

Současné a budoucí trendy ve vývoji a aplikaci robotických systémů využitelných v rámci ženijních prací

The Current and Future Trends in Development and Application of Robotic Systems Usable in Military Engineering

npor. Ing. Michal Kopuleť

Abstrakt: Text pojednává o současných a budoucích trendech ve vývoji a aplikaci robotických systémů využitelných v rámci ženijních prací. První kapitola textu se zabývá soudobými obecnými požadavky na robotizaci ženijních prací a zároveň se věnuje hodnocení současného stavu aplikace ženijních robotických systémů do vojenské praxe. Druhá část práce se zabývá budoucími možnostmi robotizace ženijních prací a zmiňuje vývojové trendy robotických technologií s důrazem na ženijní robotické systémy. Zaměřuje se také na predikci vývoje aplikace těchto systémů do ženijního vojska Armády České republiky. Poslední část textu shrnuje identifikované rozpory současného stavu se stavem požadovaným a sumarizuje jednotlivá doporučení.

Abstract: The text deals with current and future trends in the development and application of robotic systems suitable for military engineering. The first chapter deals with contemporary requirements for application of robotics into military engineering and furthermore it assesses current state of application of engineer robotic systems into military practice. The second chapter is dedicated to future possibilities of application of robotic systems into military engineering and mentions trends in development of robotic technologies with an emphasis on engineer robotic systems. The chapter also aims at forecast of development and application of these systems into Czech army corps of engineers. The last part of the text summarizes identified discrepancies between current and required state and deduces individual recommendations.

Klíčová slova: Ženijní práce; robotický systém; ženijní vojsko; bezosádkový systém.

Keywords: Military Engineering; Robotic System; Corps of Engineers; Unmanned System.

ÚVOD

Motto: „Roboti jsou nejslibnější technologií budoucnosti.“¹

Vědecko-technická revoluce postupně zasáhla do všech oblastí lidské činnosti. Vyspělé technologie se staly součástí našich životů a jejich aplikace se logicky nevyhnula ani armádě. V rámci konfliktů ve 20. a 21. století se ukázalo, že tyto technologie mohou mít vliv na úspěšnost vojenské operace. Současným fenoménem, který úzce souvisí s vědeckotechnickým pokrokem, je robotizace. Nahrazování lidské práce kapitálem je zejména v posledních letech velice populární v soukromé i veřejné sféře. Ve veřejném sektoru se robotizace týká především bezpečnostní sféry. Ukazuje se, že armády, které investovaly do moderních technologií a vývoje robotických prostředků, mohou mít značný náskok před ostatními méně vyspělými armádami, což je v boji může činit silnějšími. I bez hluboké analýzy jsme schopni predikovat, že moderní konflikty budou do velké míry vedeny prostředky s vysokou mírou autonomie, tedy s co největší nezávislostí na člověku. Robotizace je totiž nevyhnutelným procesem vývoje moderní lidské civilizace, a proto je aktuálnost tohoto tématu nezpochybnitelná. Pokud tedy armády chtějí být konkurenceschopné, budou muset investovat značné prostředky do vývoje moderních technologií – a tedy i do robotů. Proces robotizace se jako moderně progresivní prvek vědeckotechnologického pokroku nevyhne ani armádám a přirozeně ani jednotlivým druhům vojsk.

1. SOUČASNÉ POŽADAVKY NA ROBOTIZACI ŽENIJNÍCH PRACÍ

„Vznik bezosádkových, autonomních a robotických technologií je často považován za další vlnu technologické revoluce.“²

Ženíjní vojsko bude jako ostatní podpůrné druhy vojsk v budoucnu zcela jistě také předmětem částečné robotizace. Nastává ale několik zásadních otázek, které souvisí se zaváděním robotů. Proč robotizovat ženijní práce? Z čeho vyplývají požadavky na robotizaci? Jaké jsou důvody k nahrazování vojáků roboty při plnění úkolů v rámci ženijních prací? Není robotizace spíše daleká budoucnost hraničící se science-fiction než blízká realita?

¹ *Relevance and possible future role of robotic/unmanned systems for FINABEL land forces* [online]. Brussels: European land forces interoperability center FINABEL, 2013 [cit. 2015-12-30]. Dostupné z: http://www.finabel.org/files/studies/2014.Study_FDE.4.R_EN.pdf.

² NOLIN, Pierre Claude. *Transforming of the future warfare: Network – enabled capabilities and unmanned system* [online]. NATO Parliamentary, 2007. Dostupné z: http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2004_2009/documents/dv/270/270907/270907nolingeneral_en.pdf

