
Recenzovaný článek

Možnosti využití pozemních robotických systémů jako prvku ochrany statických vojenských objektů

Possibilities of Using Ground Robotic Systems as an Element of Protection of Static Military Objects

Jan Nohel¹, Daniel Srb¹, Jan Hrdinka¹, Michal Hrnčiar²

¹Univerzita obrany, Brno, Česká republika

²Akademie ozbrojených sil generála Milana Rastislava Štefánika, Liptovský Mikuláš, Slovenská republika

Abstrakt:

Článek se zabývá možnostmi ochrany vnějšího perimetru statických vojenských objektů s využitím pozemních bezosádkových systémů, které mohou doplnit již existující ochranné prvky. Teoretická východiska a dosažené závěry byly experimentálně ověřeny v terénu při ochraně menší základny, s využitím UGS Taros Furbo a výpočtů Systému podpory taktických rozhodnutí. Systémem vypočítané trasy přesunu ochrany základny byly následně prakticky realizovány pěší hlídkou i autonomním UGS Taros Furbo, se zaměřením na průchodnost terénu a čas jejich překonání. Hlavním cílem článku je představit vojenské veřejnosti současně možnosti nasazení UGS Taros Furbo při ochraně statických vojenských objektů, jako jsou místa velení nebo základny. Jejich využitím se mohou značně snížit požadavky a nároky na nasazení pěších hlídek k ochraně vnějšího perimetru.

Abstract:

The article deals with the possibilities of protecting the outer perimeter of static military facilities using ground-based unmanned systems that can complement the already existing protective elements. The conclusions reached and theoretical assumptions were experimentally verified in the field during the protection of a small base, using UGS Taros Furbo and Tactical Decision Support System calculations. The protection routes calculated by the system were then practically implemented by dismounted patrols and autonomous UGS Taros Furbo, focusing on terrain traversability and time of overcoming. The main objective of the paper is to present to the military public the current possibilities of deploying UGS Taros Furbo in the protection of static military facilities such as command posts or bases. Their use can significantly reduce the

requirements for the deployment of dismounted patrols to protect the outer perimeter.

Klíčová slova: místa velení; modelování; ochrana vojsk; robotizace; UGV.

Keywords: Command Posts; Modeling; Force Protection; Robotics; UGV.

ÚVOD

V posledních letech můžeme pozorovat vzrůstající využití bezosádkových systémů na moderním bojišti. Bezosádkové vzdušné systémy (Unmanned Aerial System – UAS) již v současných vojenských operacích mají pevné místo jako průzkumné senzory, nosiče zbraňových systémů a sebevražedná munice (Zahradníček et al. 2023, 110-122). Bezosádkové hladinové systémy (Unmanned Surface Vehicle – USV) zaznamenaly významné úspěchy v Černém moři v konfliktu na Ukrajině. Avšak pozemní bezosádkové systémy (Unmanned Ground System – UGS), skládající se z pozemních bezosádkových vozidel (Unmanned Ground Vehicle - UGV), řídicí jednotky, radiostanice, senzorů a zdroje elektrické energie se stále potýkají s řadou výzev, které jejich efektivní uplatnění na bojišti znesnadňuje. Nejpodstatnější z nich je omezená průchodnost terénem ovlivněná především porostem, sklonem a charakterem povrchu terénu, vlivy počasí a činností nepřítele, jejíž aktuální stav lze v řadě oblastí jen obtížně předvídat (Jančo, Kompan 2023). Sклон svahu, mikro reliéfní tvary, porost terénu, velké kameny nebo na zemi ležící kmeny stromů představují překážky při pohybu terénem, které nelze zcela předvídat. Jejich prostorové umístění nemusí být rozpoznatelné ani pro operátora UGS, využívajícího palubní senzory pro svou orientaci a řízení vozidla, což celkově znesnadňuje dynamické použití dálkově ovládaných UGS ve vojenských operacích. V případě použití mobilních rušičů rádiové komunikace nepřítelem je použití UGS na bojišti téměř vyloučeno.

Pokud je ale operační prostor alespoň prozkoumaný se zaměřením na průchodnost anebo přímo upravený pro pohyb vozidel, tak lze o nasazení UGS uvažovat při zabezpečení celé řady činností, při kterých není jeho obsluha vystavena bezpečnostním rizikům. Jednou z nich je například ochrana vojenských statických objektů, jako jsou například místa velení (Uppal 2023), kde UGS mohou nahradit klasická strážní stanoviště a mobilní hlídky (Zac 2024). Na základě zkušeností z konfliktu na Ukrajině ale musí být místa velení, jako značně rozpoznatelný cíl vyzařující elektromagnetickou energii, flexibilní a mobilní, stejně jako prostředky jejich ochrany (Demarest 2023). Ty se musí buď pohybovat v sestavě místa velení, anebo musí být připraveni flexibilně zahájit střežení okolního prostoru například při zastávce anebo při dočasném zaujetí vyčkávacího postavení (Elsight 2025) (Nilsson, Ogren and Thunberg 2008).

Střežení a celkový pohyb v neznámém terénu by pak mohlo usnadnit i využití autonomních UGS, které nevyžadují trvalé řízení vozidla operátorem. Implementace autonomních UGS do procesu ochrany vojenských statických objektů ale vyžaduje využití digitálních geografických modelů terénu a reliéfu spolu s údaji o aktuální poloze pro výpočet tzv.

„globální navigace“ pro přesun z aktuální do cílové pozice. Pohyb terénem po aktuálně průchodné trase mezi překážkami pak zabezpečuje tzv. „lokální navigace“, která využívá výstupy palubních senzorů zpracované výpočetní jednotkou vozidla. Pokud se podaří tyto moderní technologie, digitální a polohové informace propojit s algoritmy pro výpočet trasy přesunu, potom by jeden operátor mohl úkolovat a kontrolovat činnost celé skupiny UGS, střežící prostor v okolí chráněného objektu.

Zkušenosti s nasazením UGS ve vojenských operacích

Pravděpodobně největší zkušenosti s použitím UGS ve vojenských operacích má armáda Ruské federace, která již nasadila například UGS URAN-6 (Army technology 2016) k ženijní a pyrotechnické podpoře jednotek bývalé republikánské armády v Sýrii, stejně jako UGS URAN-9 v přímém boji proti povstalcům. Bojové nasazení URAN-9 však ukázalo taktické nedokonalosti, a především technologické komunikační problémy UGS v přímém boji proti jednotkám nepřítele. O poznání efektivnější pak bylo nasazení ruského UGS PLATFORMA-M a ARGO proti povstaleckým jednotkám pod krytím pěších jednotek republikánské armády a v součinnosti s prostředky dělostřelecké podpory (Just 2021) (Roblin 2021) (Army technology 2016) (Thomas 2020). Další bojové nasazení UGS pak lze ve světě sledovat například v Izraeli, kde izraelské obranné síly využívají UGS RoBattle a JAGUAR pro střežení hraniční zdi a plotu s pásmem Gazy (Roblin 2021). UGS JAGUAR pro autonomní plánování trasy střežení, detekci a identifikaci překážek, stejně jako cílů určených k eliminaci využívá umělou inteligenci (Uppal 2025).

V konfliktu na Ukrajině se provádí testování celé řady moderních technologií, včetně použití UGS na obou stranách konfliktu. Odminovací UGS URAN-6 byl na základě zkušeností při odminování Mauripolu a na Donbasu modernizován v podobě zvýšené pancéřové ochrany a vylepšeného komunikačního systému s dosahem až 1 kilometr. V závislosti na charakteru operačního prostoru lze na vozidlo nainstalovat válec, frézovací a úderovou vlečku, doterovou radlici nebo mechanické chapadlo (Army recognition group 2023). Dalším na ruské straně testovaným UGS je Courier, s modulárními konfiguracemi určeným pro boj, zásobování nebo elektronický boj. Může být vybaven různými typy kulometů, granátometů, raketometů nebo prostředků EB (Army recognition group 2024). V oblasti Donbasu bylo testováno použití také čtyř ruských UGS MARKER, které mohou být vyzbrojeny protitankovými střelami, těžkými kulomety, granátomety, odpalovacími moduly bezpilotních letounů (UAV) a rušičkami. Pro plánování své činnosti a ovládání MARKER pravděpodobně využívá umělou inteligenci a byl využíván k ostraze bezpečnostního perimetru kosmodromu Vostočnyj v Rusku (Newsweek 2023) (European security and defence 2023).