Současné operační prostředí se neustále dynamicky vyvíjí. Bude velmi pravděpodobně docházet ke stále vyššímu tempu technologických změn ve vojenství. Někdy se hovoří o tzv. smršťování světa, tedy redukci prostoru a času. Operační prostředí bude svým charakterem velice komplexní a bude zasahovat i mimo tradiční domény vojenských operací – do kybernetické, kosmické apod. K dalším fenoménům budoucího operačního prostředí bude patřit digitalizace a robotizace bojiště. Vyspělé technologie budou tedy hrát čím dál důležitější roli a budou stále dostupnější. Pro účely vojenství jsou již nyní využívány poznatky z oblasti informačních technologií, nanotechnologií, biotechnologií a robotiky a v budoucnu tomu nebude jinak. Na základě analýzy národních i zahraničních publikací lze konstatovat, že věda a technologie umožní další rozvoj systému velení a řízení (s velkým nárůstem datových toků na nejnižších stupních velení), shromažďování, vyhodnocování a přenos informací v reálném čase (NEC – Network Enabled Capability). Na bojišti bude pokračovat rozvoj senzorů, družicové techniky a především pak robotických systémů. Bude tedy docházet k postupnému nahrazování osob roboty. Zvyšování ničivé síly bojových prostředků a omezené možnosti ochrany povedou k tomu, že se bojiště v dlouhodobém časovém horizontu vyhladí.³ I když se toto tvrzení může zdát jako příliš ambiciózní, již v současnosti jsme svědky tzv. robotické revoluce, která je ale zatím jen na svém počátku. Tento fakt lze podpořit jednoznačnými kvantitativními ukazateli – v roce 2014 bylo odhadováno, že je armádami nakoupeno ročně asi 11 tisíc robotických systémů, které jsou určeny pro obranné účely, což je asi 45 % celkového světového trhu se servisními roboty, přičemž nejprodávanejšími jsou bezpilotní systémy (UAS), které představují asi 82 % z celkových počtů všech prodaných robotických prostředků. Dále je odhadováno, že v letech 2015 až 2018 bude prodáno asi 58 800 vojenských robotů.⁴

Robotické systémy jsou z velké části anorganické systémy, z čehož vyplývá mnoho specifických vlastností využitelných ve vojenství. Roboti jsou postradatelní, nahraditelní, nepotřebují spánek a jídlo, jsou imunní vůči stresu a fyzické náročnosti, nepodléhají strachu ani emocím, nepotřebují výcvik a díky pokročilým senzorům mají lepší vnímání operačního prostředí. To vše je přímo předurčuje k plnění úkolů, které se v zahraniční literatuře nazývají jako 3D – *dirty, dull and dangerous* (špinavé, tupé a nebezpečné) nebo také 3H – *hot, heavy, hazardous* (horké, těžké, nebezpečné). Schopnost plnit tyto úkoly je prvotním a zcela fundamentálním požadavkem na ženíjní roboty. Vystává však otázka, proč zrovna robotizovat ženíjní práce. V průběhu vědeckého zkoumání bylo zjištěno, že požadavků na robotizaci ženíjních prací je hned několik.

Ženíjní podsystém velení a řízení – C2 (*Command and Control*) je součástí komplexu ženíjního podsystému, což je z ženíjní perspektivy všezahrnující systém, ve kterém mimo jiné probíhají všechny myšlenkové a realizační procesy v rámci ženíjních prací. V ženíjním podsystému C2 jsou realizovány zejména myšlenkové procesy, které musí předcházet samotné plnění ženíjních úkolů v rámci ženíjních prací. Tento systém existuje/působí ve dvou rovinách – směrem k vševojskovému veliteli a směrem k veliteli ženíjních

³ GALATÍK, Vlastimil a Libor FRANK. *Principy obrany České republiky „2030“*. Vyd. 1. Brno: Univerzita obrany, 2008. ISBN 978-80-7231-513-0.

⁴ *Service Robot Statistics: World Robotics 2015 Service Robots*. In: International Federation of Robotics [online]. 2015 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: <http://www.ifr.org/service-robots/statistics/>

jednotek. První důležitý požadavek spočívá v charakteru ženijních prací jako celku. Ženijní práce (MILENG) jsou ženijní činností, uskutečňovanou bez ohledu na příslušnost k druhu sil nebo služby, spočívající v utváření fyzikálních charakteristik operačního prostředí.⁵ Samotnou realizací ženijních prací jsou podporovány všechny společné funkce na všech úrovních operace. Společné funkce JFs (*Joint Functions*) operace poskytují rámec, který propojuje jednotlivé schopnosti a aktivity, které společně pomáhají veliteli integrovat, synchronizovat a řídit různorodé schopnosti a aktivity ve společných operacích. Jednotlivé JFs tvoří podoblasti, dle kterých můžeme kategorizovat jednotlivé úkoly v rámci ženijních prací. Ve všech společných operacích a na všech úrovních existují tyto JFs - velení a řízení (Command and Control), manévry a ničivé účinky (Manoeuvre and Fires), zpravodajství (Intelligence) ochrana vojsk (Force protection), informační operace (Info Ops), CIMIC (Civil-Military Cooperation).⁶