Na straně ukrajinské armády lze vidět snahu nahradit nedostatek pěchoty UGS různých typů a zaměření. Do boje v přímém kontaktu s nepřítelem byly nasazeny například pancéřovaný UGS LYUT, SHABLYA M2 na robotické platformě Ironclad a MOROZ (United24 media 2024). Všechna tři UGS disponují kolovým podvozkem a jsou vyzbrojena zbraňovou stanicí v podobě kanónu nebo kulometu. Dále bylo zaznamenáno nasazení podvozkových platform D-11 a Termit, které lze rychle upravit jak pro transportní verze,

tak i bojové verze se zbraňovou stanicí. Pásová VOLYA-E určená pro transport materiálu a příp. raněných uveze až 160 kilogramů. UGS SIRKO-S1, PD-15 FOXY a RATEL-S jsou využívány pro přepravu výbušnin nebo přímo přepravu a ukládání pozemních min. UGS ARK-1 pak představuje kamikadze robota, který může provádět útoky proti vybavení a opevnění nepřítele. Všechna výše uvedená UGS využívaná ukrajinskou armádou, jsou ovládána dálkovým ovladačem s využitím rádiové komunikace na vzdálenost 700 metrů až dva kilometry, s hmotností 30–1950 kg (United24 media 2024).

Vojenská policie AČR k podobným účelům již využívá Systém ochrany a monitorování (SOM 6 NG), jehož součástí je i poloautonomní UGS, které pro hlídkování mimo jiné využívá LIDAR (Light Detection and Ranging – LIDAR), optoelektronické kamery, hybridní pohon a fónickou komunikaci. Při narušení střeženého prostoru na místo nejprve vyjíždí UGS, které poskytne data o incidentu. Na jejich základě pak vojenská policie zvolí odpovídající způsob zásahu, což zefektivňuje nasazení vojáků (Mlýnková 2022).

Nasazení samostatného autonomního UGS ve vojenských operacích je tedy možné, ale zatím pouze pro specifické činnosti. Jednou z nich může být například střežení vnějšího prostoru ochrany rozmístění míst velení vojenských útvarů a svazků nebo dlouhodobé základny. Ve všech těchto případech se zpravidla bude jednat o týlové prostory sestavy vlastních jednotek, které nejsou ohroženy přímým bojovým střetem s nepřítelem. Výskyt menších sil a prostředků nepřítele, stejně jako jeho výsadekových jednotek nebo diverzních skupin, je ale ve zmiňovaných týlových prostorech možný. Jak v případě UGS JAGUAR, tak i v případě SOM 6 NG se ale jedná o dlouhodobě střežené objekty, jejichž trasy střežení jsou upravené a opakovaně kontrolované, které čelí hrozbám především v jejich bezprostřední blízkosti.

1 CÍLE A POUŽITÉ METODY

Při tvorbě článku byly využity především informace z otevřených zdrojů jako základ pro rešerši informačních zdrojů k problematice ochrany základny, použití UGS ve vojenských operacích a popisu jednotlivých vývojových typů UGS TAROS (Taktický Robotický Systém). Využití informací z otevřených zdrojů je také jedním z omezení zpracování článku, kdy věrohodnost informací nelze vždy jednoznačně určit. Výsledky rešerše pak byly metodou polostrukturovaných řízených rozhovorů konzultovány s odborníky z vojenské praxe a Univerzity obrany se zkušenostmi se službou u bojových jednotek AČR a v zahraničních operacích, za účelem zvýšení relevance dosažených výsledků. Možnosti použití UGS ve vojenských operacích pak byly hodnoceny s využitím SWOT analýzy. Z výsledků rešerše, rozhovorů a SWOT analýzy pak byly dedukovány způsoby a možnosti zabezpečení ochrany míst velení a základen s využitím UGS. Dalším omezením je uvažované využití pouze UGS Taros pro ochranu míst velení, který je na Univerzitě obrany dlouhodobě využíván k vědeckým účelům. V moderních armádách světa stejně jako v různých průmyslových společnostech a výzkumných institucích existuje řada UGS na pásových, kolových, nožních podvozcích, s variabilním senzorickým vybavením. UGS Taros je ale produktem českého Vojenského opravárenského podniku (VOP) v Novém Jičíně, testovaný 102. průzkumným praporem a Vojenskou policií AČR. Pokud se bude do výzbroje AČR

implementovat víceúčelová platforma UGS, tak to s velkou pravděpodobností bude UGS Taros. Pro automatizaci výpočtu tras manévru a „globální“ navigaci vozidel v terénu bylo využito matematického modelování. Konkrétně se jednalo o využití Systému podpory taktických rozhodnutí (TDSS - Tactical decision support systém), vyvinutého na Univerzitě obrany. Výstupem matematických algoritmů TDSS byl exportovaný výpis postupných souřadnic trasy do cíle manévru, který byl následně importován do výpočetní jednotky UGS Taros Furbo. Ověření funkčnosti variant střežení místa velení v terénu pak bylo provedeno v průběhu experimentu v přirozeném prostředí, na základě scénáře taktické situace, v jehož průběhu byla komparována časová náročnost překonání trasy střežení pěší hlídkou a UGV.

Cílem tohoto článku je představit vojenské veřejnosti současné možnosti využití pozemních bezosádkových systémů při ochraně statických vojenských objektů, jako jsou místa velení nebo základny, se zaměřením na využití UGS Taros a TDSS. Článek vojensko-prakticky popisuje problematiku autonomie činnosti UGS, její výhody, omezení a způsoby využití při ochraně zájmových objektů.

2 POZEMNÍ BEZOSÁDKOVÝ SYSTÉM

UGS je dle terminologie NATO samohybné pozemní vozidlo, které pracuje bez zásahu člověka ve/na vozidle autonomně anebo s dálkovým řízením (Úřad pro obranu standardizaci, kalorizaci a státní ověřování jakosti, odbor obranné standardizace 2023). Může disponovat zabudovanými senzory (Waters 2021) (Khol 2023). Hlavní výhodou UGS je schopnost plnit úkoly v podmínkách, které jsou pro člověka nepříznivé anebo přímo život ohrožující. V autonomním i dálkově řízeném režimu mají rozhodující roli informace získané ze senzorů, na jejichž základě se operátor nebo autonomní palubní výpočetní jednotka rozhoduje, kterým směrem se bude vozidlo pohybovat. Výstupy optoelektronických kamer omezují rozhled operátora svým prostorovým záběrem, který nemusí pokrýt například všechny mikoreliéfní tvary nejbližšího terénu. Skenování okolí vozidla prostřednictvím LIDAR zase výpočetní jednotku omezuje svou neschopností pokrýt prostor za překážkami v přímé linii záběru. Identifikované překážky pohybu vozidla musí být ale předem zaneseny do rozhodovacího procesu plánování „globální“ i „lokální“ trasy manévru UGS, stejně jako případný vliv dešťových a sněhových srážek. Lze tak výrazně usnadnit finální pohyb vozidla v terénu a zkrátit čas celkového přesunu do cíle.

2.1 SWOT analýza

SWOT analýza (Grasseová, Dubec a Řehák 2012) je univerzálně používaný nástroj pro analýzu konkrétního problému, organizace, situace nebo projektu. U zkoumaného projektu porovnává vnější hrozby a příležitosti s vnitřními silnými a slabými stránkami. Příležitosti představují možnosti zlepšit pro daný jev. Silné stránky je nutné udržet a posilovat. Naopak hrozby a slabé stránky je nutné eliminovat. Pro stanovení strategie možností

využití pozemních robotických systémů ve vojenských operacích byla SWOT analýza provedena s využitím „brainstormingu“ v autorském kolektivu.

S (Strengths) – Silné stránky a přednosti při použití UGS v současných vojenských operacích jsou především možnosti jejich nasazení v život ohrožujících situacích s minimalizací rizika pro velitele-operátora. Jedná se například o odstraňování minových, zásobování vojáků na předním okraji bojové činnosti, retranslaci radiového signálu, střežení zájmových objektů, průzkum prostorů kontaminovaných zbraněmi hromadného ničení anebo dálkově řízenou zbraňovou stanicí při útoku na opevněné postavení nepřítele.

W (Weakness) – Slabé stránky a nedostatky UGS představují především omezená průchodnost terénem, rušení a omezený dosah radiového signálu komunikačních prostředků, omezená prostorová orientace velitelů-operátorů při využití pouze palubních senzorů UGS při řízení jeho činnosti a z toho plynoucí omezené možnosti provedení odpovídající dynamické reakce například při napadení nepřítelem.

O (Opportunities) – V budoucnosti se vzrůstající autonomií ovládání UGS lze předpokládat i náhradu živé síly při zabezpečení některých podpůrných činností jako je například zásobování municí, odsun raněných nebo pokládání min UGS. Implementace pokročilých senzorických a výpočetních technologií do ovládání UGS umožní i jeho skupinové využití, které svým rozsahem může použít živé síly i překonat. A v případě dosažení vysoké pravděpodobnosti identifikace nepřátelského cíle senzory vozidla pak lze uvažovat i o autonomním bojovém použití zbraňové stanice UGS.

T (Threats) – Hrozby a nežádoucí ohrožení pro činnost UGS zahrnují rušení komunikačního signálu terénem, stavbami a činností nepřítele anebo jeho úplné převzetí kontroly nad vozidlem. Značně rizikový je také jakýkoli přímý kontakt s nepřítelem, který může vyústit ve zničení, zapadnutí nebo převrácení vozidla, způsobené rychlými únikovými manévry vozidla v neznámém terénu.

Na základě provedené SWOT analýzy byly vytvořeny strategie možností použití UGS ve vojenských operacích, uvedených v tabulce 1. S jejich využitím pak lze vhodně podpořit silné stránky a příležitosti, a naopak minimalizovat slabé stránky a hrozby použití UGS. Z vytvořených strategií vyplývá, že klíčovou rolí pro okamžité použití UGS ve vojenských operacích bude mít provedení průzkumu operačního prostoru, se zaměřením na průchodnost terénu. V dlouhodobém časovém horizontu pak pro působení v život ohrožujících podmínkách, v nepřehledném terénu a za rizika napadení nepřítelem bude mít implementace moderních senzorických, výpočetních a směrových komunikačních technologií do autonomního systému ovládání UGS. Takto vybavená UGS pak mohou působit i ve skupině a zadané úkoly plnit efektivněji než lidská obsluha.

Tabulka č. 1: Strategie možností použití UGS

		Vnitřní prostředí	
		Silné stránky	Slabé stránky
Vnější prostředí	Příležitosti	Při implementaci moderních senzorických a výpočetních technologií do autonomního systému ovládání UGS lze skupinu těchto vozidel využít pro plnění úkolů v život ohrožujících situacích s minimalizací rizika pro velitele-operátora s větším efektem než při realizaci stejné činnosti živou silou.	Průzkumem prostoru manévru se zaměřením na průchodnost, implementací moderních senzorických, výpočetních a směrových komunikačních technologií do autonomního systému ovládání UGS lze potlačit vliv omezené průchodnosti terénem, rušení a omezeného dosahu rádiových komunikačních prostředků a podpořit prostorovou orientaci velitelů-operátorů v okolním terénu.
	Hrozby	Možnosti nasazení UGS v život ohrožujících situacích s minimalizací rizika pro velitele-operátora nijak nesnižuje rizika spojená s rušením komunikačního signálu vozidla a jeho možného zničení při neočekávaném kontaktu s nepřítelem v neznámém terénu.	Omezená průchodnost UGS terénem, rušení a omezený dosah rádiových komunikačních prostředků, omezená prostorová orientace velitelů-operátorů rušení komunikačního signálu mohou být potlačeny průzkumem prostoru manévru se zaměřením na průchodnost, implementací moderních senzorických, výpočetních a komunikačních technologií do autonomního systému ovládání vozidla.

2.2 UGS Taros

UGS Taros byl vyvíjen státní firmou VOP v kooperaci s Centrem pro pokročilou outdoo-rovou robotikou, který VOP zakládala. Součástí centra je také VUT (Vysoké učení technické) Brno, ČVUT (České vysoké učení technické) Praha, Univerzita obrany (konkrétně plk. gšt. doc. Ing. Jan Mazal, Ph.D.) a VŠB-TU (Vysoká škola báňská – technická univerzita) Ostrava. Poprvé byl veřejnosti představen v roce 2013 na 10. vojenském veletrhu IDET (Grohmann 2013). Pohon čerpá z elektrické baterie, která má možnost hybridního napá-jení, kdy si případné palivo veze UGV s sebou. Od počátku vývoje již bylo představeno několik vývojových verzí, od nejstaršího Taros TCX G2, přes Taros Furbo, Taros V2, Taros V3 až po Taros V4. Varianta Taros V3 neboli UGV-pz byla zavedena do AČR. Počátečním cílem projektu bylo vyvinout UGS schopné plnit úkoly v oblasti logistiky, průzkumu i boje (Grohmann 2013).

Jako druhý technologický demonstrátor byl v roce 2013 představen UGS Taros Furbo 6x6, zobrazený na obrázku 1. Platforma dosahuje velikosti 2,74 m x 1,77 m x 2,04 m, hmotnosti 1050 kg, s výkonem motorů 6 x 4,8 kW. Taros Furbo 6x6, měla disponovat schopnostmi přepravy zraněných z bojiště, přepravy materiálu a plnění průzkumných úkolů. Důležitou součástí je také možnost zapojení dálkově ovládané zbraňové stanice Taros Combat, která představuje v podstatě upravenou zbraň CZ 805 BREN. Příslušen-ství k platformě obsahuje také LIDAR senzor a elektricky výsuvnou věž, která může být osazena různými druhy senzorů a robotů (Grohmann 2013). UGS Taros Furbo, jež má Univerzita obrany v dlouhodobé zápůjčce od VOP pro vědecko-výzkumné účely, byl vyu-žit při verifikačních experimentech v terénu, popsanych v kapitole 4.2. V dalších verzích vozidla byl například zvýšen výkon motorů a celkový dojezd vozidla. Vozidlo je modulár-ní, s variabilním vybavením komunikačních prostředků, prostředků elektronického boje

a senzorů. Platforma umožňuje autonomní pohyb terénem buď s využitím souřadnic a palubních senzorů nebo funkce „následuj“, detekci a vyhnutí se překážkám a určení polohy daných objektů (Grohmann 2020). První nasazení spolu s jednotkami AČR proběhlo v polovině roku 2015, kde měl robot projít několika scénáři, jež měly otestovat schopnosti a možnosti využitelnosti této platformy (Voska 2014) (Lázňovský, Matouš a Jan Grohmann 2014) (Army technology 2015). První UGS Taros zavedené do armády byla verze 3, známá také jako UGV Pz, která byla v roce 2020 převzata příslušníky 102. průzkumného praporu k provádění experimentálních testů v oblasti ISTAR (Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance) a pozemnímu průzkumu (Grohmann 2020). Taros V4 6x6 má v rozích korby 4x LIDAR, což mu umožňuje autonomní pohyb terénem (Urban Samková et al. 2023). Stejně tak Taros Furbo 6x6, zapůjčený pro vědecké účely Univerzity obrany, v současné době disponuje 2x LIDAR na věži a v přední části vozidla, které mu také umožňují autonomní pohyb.



Obrázek č. 1: UGV Taros Frubo při střežení základny

3 OCHRANA STATICKÝCH VOJENSKÝCH OBJEKTŮ

Jedním ze statických nebo dočasně statických vojenských objektů mohou být místa velení, kde je realizován tzv. Systém velení a řízení. Jeho úkolem v průběhu vojenské operace je pomoc veliteli k maximální efektivitě při plnění operačního nebo bojového úkolu s využitím podřízených sil a prostředků. Skládá se z orgánů a míst velení, procesů a prostředků velení a řízení. Řízení umožňuje za pomoci štábu koordinovat, řídit a organizovat podřízené síly. Velení pak představuje proces, pomocí kterého je přenášena vůle a záměr velitele na podřízené (Černý, Jiří a Vítězslav Stodůlka 2008, 44-51). Místa velení se dělí podle mobility na stacionární a mobilní nebo podle doby zřízení na stálá a dočasná. Mezi stálá řadíme HMOV a záložní místa velení (ZMV), přičemž mezi dočasná se řadí taktická místa velení (TMV) a vzdušná místa velení (VMV). Každé místo velení musí splňovat několik charakteristik. Mezi tyto charakteristiky řadíme možnost obrany a ochrany, rychlé opuštění, maskování, nepřetržité velení, kvalitní spojení a umístění na takovém místě, aby měly prvky HMOV k dispozici dost možností k případnému manévrování a pohybu (Černý, Jiří 2019, 25-29). Hlavní místo velení (HMOV) není v celé armádě strukturováno stejným způsobem. Zachovává si ale stejné základy, principy i některé prvky. Každý útvar nebo svazek vojenských jednotek si HMOV uzpůsobuje pro své potřeby a dovednosti.