Ženijní práce přitom obecně charakterizuje mnoho aspektů, které vycházejí z vojenské teorie i praxe. Tato multioborová činnost se zabývá širokým spektrem různorodých úkolů, které se svým charakterem odlišují. Ženijní práce jsou mimo jiné tradičně náročné na logistické zásobování a jsou také nebezpečné.⁷ Komplexní přístup z pohledu společných funkcí je základním předpokladem k pochopení problematiky ženijních prací. Analýzou souvislostí, vzájemných vztahů, obsahu jednotlivých požadavků na ženijní podsystém velení, lze vyvodit obecný závěr, že pro vedení společných operací je nezbytný funkční, interoperabilní, synchronizovaný, procesně a informačně integrovaný a provázaný ženijní podsystém velení a řízení na všech úrovních velení a ve všech fázích operace. Současné systémy velení a řízení však neexistují samostatně a vyvstává požadavek na jejich postupné propojování v rámci Network Enabled Capability (NEC). Robotické systémy a NEC existují jako dvě odlišné technologické vývojové linie, ale je mezi nimi silná koheze.⁸ Robotické systémy jsou účinným nástrojem (prostředkem) určeným mimo jiné ke shromažďování informací a zpravodajských informací a jsou někdy chápány jako fyzické rozšíření NEC. Na druhou stranu, robotické systémy nemohou (efektivně) pracovat, aniž by byly zapojeny do tohoto systému. Očekává se, že propojení NEC s robotickými systémy může zapříčinit dramatický úbytek nasazených sil a prostředků a zvýší jejich schopnost přežít.⁹ Byl tedy také identifikován požadavek na existenci robotických systémů a jejich propojení s ženijním podsystémem velení a řízení v rámci NEC.

Na základě racionálních předpokladů, informací získaných z rozhovorů s odborníky a provedeného hodnocení v rámci skupinové diskuze s ženijními specialisty bylo dosaženo obecného konsensu při posuzování ženijních úkolů z pohledu charakteristiky

⁵ ATP-3.12.1. *Allied doctrine for Military Engineering*. Brusel: NSA, 2016

⁶ ATP-3.12.1. *Allied doctrine for Military Engineering*. Brusel: NSA, 2016

⁷ PHUA, Daryl, Chun TAN a Wong KIMBERLY. *Technical advancements and innovations in combat engineer equipment*. DSTAHorizons[online]. Singapore: Defence Science and Technology Agency, 2015. ISSN 2339-5303. Dostupné z: goo.gl/dnuAYl.

⁸ NOLIN, Pierre Claude. *Transforming of the future warfare: Network – enabled capabilities and unmanned system* [online]. NATO Parliamentary, 2007. Dostupné z: goo.gl/neGBOZ

⁹ NOLIN, Pierre Claude. *Transforming of the future warfare: Network – enabled capabilities and unmanned system* [online]. NATO Parliamentary, 2007. Dostupné z: goo.gl/neGBOZ

3D – „špinavosti, nebezpečnosti a monotónnosti“. Bylo posuzováno celkem 22 ženíjních úkolů uvedených v doktrínální publikaci ATP-3.12.1, přičemž každý úkol mohl být ohodnocen maximálně třiceti body. Vysoký faktor 3D charakteristik vykazovalo 14 úkolů (více než 20 bodů).

Mezi celkem 10 kritických úkolů (více nebo rovno 25 bodů), na kterých se všichni ženíjní odborníci shodli, patří zejména Management výbušného nebezpečí (Explosive Threat Management), který zahrnuje EOD a IEDD problematiku, protipožární práce (Fire-fighting), ženíjní průzkum (Engineer Reconnaissance), vojenské potápěčské práce (Military engineer diving), ražení průchodů (Breaching), čištění cest a prostorů (Area / Route Clearance), podpora CBRN (Support to CBRN), demoliční práce (Demolitions), vojenské pátrání (Military Search), odepření prostorů a cest (Area / Route Denial). Z výše zmiňovaných důvodů vyplývá klíčový požadavek na aplikaci robotických prostředků k plnění (kritických) ženíjních úkolů, které vykazují vysokou míru úrovně „3D“. Toto hodnocení má především ilustrativní charakter o 3D úrovni jednotlivých úkolů a poukazuje tedy na fakt, že většina ženíjních úkolů lze charakterizovat jako nebezpečné, náročné či monotónní.

Mimo tento hlavní požadavek je možné nalézt v zahraničních studiích a analýzách další výčet nejrozličnějších požadavků kladených na robotické systémy, které jsou však často shodné nebo podobné. FINABEL (organizace prosazující kooperaci a spolupráci členských zemí Evropské unie) vyspecifikovala některé základní požadavky na schopnosti robotických systémů, které vyplývají z jejich možného operačního použití a které lze vztahovat i na potenciální ženíjní robotické prostředky:¹⁰

- Plnit úkoly v nepřátelském prostředí, klíčová tak musí být mobilita těchto prostředků;
- Analyzovat a porozumět situaci a na základě toho upravit své chování/činnost;
- Provádět i složité technické procesy (např. zneškodňování IED);
- Plnit úkoly permanentně;
- Jasně a jednoduše komunikovat prostřednictvím rozhraní mezi člověkem a strojem (Human-Machine Interface).