Armáda se v rámci své dnes již zastaralé koncepce (Ministerstvo obrany České republiky 2002) zaměřovala převážně na 3 stupně HMOV, kterými jsou divizní, brigádní a praporeční stupně. Například praporeční HMOV je ve Vojenských rozhledech (Vojenský profesionál) definováno následovně: „Hlavní místo velení praporečního úkolového uskupení (HMOV PrÚU) je místem, z něhož se uskutečňuje velení podřízeným při přípravě a v průběhu vedení boje, při koordinaci činnosti bojujících jednotek a plánování boje“ (Sorbaňa, Vondrák 2024, 162-171). Činnost HMOV PrÚU řídí náčelník štábu, jeho umístění určuje nadřízený velitel v takové vzdálenosti od okraje vedení bojové činnosti, aby byl pro HMOV PrÚU zabezpečen ochranný prvek v podobě skrytí a zároveň umožňovalo efektivní využití schopnosti velení a řízení. V armádách NATO se objevuje stále vzrůstající snaha o vytvoření HMOV pomocí mobilních prvků. Často se jedná o podobu vybudování jednotlivých součástí HMOV uvnitř obrněných vozidel, jako je například nově zavedený KOVS (Kolové obrněné vozidlo spojovací) TITUS, která se následně komunikačně propojí na místě vybudování HMOV (Sorbaňa a Vondrák 2024, 162-171).

Konkrétní struktura, složení, technické a materiální vybavení, schopnosti a taktika ochrany a obrany míst velení ale nejsou veřejné informace. Pro potřebu orientace čtenářů v této problematice je v článku využita neutajovaná publikace Ochrana základny – Zkušenosti z operací z roku 2008 (Správa doktrín ŘeVD 2008). S využitím této publikace byly do článku zapracovány postupy a procedury, které jsou využitelné i při ochraně hlavního místa velení.

Prvky ochrany statických vojenských objektů

Na zabezpečení ochrany základny se souhrnně podílí několik prvků, které umožňují provádět rutinní činnost uvnitř, vstup na základnu a plnit úkoly vně perimetru. Prvním z nich je tzv. Centrum řízení základny (Base Defence Operations Cell – BDOC), které udržuje neustálý přehled a kontrolu nad situací v prostoru základny a umožňuje veliteli BDOC včas přijímat důležitá rozhodnutí pro různé situace a varianty ochrany základny. Dalším prvkem je tzv. Bezpečnostní perimetr, který představuje co největší prostor před oplocením základny. S jeho ochranou jsou spojena opatření, která se dělí dle prostoru realizace na vně, v místě a uvnitř ochranného oplocení a také ve vzdušném prostoru nad ním. Mezi nejdůležitější opatření napříč tímto rozdělením jsou rozmístění stráží a hlídek, příp. síly rychlé reakce (Quick Reaction Force – QRF), vysílání jednotek vně základny/HMV atd. Dostatečný odstup je základní a neméně důležitým prvkem ochrany, snižující rizika a účinek útoku nepřítele. Spočívá v umístění co největší vzdálenosti mezi základnou/HMV a možným působením nepřítele. S tím se pojí další prvek ochrany základny a to překážky. Ty mohou být přírodní nebo umělé. Slouží k usnadnění kontrol, ohraničení, vytváření psychologického tlaku a zabránění snadné průchodnosti a průjezdnosti. Velmi důležitým prvkem základny je pak stanoviště vstupní kontroly (Entering Control Point – ECP), které se člení do čtyř specifických funkčních zón. Jedná se o zónu přiblížení, kontrolní zónu, zónu reakce a bezpečnostní zónu. Na základě rekognoskace terénu a analýzy požadavků na bezpečnost je pak vybudován prvek bojových postavení a pozorovatelů, v požadovaném umístění a výšce. Prvek systémů identifikace a sledování narušení primárně zjišťuje přítomnost protivníka vně i uvnitř základny, přičemž tyto systémy nemohou fungovat samostatně, ale především jako doplněk ochrany vojsk. Posledním prvkem ochrany základny jsou bezpečnostní síly, které spolu s fyzickými bezpečnostními opatřeními představují první linii ochrany. Příkladem takových jednotek jsou jednotky vnitřní strážní služby a QRF (Správa doktrín ŘeVD 2008).

Na základě zkušeností autorů s ochranou letecké základny koaličních sil Bagram v Afghánistánu lze vyzdvihnout význam bezpečnostních sil a prostředků patrolujících a monitorujících situaci ve vnějším prostoru v okolí základny. Pro jakýkoli významný objekt, který je po delší dobu statický, je nutné aktivně organizovat a vysílat bezpečnostní síly a prostředky do jeho okolí, ve kterém lze očekávat bezpečnostní riziko anebo přímé ohrožení. V opačném případě se bezpečnostní hrozby mohou časem nekontrolovaně přiblížit až k samotnému Bezpečnostnímu perimetru. Rozloha vnějšího prostoru ochrany a způsob jeho pokrytí bude záviset především na charakteru a velikosti chráněného místa velení nebo základny, členitosti terénu a struktuře pozemních komunikací. K jeho kontrole lze jako doplněk k peším a motorizovaným patrolám, monitorovacím systémům a UAS využít i autonomní UGS.

4 SYSTÉM STŘEŽENÍ MÍST VELENÍ UGS

V závislosti na velikosti základny nebo stupni místa velení, charakteru jeho mobility a terénních podmínkách lze vytvářet systém jeho střežení. V případě strategického letiště, jako byla například letecká základna Bagram v Afghánistánu, kde autoři působili, může být nutné systematicky monitorovat situaci a hrozby do vzdálenosti až 20 kilometrů, od jejího bezpečnostního perimetru. Pro ochranu a včasné varování mobilního hlavního místa velení například praporního úkolového uskupení při dočasné zastávce by, dle názoru oslovených expertů a v závislosti na aktuálním charakteru hrozeb, mohlo být dostatečující vyslání 4 UGS do vzdálenosti několika set metrů ve směrech příjezdu, plánovaného dalšího pohybu a do stran. Účelem těchto strážných UGS by bylo především vysunutí senzorických schopností vizuální, zvukové, radarové a infračervené detekce. Pro plánování „globální“ trasy přesunu těchto UGS by pak bylo možné využít například TDSS. Po jejich rychlém stažení by hlavní místo velení mohlo pokračovat v přesunu po plánované trase.

4.1 Návrhy odborníků z praxe

Problematika využití UGS Taros Furbo pro střežení vojenských statických objektů byla konzultována s dvanácti příslušníky Armády ČR v důstojnickém a poddůstojnickém sboru, kteří působili u bojových jednotek déle než pět let a mají zkušenost s bezosádkovými věžemi Pandur II a s drony Raven, Reaper, Scan Eagle a Predator. Většinově měli dotazovaní také zkušenosti s působením v zahraničních operacích, kde se i podíleli na ochraně základny. Nejprve byli seznámeni se schopnostmi, výhodami a omezeními současných UGS při použití ve vojenských operacích, se zaměřením na UGS Taros Furbo. Následně jim byly popsány prvky ochrany vojenských statických objektů a možnostmi využití matematického modelování při organizaci jejich ochrany s využitím autonomních UGS. Dotazovaným bylo položeno deset otázek uvedených níže ve formě polostrukturovaného rozhovoru, ve kterém se odpovědi na tyto otázky odvíjeli od zkušeností a individuálních názorů každého z nich.

1. Charakterizujte Vaši zkušenost s prvky ochrany hlavního místa velení/základny, se kterými jste se setkal v operacích AČR.
2. Charakterizujte Vaše zkušenosti s UGS, ať už v rámci operace nebo při výcviku.
3. Vzhledem k Vaším zkušenostem, jaký je Váš názor na použití UGS při ochraně statických vojenských objektů?
4. Jakým způsobem by se UGS daly využít v rámci ochrany statických vojenských objektů?
5. Jakým způsobem by měli plnit úkoly UGS v oblasti ochrany bezpečnostního perimetru, systému identifikace a sledování narušení a patrolování ve vnějším perimetru?
6. Jaké by, dle Vašich zkušeností, měly být priority při zavádění UGS do systému ochrany statických vojenských objektů?
7. Popište Vaše názory na možné způsoby použití zbraňové stanice na UGS?
8. Jakým způsobem ovlivní zavedení UGS bezpečnost statických vojenských objektů?