Dalšími obecnými požadavky na vojenské robotické systémy jsou dle závěrů analýzy Petera Simona Sapatyho z Institutu matematických strojů a systémů následující:¹¹

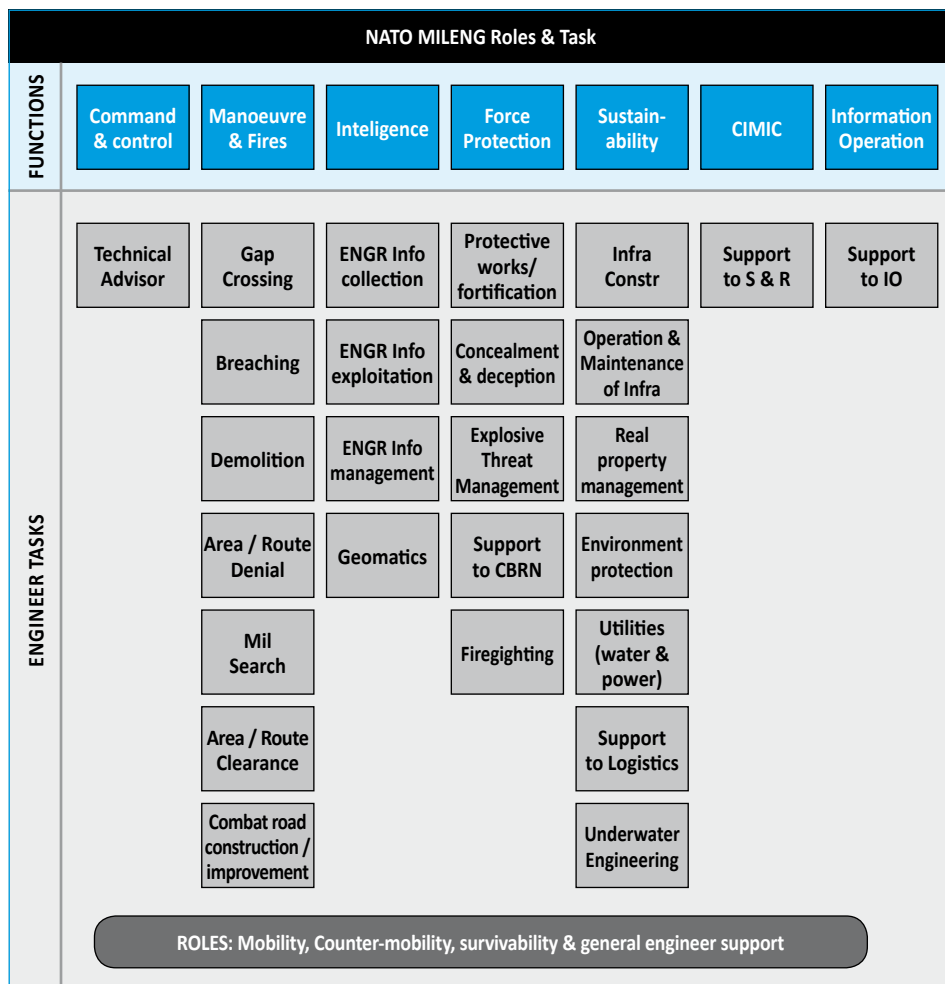
- Schopnost operovat na velké vzdálenosti;
- Schopnost navigace, pohybu, pozorování, shromažďování dat, nesení nákladu (zbraní a munice) a působení na osádkové i bezosádkové systémy a fyzické prostředí;
- Schopnost vysoké úrovně autonomie a rozhodování;
- Schopnost efektivní interakce s osádkovými systémy a být integrovanou součástí systému C2;
- Schopnost swarming efektu (tzv. rojení) v rámci masového použití, efekt musí být přímo řízen lidskými obsluhami;

¹⁰ *Relevance and possible future role of robotic/unmanned systems for FINABEL land forces* [online]. Brussels: European land forces interoperability center FINABEL, 2013 [cit. 2015-12-30]. Dostupné z: http://www.finabel.org/files/studies/2014.Study_FDE.4.R_EN.pdf.

¹¹ SAPATY, Peter Simon. *Military Robotics: Latest Trends and Spatial Grasp Solutions*. In: *International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence* [online]. 2015 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: go.gl/IRFj7m

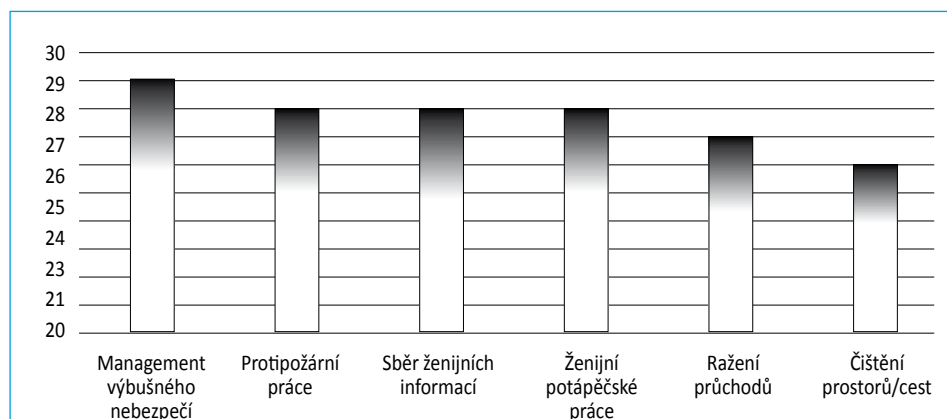
- Schopnost být v reálném čase (pře)úkolován a reagovat na změnu úkolů či změnu prostředí;
- Být dostatečně bezpečný;
- Jejich chování musí být v souladu s mezinárodními normami.

Mezi současné požadavky na ženijní roboty patří široké spektrum nejrůznějších takticko-technických vlastností, avšak z rozhovorů s odborníky vyplývá, že některé požadavky jsou limitovány současnými technologickými, ale i politickými, sociálními, ekonomickými či legislativními omezeními. Analýza těchto faktorů však není předmětem tohoto textu.

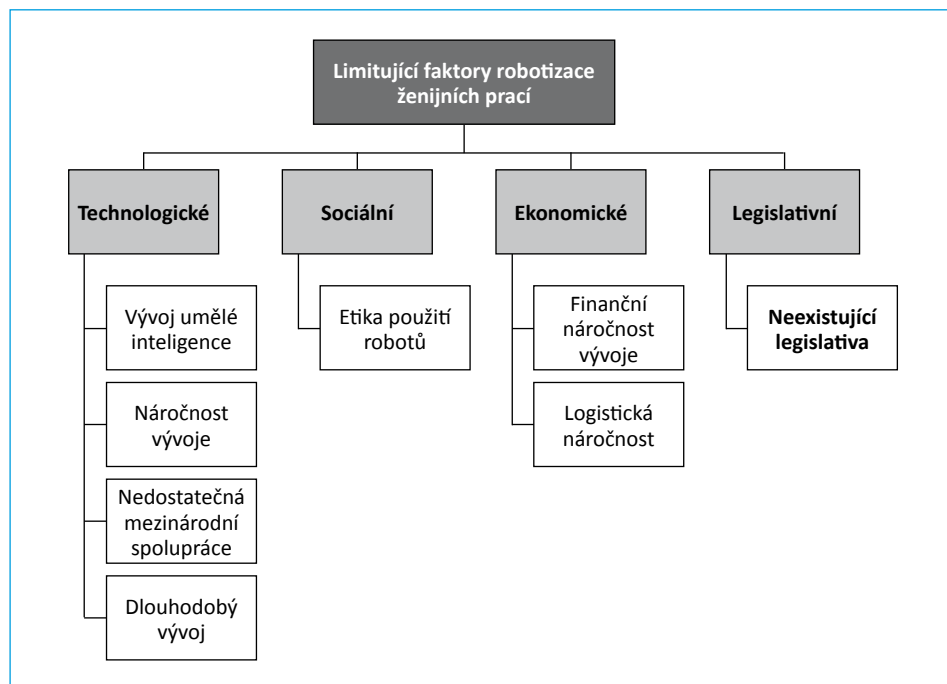


Obrázek č. 1: Spektrum ženijních úkolů podle ATP 3.12.1

Zdroj: ATP 3.12.1



Obrázek č. 2: Úroveň 3D vybraných ženijních úkolů



Obrázek č. 3: Identifikované faktory limitující robotizaci ženijních prací

1.1 Ženíjní robotické systémy v zahraničních armádách

Ve skutečně moderních a pokrokových armádách světa je zavádění bezosádkových/robotických systémů obecně věnována značná pozornost.¹² V současné době se výzkumem a vývojem zabývá většina vyspělých armád světa. Ze všech armád NATO však zatím nejdále pokročily USA, které jsou v současné době světovým lídrem a zároveň i koncepčním vzorem pro ostatní armády NATO. Oproti ostatním zemím mají USA náskok nejen ve výzkumu a vývoji, ale i v operačním, praktickém nasazení vojenských robotů. K ostatním členským státům NATO, které se intenzivně věnují výzkumu a vývoji těchto prostředků patří Velká Británie, Francie, Německo, Itálie, Kanada a Turecko. Mezi další státy, které se aktivně zabývají výzkumem a vývojem robotických prostředků jsou Izrael, Čína, Indie, Pákistán a zejména pak Ruská federace. Problematikou implementace robotů do vojenství včetně oblasti ženíjních prací se zabývá asi 60 zahraničních armád. Ostatní armády jsou však ve srovnání s ozbrojenými silami USA v zavádění a používání robotických prostředků opožděny o několik let.¹³ USA jsou také největším investorem do robotických prostředků. V roce 2014 vložily do nákupu robotických technologií přes 6 mld. dolarů, což je o bezmála 2 mld. dolarů více, než všechny evropské země dohromady.