9. Jakým způsobem byste navrhoval realizaci plánování a řízení činnosti střežících UGS?

10. V jaké podobě byste chtěl získávat přehled o aktuální činnosti UGS a výstupy senzorů jednotlivých UGS?

Prvky ochrany hlavního místa velení, se kterými se dotazovaní setkali, byly tvořeny ostnatým drátem jako ochranou perimetru, zabezpečení vstupu do chráněného prostoru a strážními hlídkami, které se pohybovali uvnitř i vně ostnatého drátu. Ochranu místa velení organizovalo a řídilo velitelství daného útvaru či svazku. Pro řešení neočekávaných bezpečnostních incidentů se vyčleňovala buď jednotka rychlé reakce anebo jedna z bojových čet. Dotazovaní se především při cvičení větších svazků jednotek setkávali s průzkumnými UAS 53. pluku průzkumu a elektronického boje. Na základě těchto zkušeností by především UAS využili pro průzkum cest, zájmových prostorů, identifikaci cílů, provádění autonomních patrol a navádění palby. Využití UGS by si pak dokázali představit především pro zásobování jednotek a ostrahu zájmových objektů v podobě předsunutých mobilních pozorovacích a palebných postavení. Nejdůležitějším tématem využití UGS by pro ně bylo efektivita, důvěra v jejich spolehlivost a ovladatelnost, stejně jako řídicí a kontrolní role člověka, pramenící praktickou nezkušeností dotazovaných s použitím UGS. Většina dotazovaných považuje UGS za další možnost posílení úrovně zabezpečení míst velení, v součinnosti s ostrahou perimetru, patrolami do vnějšího prostoru obrany a použitím UAS. Jeho hlavní přínos vidí ve schopnosti systematicky pozorovat okolí, identifikovat pohyb sil a prostředků a rozeznat změny v terénu v okolí tras střežení. Další výhodou použití autonomního UGS by měla být schopnost navrhovat řešení situací, která ale budou podléhat schválení člověkem/operátorem, jako například varianty objízdových tras překážek a použití zbraňových systémů proti identifikovaným cílům. Upozornili také na riziko přílišného spolehnutí se na autonomní nástroje robotických systémů při ochraně základny a nutnost se neustále procvičovat v celém spektru způsobů jejího zabezpečení.

4.2 Systém podpory taktických rozhodnutí

V průběhu plánovacího procesu vstupují charakteristiky povrchu a reliéfu terénu, předpovědi počasí a výstupů hodnocení činnosti nepřítele do tvorby trasy manévru například v podobě geografických digitálních modelů území a reliéfu (Alcaras, Falchi and Parente 2020) (Florinsky 2025) (Galin et al. 2019, 553-577) (Nohel 2019, 553-565). V procesu tvorby trasy manévru autonomních robotických systémů se jedná se o tzv. „globální“ navigaci, tedy trasu z počátečního do cílového bodu na bojišti. Čím přesnější a aktuálnější vstupní data jsou, tím efektivnější z hlediska průchodnosti a času přesunu plánovaná trasa UGS je. Neméně komplikovaná je pak i tzv. „lokální“ navigace UGS přímo mezi překážkami v terénu, jako mohou být například sesunutá zemina a kameny, popadané stromy, podemletá půda, krátery po výbuších munice, zbořené budovy nebo zničená technika. Detekci polohy těchto obtížně předvídatelných překážek alespoň částečně zajišťuje LIDAR (Zalevsky et al. 2021). S jeho využitím a v kombinaci s algoritmy pro hledání nejkratší cesty se UGS po bojišti může pohybovat poloautonomně, s možnými

nebo nutnými řídicími zásahy operátora prostřednictvím rádiového spojení, anebo zcela autonomně.

Pro výpočet tras střežení základny/místa velení byl využit Systém kontroly manévru (Maneuver Control System CZ - MCS CZ) jako jeden z modelů TDSS. MCS CZ využívá rastrovou reprezentaci taktických a geografických dat. Prostřednictvím mapové algebry a matematických algoritmů spojitě vyhodnocuje vrstvy vlivu povrchu terénu (CS_1), editovatelných a na základě analýzy situace vyhodnocených neprůchodných (NO GO) a omezeně průchodných (SLOW GO) prostorů ($CS_{1,2}$), výškopisu (Vertical Factor 2 – VF_2) terénu, počasí (Horizontal Factor 3 – HF_3), rozmístění a účinného dostřelu nepřítele (HF_4) a podpůrného vlivu rozmístění a účinného dostřelu vlastní sil (HF_5). Výsledkem výpočtů MCS CZ je kombinovaný povrch vlivu (nákladů) průchodnosti (Combined Cost Surface – CCS), jehož výpočet je matematicky vyjádřen ve vzorci (1). Na základě vypočítaného CCS pak modifikovaný Floyd-Warshallův algoritmus pro hledání nejkratší cesty vypočítá trasu nejkratšího průchodného a bezpečného přesunu (Nohel et al. 2023, 3-18).

$$CCS = (CS_1 \cdot CS_{1,2}) / (VF_2 \cdot HF_3 \cdot \min(1, HF_4, HF_5)) \quad (1)$$

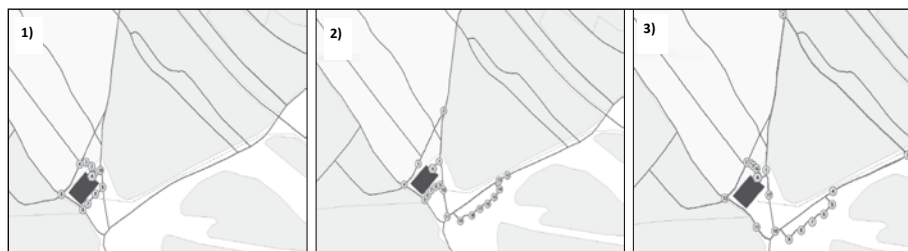
Pro výpočet trasy okruhů střežení základny/místa velení byl využit model Distribuce zásob. V tomto modelu se definuje pozice základny jako zásobovacího místa a trasové body střežení jako pozice zákazníků. Nejprve byla do TDSS zanesena „NO GO“ zóna základny, aby byl její vnitřní prostor vyňat z výpočtů tras střežení. Na okraji této zóny základny bylo umístěno „zásobovací místo“, které sloužilo jako výchozí bod střežení. Poté byly do TDSS přidány „zákazníci“ jako trasové body a pomocí funkce „distribuce“ byly vypočítány trasy střežení. Do výpočtu tras byly zadány průměrné rychlosti UGS Taros na jednotlivých druzích povrchu, změřené experimentálně v minulosti. Program vybírá trasu přesunu UGV s cílem dosáhnout co nejrychlejšího přesunu mezi body, přičemž se následně mohou provést další úpravy, například ubráním, přidáním bodů, modifikací rychlosti manévrových prvků nebo upravením jejich počtu (Stodola 2018). Do výpočtu byla zahrnuta průměrná rychlost 5 km/h⁻¹ pro pěší osoby 10 km/h⁻¹ pro UGV Taros. Vypočítané trasy lze využít k časové a prostorové optimalizaci přesunu pozemních sil a prostředků, včetně prostorově koordinovaných tras jejich nasazení ve skupině. V samotném výpočtu není zahrnut rozhodovací proces operátora a výpočetní procesy výpočetní jednotky UGS, ale pouze samotné projetí předem stanovené trasy. Jednotlivé trasové body byly zadány tak, aby trasa střežení pokryla v co největší míře prostor vnější obrany základny.

Samostatnou kapitolou autonomní činnosti UGS na bojišti je detekce přítomnosti nepřítele (Schachter 2018, 330) v jeho blízkosti a následně okamžitá, prostorově efektivní a dynamická reakce na možné napadení, která je v současné době značně omezená. Identifikace polohy sil a prostředků nepřítele může být výpočetní jednotce UGS předána operátorem, datovým přenosem v rádiové komunikační síti anebo může být detekována optoelektronickými a radarovými senzory vozidla. Výpočet průchodné únikové trasy z ohroženého prostoru ale může informačnímu systému UGS trvat až několik desítek sekund. A i tak finální podoba trasy nemusí zohledňovat aktuální pohyb a vedení palby nepřítelem. Navíc výpočet „lokální“ trasy manévru je prováděn pouze na vzdálenost

detekce LIDAR vozidla, která dosahuje několika desítek až sto metrů. To může způsobovat vjetí do celkově neprůchodných prostorů, následné navrácení zpět na původní trasu a přepočítání jejího pokračování směrem ke „globálnímu“ cíli. Na bojišti se samozřejmě může vyskytovat i neprůchodný povrch terénu nerozpoznatelný ani pro LIDAR (Rybanský, Rada and Dohnal 2021, 106), například v podobě bažin a močálů. Spolu s případnou detekcí vysoké trávy naopak jako překážky toto značně limituje rychlost dynamické reakce UGS na přítomnost nepřítele a ohrožení například palbou jeho zbraňových systémů (Petty, Fernandez, Fischell and De Jesús-Díaz 2022). Výpočetní jednotka UGS pohybujícího se po bojišti autonomně pak ke všem detekovaným překážkám vypočítává objízdné trasy směrem ke „globálnímu“ cíli manévru. Výsledkem toho může být poškození, zničení nebo zapadnutí vozidla anebo zdlouhavé vyhledávání průchodné trasy do cíle manévru.