I když se vývoj prvních robotických systémů datuje někdy do období konce druhé světové války, opravdová robotická revoluce byla započata až po roce 2001. Ženíjní robotické systémy prošly od roku 2001 obrovským rozvojem a staly se součástí téměř všech vyspělých armád světa. Po roce 2001 rapidně vzrostl aktuální operační požadavek na zavádění dálkově řízených prostředků určených k EOD (Explosive Ordnance Disposal – Likvidace nevybušné munice) a IEDD (Improvised Explosive Devices Disposal – Likvidace improvizovaných výbušných zařízení) činností v zahraničních společných operacích. Například v letech 2004–2006 stoupl jen počet ženíjních EOD robotů nasazených v Afghánistánu Ministerstva obrany (MO) USA ze 160 na počet převyšující 4 000.¹⁴ Ženíjní EOD a IEDD roboti se začali masivně zavádět zejména do armád NATO, přičemž se jednalo zejména o systémy americké provenience. EOD/IEDD roboti v současné tvoří početně největší procento z oblasti zavedených pozemních robotických systémů UGS (Unmanned Ground System). V rámci MO USA je v současné době používáno několik tisíc robotů, které lze považovat za ženíjní.

¹² *Analýza stavu využití robotických prostředků v armádách NATO a v AČR: VTÚ/VTÚPV-799-11/2015.* Praha: VTÚ, 2015.

¹³ *Analýza stavu využití robotických prostředků v armádách NATO a v AČR: VTÚ/VTÚPV-799-11/2015.* Praha: VTÚ, 2015.

¹⁴ US DEPARTMENT OF DEFENSE. *Unmanned Systems Integrated Roadmap 2013 - 2038.* Washington, D.C.: Government Printing Office, 2007.

Název ženijního robotického prostředku	Počet (rok)
M 160 Platform w(MV-4, MV-4B)	21 (2007) 48 (2011) 65 (plánováno)
PackBot family of systems	1 372 (2007)
TALON family of systems	
Mini-EOD	320+ (2011)
MARCBot (IV and IV-N)	811 (IV; 2011) 496 (IV-N; 2011)
Bombot	1 842+ (2007)
Dragon Runner	10 (2007)
XM1216 SUGV	?
Assault Breaching Vehicle (ABV)	33 (2007)

Tabulka č. 1: Počet ženijních robotických systémů používaných MO USA

Současné robotické prostředky, které jsou využitelné v rámci ženijní práce, podporují zpravidla čtyři hlavní společné funkce – manévr a palby, zpravodajství, ochranu vojsk a udržitelnost. Tabulka č. 2 demonstruje využitelnost současných robotických prostředků při podpoře společných funkcí.

Dalšími ženijními robotickými prostředky široce zavedenými do ostatních armád jsou odminovací roboti na bázi mechanických odminovačů (např. MV-4, MV-10, Božena 5). Lze tedy obecně konstatovat, že již zavedené ženijní robotické systémy jsou velice specificky zaměřeny na konkrétní ženijní úkoly. Pokrývají tak jen velice úzkou část spektra ženijních úkolů a z jejich charakteru vyplývá, že jsou předurčeny pro plnění úkolů pouze v nebojových/stabilizačních operacích v rámci EOD, IEDD aktivit a čištění prostor od výbušnin (odminování). Dalšími výraznými charakterovými rysy a v podstatě i limitujícími faktory jsou možnosti pouze dálkového řízení a minimální nebo žádná úroveň autonomie.

Z technického hlediska je důležitý rozdíl mezi prostředky dálkově ovládanými vycvičeným operátorem a autonomními (inteligentními) prostředky, které jsou schopny plnit různé úkoly včetně vyhýbání se překážkám a hodnocení situace s minimální nebo žádnou intervencí operátora. Autonomní systémy tak mají jasné výhody oproti ovládaným systémům v tom, že mohou lépe reagovat na změnu situace a nikdy se nemohou unavit nebo nudit.¹⁵

¹⁵ NOLIN, Pierre Claude. *Transforming of the future warfare: Network – enabled capabilities and unmanned system* [online]. NATO Parliamentary, 2007. Dostupné z: goo.gl/neGBOZ

Společné funkce (Joint functions) dle AJP 3.12.1	Vybrané robotické prostředky využitelné v rámci ženijních prací
Manévr a palby	ACER, DOK-ING MV-4, MV-10, ARV, ABV, REF Minotaur, TAROS, Guardium MK-II, Gladiator, OTO TRP2, MAARS, Uran-6, Uran-14, Uran-9, UGEV, TAEV, G-nius Avantguard MK-I, QUESTAR, AMX30B2, Rocket robot, GRCP
Zpravodajství	ACER, DOK-ING MV-4, ARV, MARCbot, Dragon Runner, TALON, MATS, Cobra MkII, Mini-ROV, RAVEN, WASP, PUMA, ScanEagle, Throw bot, Cheatah VTE-3600, OTO TRP2, MAARS, Uran-6, Uran-9, Udar, Platform-M, Recon Scout XT, UGEV, TAEV, Milrem, Viper, Aladin, Luna, Datron SCOUT, G-nius Avantguard MK-1, Daksh, MACE 2, Black Knight, Sharp Claw 2, VIPer, CMP
Ochrana vojsk	ACER, DOK-ING MV-4, MV-10, EOD Man – MTRS, ABV, MACE, EOD Bombot, Robo-trencher, Dragon Runner, TALON, Spartacus, Uranium-6, Uranium-14, RemoTec ANDROS, Raam HaShachar, IAI SAHAR, Božena 5, MATS, iRobot Warrior, PackBot, Cheatah VTE-3600, Guardium, Uran-14, Uran-6, UGEV, TAEV, MIDS, DEFENDER, MTGR, DR 10, MMP-30, teleMAX, TAC-C, Mini-EOD, SUGV
Udržitelnost	ACER, MACE, Spartacus, Cobra MkII, TAROS, FOG HORN, TRAKKAR, TERRAMAX, MULE, UGEV, REX, R-Gator ACS, Crusher, SMSS