4.3 Výpočet tras střežení a jejich praktická realizace v terénu

Z důvodu členitosti okolního terénu, výskytu lesních porostů, překážek a možností průchodnosti UGS Taros Furbo byly trasové body operátorem umístěny především na polní a lesní cesty a silnici. Následně byly identifikovány okruhy střežení, jejichž trasa byla vypočítána v modelu Distribuce zásob. Její prostorový průběh byl následně, v podobě posloupné množiny souřadnic, zadán do výpočetní jednotky UGS Taros Furbo a prakticky realizován v terénu. Cílem tohoto měření byla komparace mezi časovými výpočty TDSS s časy průjezdu jednotlivých tras UGS a následně i pěší hlídkou. Ta měla podobu demonstrativní patroly pěšího vojáka, který v průběhu patroly prováděl nepravidelné zastávky k pozorování a naslouchání okolí, s rychlostí přesunu v terénu $4\text{--}5\text{ km/h}^{-1}$. Průměrná reálná rychlost přesunu UGV Taros Furbo při autonomní navigaci se pohybovala okolo $3\text{--}4\text{ km/h}^{-1}$. Povětrnostní podmínky v průběhu měření lze charakterizovat jako skoro jasno až polojasno, denní teplota se pohybovala od 19 do 23°C . Vál severovýchodní vítr o síle 2 až 6 m/s . Trasy střežení č.1-3 jsou znázorněny na obrázku 2. Byly vedeny převážně přes suchý povrch cest a travnatého porostu. V blízkém okolí severovýchodní části trasy č. 3 se nacházely betonové zátarasy, které komplikovaly autonomní navigaci UGS.



Obrázek č. 2: Trasy střežení

Výsledky terénních měření jsou uvedeny v tabulce 2. Pohyb po trasách UGS Taros Furbo byl pomalejší než pěší přesun. To je způsobeno především „lokální“ autonomní

navigací vozidla využívající LIDAR. Při pěším přesunu voják sledoval okolní terén, orientoval se a rychle vybíral průchodnou trasu na základě vlastního úsudku. UGS skenuje terén prostřednictvím LIDAR. Orientuje se v něm pouze v jeho omezeném dosahu a vyhledává průjezdný sklon terénu mezi překážkami. Rychlejších časů přesunu lze dosáhnout důkladnou úpravou povrchu střežených okruhů. Při porovnání výsledků z terénního měření a výpočtů TDSS v tabulce 2 pěší hlídky dosahovaly téměř totožného času na kratší vzdálenosti. Kratší časy pěšího přesunu byly zaznamenány až při větších vzdálenostech, což bylo způsobeno především terénem vhodným pro pěší přesun. V případě UGS Taros Furbo byly u všech tří měřených tras zaznamenány násobně delší časy jejich překonání, způsobené komplikovaným vyhledáváním „lokální“ trasy.

Tabulka č. 2: Časy realizace tras střežení

Trasy - délka	Trasové body	Pěší hlídka – časy překonání		UGV Taros – časy překonání	
		TDSS	terén	TDSS	terén
Trasa 1 - 386 m	33U XQ 42351 66369, 33U XQ 42360 66379, 33U XQ 42343 66399, 33U XQ 42333 66419, 33U XQ 42315 66411, 33U XQ 42262 66339, 33U XQ 42319 66 306, 33U XQ 42397 66321, 33U XQ 42358 66341, 33U XQ 42378 66360, 33U XQ 42374 66390	4 min 36 s	4 min 50 s	2 min 18 s	6 min 25 s
Trasa 2 - 1090 m	33U XQ 42351 66369, 33U XQ 42374 66389, 33U XQ 42386 66474, 33U XQ 42309 66484, 33U XQ 42262 66338, 33U XQ 42319 66306, 33U XQ 42335 66313, 33U XQ 42344 66324, 33U XQ 42357 66340, 33U XQ 42373 66340, 33U XQ 42382 66327, 33U XQ 42396 66258, 33U XQ 42579 66361, 33U XQ 42560 66353, 33U XQ 42562 66328, 33U XQ 42543 66304, 33U XQ 42516 66288, 33U XQ 42485 66273, 33U XQ 42463 66259, 33U XQ 42432 66249	13 min 00 s	13 min 39 s	6 min 30 s	20 min 00 s
Trasa 3 - 1840 m	33U XQ 42351 66369, 33U XQ 42374 66389, 33U XQ 42424 66743, 33U XQ 42763 66433, 33U XQ 42570 66359, 33U XQ 42563 66324, 33U XQ 42534 66306, 33U XQ 42507 66287, 33U XQ 42469 66266, 33U XQ 42435 66248, 33U XQ 42397 66259, 33U XQ 42352 66267, 33U XQ 42262 66338, 33U XQ 42320 66416, 33U XQ 42331 66411, 33U XQ 42339 66401, 33U XQ 42345 66394, 33U XQ 42379 66352	22 min 02 s	14 min 09 s	11 min 01 s	25 min 58 s

5 DISKUSE

Při zabezpečení ochrany vojenských statických objektů bude mít vždy důležitou roli lidský faktor, z důvodu schopnosti intuitivně vyhodnotit variabilní bezpečnostní situace a přijetí rozhodnutí k jejich řešení. Avšak únava, psychická a fyzická odolnost mohou znamenat podstatné omezující faktory, které se na střežící UGS nevztahují. Vyjma dobíjení a nutné údržby nepotřebují přestávky. Variabilním použitím senzorů, s automatickou

detekcí pohybu nebo identifikací změn terénu za neustále operační připravenosti UGS schopnosti lidí při ostraze objektů dokáží vhodně doplnit, i když s řadou omezení.

V komerční sféře lze v oblasti ostrahy objektů nalézt různá technologická řešení. Například společnost SMP Robotics nebo ENOVA Robotics vyvinula několik autonomních robotů pro hlídkování perimetru rozsáhlých zájmových objektů (SMP Robotics 2025) (Enova Robotics 2025). Ti dokáží pracovat ve skupině. S využitím umělé inteligence řeší různá nepředvídatelná vniknutí do chráněného prostoru a nebo změnu trasy střežení v prostoru s výskytem překážek. Využívají kolový podvozek a jsou určeny především pro střežení upravených průmyslových areálů. Jejich využití v terénu mimo pozemní komunikace je tedy diskutabilní.

Význam průchodnosti terénem a schopnosti UGS plánovat „globální“ a „lokální“ trasu přesunu narůstá v případě jejich využití pro střežení mobilních míst velení, která budou často měnit své postavení. V těchto případech zaujetí dočasných postavení bude obtížné provádět důkladný průzkum vnějšího perimetru se zaměřením na průchodnost a upravit jej pro pohyb vozidel. Možnosti ochrany se tedy budou odvíjet od aktuálně zaujaté pozice, terénních podmínek v okolním prostoru a schopností TDSS vypočítat trasy střežení UGS. Palubní senzory pak vozidlu zajistí navigaci vozidla přímo v terénu. Těmito schopnostmi vybavená skupina UGS Taros Furbo by pak mohla rozšířit Systém ochrany a monitorování (Pivoňka 2024) (Vojenský technický ústav 2024) Vojenské policie, který je využíván pro ostrahu důležitých objektů. V případě ochrany vojenských statických objektů jako mohou být například vojenské základny anebo dočasně statických objektů jako jsou například mobilní místa velení by SOM 6 NG měl zahrnovat i UAS tak, jak to navrhovali oslovení odborníci. UAS vybavené optoelektronickými a infračervenými senzory by systém ochrany doplnily o tzv. pohled ze vzduchu s velkou flexibilitou operačního působení. Kombinace výstupů senzorů ze země na statické trojnožce a mobilních UGS, společně s UAS, dokáže poskytnout BDOC pohled na podezřelou aktivitu z různých perspektiv. Pozemní statické senzory bezpečnostní perimetr monitorují dlouhodobě po celém jeho obvodu. UAS a UGS se pak do prostoru výskytu příp. narušitele mohou přiblížit a umožnit celou situaci zobrazit s využitím palubních senzorů z bližší vzdálenosti. Kombinované použití UAS a UGS minimalizuje možnosti skrytí narušitele například za porostem, zdmi anebo pod střechou. Tato více směrová flexibilita pozorování vnějšího prostoru ochrany poskytne BDOC podmínky pro orientaci v prostoru výskytu narušitele, na základě které pak přijme rozhodnutí k odpovídajícímu nasazení sil a prostředků k jeho eliminaci.