Tabulka č. 2: Vybrané robotické prostředky využitelné v rámci ženijních prací

1.2 Současné ženijní robotické systémy zavedené v ŽV AČR

Podle aktuálních národních koncepčních dokumentů budou v budoucnu k posílení schopností ženijní podpory prioritně pořizovány a zaváděny moderní ženijní prostředky a materiál k úpravě a údržbě cest, zřizování průchodů v zátarasech, překonávání vodních překážek, zřizování zátarasů, budování ochranných staveb a likvidace improvizovaných výbušných zařízení, a to včetně inteligentních robotických prostředků.¹⁶ Z koncepčních dokumentů tak jednoznačně vyplývá další požadavek na zavádění/aplikaci moderních inteligentních robotických prostředků pro plnění ženijních úkolů a z toho vyplývající potřeba řešit problematiku možností robotizace ženijních prací. Různé koncepční, strategické a analytické dokumenty také obecně zdůrazňují vhodnost robotizace ženijních prací.

Robotické systémy má v AČR ve výzbroji zavedeno jen ženijní vojsko a speciální síly. Jedná se o několik kusů ženijních/pyrotechnických EOD a IEDD robotů (TALON, tEODor a další) a odminovacích kompletů Božena. Tyto robotické prostředky byly pořízeny zejména na základě aktuálních operačních požadavků a jsou pravidelně nasazovány v zahraničních operacích. Jedná se však pouze o dálkově řízené prostředky bez schopnosti rozhodovat se na základě vývoje situace. Nemůže být tedy řeč o inteligentních, automatizovaných a v žádném případě autonomních robotických prostředcích.

¹⁶ *Koncepce výstavby AČR 2025: upravená verze pro zveřejnění* [online]. Praha: MO, 2015 [cit. 2016-05-15]. Dostupné z: http://www.mocr.army.cz/images/id_40001_50000/46088/KVA__R_ve__ejn__verze.pdf

Všechny tyto systémy vykazují několik shodných obecných charakteristik:

- Jsou svým charakterem určeny k ničení/likvidaci výbušných materiálů;
- Schopnost plnit jen úzké spektrum (ženijních) úkolů;
- Jsou ovládány na dálku a vyžadují přítomnost operátora;
- Nejsou automatizované;
- Nejsou schopny plnit úkoly autonomně (ani částečně);
- Jsou primárně předurčeny k plnění úkolů v nebojových operacích;
- Mají charakter ženijních podpůrných robotických systémů;

Z předešlého textu vyplývá, že vzniká zásadní rozpor současného stavu se stavem požadovaným, který definují národní koncepční dokumenty. Bylo také zjištěno, že současně zavedené robotické systémy nesplňují obecně definované požadavky, které vycházejí ze zahraničních analýz a studií - tyto robotické systémy jsou schopny plnit úkoly v nepřátelském prostředí jen omezeně. Jejich mobilita je nízká, průchodnost terénem a akční rádius minimální. Tyto stroje nejsou schopny analyzovat situaci a porozumět ji a nejsou tedy ani schopny upravit své chování. Nemají schopnost samostatné navigace, pozorování, shromažďování a vyhodnocování dat a další.

Obecně lze tedy říci, že ženijní robotické prostředky, které jsou v současné době zavedeny do výzbroje ŽV AČR, nesplňují většinu identifikovaných současných požadavků na pokročilé ženijní robotické prostředky. Byl tedy identifikován zásadní rozpor mezi současným a požadovaným stavem.

2. BUDOUCNOST ROBOTIZACE ŽENIJNÍCH PRACÍ

„Bill Gates jako jeden z prominentních technologických guru předpověděl, že dnešní svět je úsvitem doby robotů. Příklad současného stavu robotického průmyslu s počítači v polovině 70. let 20. století.“¹⁷

Roboti mají mnoho výhod a nevýhod, které mohou mít technologický, ekonomický, ale i například kulturně-sociální a legislativní charakter.¹⁸ Jestliže budeme považovat robota za entitu definovanou jeho vlastnostmi, musíme vzít v úvahu jeho negativní i pozitivní charakteristiky.

¹⁷ NOLIN, Pierre Claude. *Transforming of the future warfare: Network – enabled capabilities and unmanned system* [online]. NATO Parliamentary, 2007. Dostupné z: goo.gl/neGBOZ

¹⁸ THONG, Calvin, Tang HOWE a Lee JEROME. *Unmanned Technology - the holy grail for militaries?* [online]. [cit. 2016-09-25]. Dostupné z: goo.gl/Pvb2xG

Vybrané vlastnosti současných robotických systémů	
Výhody robotických systémů	Nevýhody robotických systémů
Ideální pro plnění 3D úkolů	Nedostatek inteligence, závislost na lidech
Umožňují zvyšování schopností (tzv. Force Multiplier Effect)	Závislost na zdrojích energie
Důslednost a konzistence výkonu	Bezpečnostní zranitelnost
Zvýšení produktivity	Náklady
Snižování rizika pro vojáky	Spolehlivost
Umožňují lepší sběr informací a povědomí o situaci	Vzbuzují kontroverze

Tabulka č. 3: Vybrané vlastnosti současných robotických systémů

Budoucnost robotických prostředků musí zákonitě vycházet mimo jiné z těchto vlastností, které mohou mít limitující charakter, nebo mohou naopak představovat příležitosti.