ZÁVĚR

Zabezpečení ochrany vojenských statických objektů je možné podpořit i využitím UGS, pracujících v autonomním nebo poloautonomním režimu. Trasy střežení v jejich okolí lze vytvářet s využitím mapy, leteckých snímků a provedením průzkumu prostoru s cílem pokrýt co největší část prostoru vnější ochrany. Klíčem k okamžitému použití UGS pro střežení je provedení průzkumu vnějšího perimetru chráněného objektu se zaměřením na průchodnost prostoru. Pro použití UGS v nepřehledném terénu za rizika napadení nepřítelem bude nutná implementace moderních senzorických, výpočetních a směrových

komunikačních technologií do autonomního systému ovládání UGS. Plánování tras lze realizovat s využitím TDSS, v kombinaci se senzorickým vybavením UGS. V případě kombinovaného použití skupiny UGS a UAS pak značnou výhodou přináší mobilní bezdrátová síť (Mobile Adhoc Network – MANET), která umožňuje vzájemnou retranslaci rádiového signálu každým robotickým prostředkem až k místu velení. Tímto způsobem lze prodloužit dosah rádiové komunikace UGS. Největším problémem ale, z hlediska rychlosti a dynamiky přesunu, je autonomie navigace UGS přímo v terénu. Důvodem je nepředvídatelný výskyt překážek a porostů, který se jeví jako překážka. Z toho důvodu je nutné trasy střežení nejprve prozkoumat pěší hlídkou, se zaměřením na průchodnost, viditelnost a možností naslouchání do okolního prostoru obrany základny/místa velení. Na základě identifikace přítomnosti sil a prostředků nepřítele senzory UGS pak bude možné realizovat reakci vlastních sil v dostatečném předstihu. Může se například jednat o vyslání QRF, navedení dělostřelecké palby, působení vzdušných sil anebo okamžité změně pozice mobilního místa velení.

Problémy s autonomní navigací v terénu dokreslují i v článku popsané experimenty, které byly zaměřeny na ochranu statické základny/místa velení. Trasa střežení byla vy počítána TDSS přes trasové body. A přestože byla celkově průchodná, tak kalkulovaný čas jejího překonání UGS Taros Furbo byl násobně vyšší. Hlavním problémem byl výskyt překážek nebo LIDAREm detekovaných překážek, například v podobě vyšší trávy, které nutily UGS neustále vyhledávat průjezdné koridory mezi nimi. Řešením pro klasifikaci průchodnosti překážek do budoucna by mohlo být například kombinované využití senzorů LIDAR s optickými přístroji, které by výpočetní jednotce UGS poskytly obrazové vstupy k reálnému vyhodnocení průchodnosti překážek. I přes toto možné budoucí zdokonalení je však nutné stále počítat s velmi omezenou dynamickou reakcí UGS na případný blízký kontakt nebo napadení nepřítelem. Vynucenou změnu trasy manévru po identifikaci nepřítele totiž musí stále do systému zadat operátor, což vyžaduje neustálé sledování obrazových výstupů UGS. Využití většího počtu autonomních UGS ale umožňuje pokrytí většího prostoru střežení za kontroly pouze jedním operátorem, který by případné řešení situace narušení vnějšího perimetru nepřítelem předal jednotce QRF.

Text vznikl za podpory projektu institucionální podpory LANDOPS – Vedení pozemních operací u Fakulty vojenského leadershipu Univerzity obrany (DZRO-FVL22-LANDOPS).

Autoři prohlašují, že nejsou ve střetu zájmů v souvislosti s publikováním tohoto článku a při jeho přípravě akceptovali všechny etické normy požadované vydavatelem.

SEZNAM ZKRATEK

AČR	Armáda České republiky
BDOC	Base Defence Operations Cell
CS	Cost Surface
CCS	Combined Cost Surface

ČVUT	České vysoké učení technické
ECP	Entering Control Point
HF	Horizontal Factor
HMV PrÚU	Hlavní místo velení praporečního úkolového uskupení
ISTAR	Intelligence, Surveillance, Target Acquisition and Reconnaissance
LIDAR	Light Detection and Ranging
MANET	Mobile Adhoc Network
MCS CZ	Maneuver Control System CZ
NATO	North Atlantic Treaty Organization
QRF	Quick Reaction Force
TAROS	Taktický Robotický Systém
TDSS	Tactical decision support systém
TMV	taktická místa velení
UAS	Unmanned Aerial System
UGV	Unmanned Ground Vehicle
UGS	Unmanned Ground System
USV	Unmanned Surface Vehicle
VF	Vertical Factor
VMV	vzdušná místa velení
VOP	Vojenský Opravárenský Podnik
VŠB-TU	Vysoká škola báňská – technická univerzita
VUT	Vysoké učení technické
ZMV	záložní místa velení

SEZNAM ZDROJŮ

Alcaras, Emanuele, Ugo Falchi and Claudio Parente. 2020. „Digital terrain model generalization for multiscale use.“ *International Review of Civil Engineering (IRECE)* 11(2). <https://doi.org/10.15866/irece.v11i2.17815>.

Army recognition group. 2023. „Russian Uran-6 robotic demining UGV undergoing modernization following Ukraine war experience.“ June 13, 2023. <https://1url.cz/vJVBy>.

Army recognition group. 2024. „NRTK Courier: Ukraine's New Tech Weapon with AGS-17 and Mine Carrier Showcased at Army 2024.“ August 12, 2024. <https://1url.cz/1JVpt>.

Army technology. 2015. „TAROS V2 Unmanned Ground Vehicle (UGV).“ January 25, 2015. <https://1url.cz/H1g46>.

Army technology. 2016. „Uran-6 Mine-Clearing Robot.“ September 19, 2016. <https://www.army-technology.com/projects/uran-6-mine-clearing-robot/>.

Balestrieri, Eulalia, Pasquale Daponte, Luca De Vito and Francesco Lamonaca. 2021. „Sensors and Measurements for Unmanned Systems: An Overview.“ *Sensors* 21 (4). <https://doi.org/10.3390/s21041518>.

Černý, Jiří a Stodůlka, Vítězslav 2008. „Některé aspekty organizace velení a řízení u brigádního úkolového uskupení v prostředí NEC.“ Online. Vojenské rozhledy. roč. 2008, č. 4. ISSN 2336-2995. <https://vojenskerozhledy.cz/kategorie-clanku/teorie-a-doktriny/nektere-aspekty-organizace-veleni-a-rizeni-u-brigadniho-ukoloveho-uskupeni-v-prostredi-nec>. [cit. 2024-12-19].

Černý, Jiří 2019. „Organizace velení a řízení.“ In: Vojenský plánovací proces a rozhodovací proces v operacích. Praha: powerprint. ISBN 978-80-7568-160-7.

Demarest, Colin. C4ISRNet. 2023. „For US Army's future command posts, one size will not fit all.“ December 16, 2024. <https://1url.cz/V1gk9>.

Elsight. 2025. „How Connected Unmanned Ground Vehicles (UGVs) Drive the Future of Military and Industrial Operations.“ February 20, 2025. <https://1url.cz/EJVBf>.

Enova Robotics. 2025. „Security Robots For a Safer World.“ Accessed August 25, 2025. <https://www.enovarobotics.eu/>.

European security and defence. 2023. „The State of Autonomy, AI & Robotics for Russia's Ground Vehicles.“ June 26, 2023. <https://1url.cz/rJVpi>.

Florinsky, Igor. 2025. *Digital Terrain Analysis*. Elsevier Academic Press. <https://doi.org/10.1016/C2023-0-51092-4>.

Galin, Eric, Eric Guérin, Adrien Peytavie, Guillaume Cordonnier, Marie-Paule Cani, Bedrich Benes and James Gain 2019. „A Review of Digital Terrain Modeling.“ *Computer Graphics Forum* 38 (2). <https://doi.org/10.1111/cgf.13657>.

Grasseová Monika, Radek Dubec a David Řehák. 2012. *Analýza podniku v rukou manažera: 33 nejpoužívanějších metod strategického řízení*. Brno: Albatros Media.

Grohmann, Jan. Armádní noviny. 2013. „Český bojový robot TAROS 6x6 Furbo.“ 4. 6. 2013. <https://www.armadinoviny.cz/cesky-bojovy-robot-TAROS-6x6-furbo.html>.

Grohmann, Jan. Armádní noviny. 2020. „UGV-Pz: Český průzkumný robot pro Armádu ČR.“ 16. 7. 2020. <https://1url.cz/U1g4v>.

Hirt, Christian. 2014. „Digital Terrain Models“. In *Encyclopedia of Geodesy*. Cham: Springer. https://doi:10.1007/978-3-319-02370-0_31-1.

Jančo, Ján a Jaroslav Kompan, 2023. „Influence of the Bridge's Status on the Military Mobility in the Slovak Republic“. In *Transportation Science and Technology (TRANSBALICA 2022). Lecture Notes in Intelligent Transportation and Infrastructure*. Cham, Switzerland: Springer, international publishing AG. https://doi.org/10.1007/978-3-031-25863-3_44

Just, Jiří. 2021. „Rusku jako zemi válka v Sýrii prakticky nic nedala. Úspěch Kremlu zůstal občany nedoceněný.“ *Lidové noviny*. *Lidovky.cz*, 16. 3. 2021. <https://1url.cz/Y1gsu>.

Khol, David. CZDEFENCE - czech army and defence magazine. 2023. „Zkušenosti z nasazení bojových pozemních robotů.“ 29. 10. 2023. <https://1url.cz/1uVwl>.

Lážňovský, Matouš a Jan Grohmann. 2014. „Česká firma vyvíjí robota pro armádu. Může nést i raketomet.“ *Idnes.cz*, 21. 11. 2014. <https://1url.cz/k1glF>.

Ministerstvo obrany České republiky. 2002. *Koncepce výstavby profesionální Armády České republiky a mobilizace ozbrojených sil České republiky*. Praha.

MLýnková, Kateřina. Vojenská policie. 2022. „V hlavní roli UGV a SOM 6.“ 30. 9. 2022. <https://vp.mo.gov.cz/aktuality/v-hlavni-rol-i-ugv-som-6>.

National Institute of Standards and Technology. 2004. *Autonomy Levels for Unmanned Systems (ALFUS) Framework Volume I: Terminology*. Hui-Min Huang. NIST Special Publication 1011. Gaithersburg: https://www.nist.gov/system/files/documents/el/isd/ks/NISTSP_1011_ver_1-1.pdf

Newsweek. 2023. „How Russia's ‚Marker‘ Combat Robots Could Impact Ukraine War.“ January 18, 2023. <https://1url.cz/uJVpu>.

Nilsson, Ulrik, Petter Ogren and Johan Thunberg. 2008. „Optimal positioning of surveillance UGVs.“ In *2008 IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems*, s. 2539-2544. Cham: IEEE.

Nohel, Jan 2019. „Possibilities of Raster Mathematical Algorithmic Models Utilization as an Information Support of Military Decision Making Process.“ In *Modelling and Simulation for Autonomous Systems (MESAS 2018)*. Cham, Switzerland: Springer, international publishing AG.

Nohel, Jan, Petr Stodola, Jan Zezula, Pavel Zahradníček and Zdeněk Flasar. 2023. „Area reconnaissance modeling of modular reconnaissance robotic systems.“ *Journal of Defense Modeling and Simulation: Applications, Methodology, Technology*. <https://doi:10.1177/15485129231210302>.

Petty, Taylor M., Juan D. Fernandez, Jason N. Fischell, Jason N. Fischell and Luis A. De Jesús-Díaz. 2022. „Lidar Attenuation Through a Physical Model.“ ASME. J. Auton. Veh. Sys. April 2022; 2(2): 021003. <https://doi.org/10.1115/1.4055944>.

Pivoňka, Michal. CZDEFENCE.cz – Czech Army & Defence Magazine. 2024. „Navštívili jsme oddělení ochrany objektů Vojenské policie.“ 6. 9. 2024. <https://www.czdefence.cz/clanek/oddeleni-ochrany-objektu-vojenske-police>.

Roblin, Sebastien. The National Interest. 2021. „What Happened When Russia Tested Its Uran-9 Robot Tank in Syria?“ April 7, 2021. <https://1url.cz/F1gsJ>.

Roblin, Sebastien. The Daily Beast Company LLC. „Israel Is Sending Robots With Machine Guns to the Gaza Border.“ Jun 25, 2021. <https://1url.cz/t1Gsv>.

Rybanský, Marian, Josef Rada and Filip Dohnal. 2021. „The Impact of the Accuracy of Terrain Surface Data on the Navigation of Off-Road Vehicles.“ *ISPRS International journal of geo-information* 10 (3) s 106. <https://doi:10.3390/ijgi10030106>.

Schachter, Bruce J. 2018. *Automatic Target Recognition*. Third edition. SPIE Press.

SMP Robotics. 2025. „Security Robot System.“ Accessed August 25, 2025. https://smprobotics.com/security_robot/robot-security-system/.

Sorbaňa, Michal a Josef Vondrák. 2024. „Prvky dělostřelecké podpory míst velení divizního, brigádního a praporečnického úkolového uskupení. In: Vojenské rozhledy. Brno: Univerzita obrany, 2024. ISSN 2336-2995. Dostupné z: <https://vojenskerozhledy.cz/kategorie/prvky-delostrelecke-podpory-mist-veleni-divizniho-brigadniho-a-praporecniko-ukoloveho-uskupeni>.

Správa doktrín ŘeVD. 2008. *Zkušenosti z operací: Ochrana základny*. Josef Buza, Luděk Hodboď, Helena Němcová, Jaroslav Mráz. 6/2008. Vyškov.

Stodola, Petr. 2018. *Informační podpora rozhodovacího procesu velitele*. Brno: Univerzita obrany. ISBN 978-80-7568-105-8.

Thomas, Timothy. MITRE Corporation. 2020. „Russian lessons learned in Syria: An assessment.“ June, 2020. <https://1url.cz/v1gse>.

United24 media. 2025. „Autonomous fighting robots are here but don't expect them to roll in with an ,80s rock soundtrack or big explosions like a scene from a Battlefield 2042 trailer. Instead, they come with something even better: a fundraiser!“ October 25, 2024. <https://1url.cz/RJvPH>.

Uppal, Rajesh. 2023. „The Future of Command Posts: Enhancing Security, Mobility, and Efficiency for Enhanced Military Operations.“ *International Defense, Security & Technology*. <https://1url.cz/Y1gkO>.

Uppal, Rajesh. 2025. „AI in Warfare: Israel's Integration of Advanced Military Technologies in Conflict and Its Legal and Ethical Implications.“ *International Defense, Security & Technology*. <https://1url.cz/aJVB8>.

Urban Samková, Kateřina, Jan Kubeša, Viktor Sliva, and Olga Balintová. 2023. „TAROS jako směr budoucího vývoje VOP CZ.” *A report* 2023 (6) s 26-31. https://www.army.cz/multimedia-a-knihovna/casopisy/a-report/ar6_2023.pdf.

Úřad pro obranu standardizaci, kalorizaci a státní ověřování jakosti, odbor obranné standardizace. 2023. *Slovník NATO s termíny a definicemi: české vydání slovníku, aktualizované podle údajů v NATOTerm k 31. 12. 2023*. Praha: <https://oos-data.army.cz/aap6/AAP06CZE20231231.pdf>.

Vojenský technický ústav. 2024. „VTÚ předal Vojenské policii systém ochrany a monitorování.” 17. 12. 2024. <https://www.vtusp.cz/aktuality/vtu-predal-vojenske-policii-system-ochrany-a-monitorovani/>.

Voska, Michal. Armádní noviny. 2014. „Reportáž: Future Forces 2014.” 24. 10. 2014. <https://www.armadninoviny.cz/reportaz-future-forces-2014.html>.

Wang, Meili, Jian Chang and Jian J Zhang 2010. „A review of digital relief generation techniques.” In *ICCET 2010 - 2010 International Conference on Computer Engineering and Technology, Proceedings* 4. <https://doi:10.1109/ICCET.2010.5485636>.

Waters, Houston K. Air force materiel command. 2021. „New force protection teams to leverage A.I., ‘robotic dogs’ at Tyndall.” May 10, 2021. <https://1url.cz/U1g4d>.

Zac, George. Cambridge Radio Frequency Systems. 2024. „Advantages of RF sensors on combat Unmanned Ground Vehicles.” December 16, 2024. <https://1url.cz/21gk5>.

Zahradníček, Pavel, Martin Botík, Luděk Rak, and Jan Hrdinka. 2023. „Modern Battlefield and Necessary Reflection in Military Leader’s Education and Training.” *Vojenské rozhledy* 32 (4). <https://doi:10.3849/2336-2995.32.2023.04.110-122>.

Zalevsky, Zeev, Gerald S. Buller, Tao Chen, Moshik Cohen, and Rory Barton-Grimley. 2021. „Light detection and ranging (lidar): introduction.” *Journal of the Optical Society of America A* 38 (11). <https://doi:10.1117/3.2315926>. ISBN 9781510618572.