Dle analýz a studií vyplývá, že robotické systémy budou v budoucnu zaváděny do všech druhů vojsk a oblastí vojenství a budou podporovat vybrané společné funkce. Robotické systémy, které budou zavedeny do ženijního vojska, budou dle FINABEL podporovat především společné funkce udržitelnosti, ochrany sil a C2.¹⁹

Ženijní práce v rámci bojové/přímé ženijní podpory se zpravidla realizují v nebezpečném prostředí s možností použití zbraní hromadného ničení, či s možností výskytu výbušných materiálů/zařízení. Jednotlivé úkoly **bojové ženijní podpory** jsou charakterizovány vysokou úrovní nebezpečí a vysokou pravděpodobností exponování vlastních sil nepřátelské palbě, či potenciálnímu nebezpečí ze strany výbušných zátarasů. Tento fakt potvrzuje i americký dokument Unmanned Integrated Roadmap (UIR), který jednoznačně zařazuje bojovou/přímou ženijní podporu mezi úkoly vhodné k robotizaci.²⁰

Úkoly všeobecné ženijní podpory jsou zase charakterizovány vysokou mírou náročnosti na lidské síly a prostředky a některé úkoly taktéž vykazují extrémně vysokou míru nebezpečnosti z důvodu práce s výbušninami (EOD, IEDD činnost). Tyto úkoly mohou být jednoznačně definovány jako splňující 3D charakteristiku.

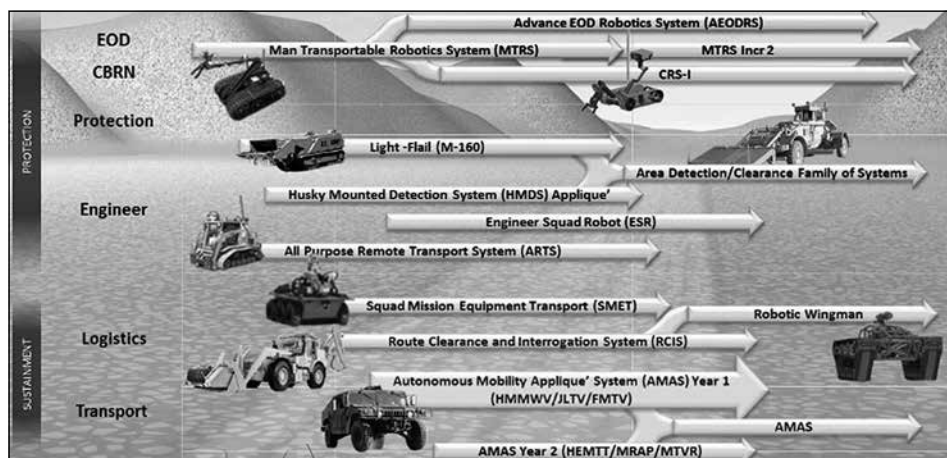
Nejnebezpečnějšími, nejsložitějšími jsou obvykle ženijní úkoly na podporu prvosledových jednotek v dotyku s nepřítelem. K tomu jsou v současnosti využívány mostní, odminovací, obojživelné/přepavní, zatarasovací a ostatní ženijní prostředky, které mají charakter klasických osádkových prostředků. Ve vyspělých zahraničních armádách se však nachází i prostředky, které můžeme považovat za robotické a jsou využitelné i v rámci bojové/přímé ženijní podpory. Tyto prostředky (např. ABV – Assault Breaching Vehicle) jsou však aplikovány do praxe jen v relativně malých počtech a jejich operační nasazení se v masovém měřítku v současné době nepředpokládá. Ačkoliv jsou tedy

¹⁹ *Relevance and possible future role of robotic/unmanned systems for FINABEL land forces* [online]. Brussels: European land forces interoperability center FINABEL, 2013 [cit. 2015-12-30]. Dostupné z: http://www.finabel.org/files/studies/2014.Study_FDE.4.R_EN.pdf.

²⁰ US DEPARTMENT OF DEFENSE. *Unmanned Systems Integrated Roadmap 2013 - 2038*. Washington, D.C.: Government Printing Office, 2007.

bezosádkové/robotické technologie relativně vyspělé, nebyly dosud široce zavedeny jako standardní součást bojových ženijních jednotek. Udává se, že jedním z důvodů je náročnost vývoje a cena těchto prostředků. Předpokládá se, že jakmile se stanou robotické technologie cenově dostupnější, bude těchto systémů přibývat.

Autonomní (semiautonomní) prostředky vyžadují dostatečnou umělou inteligenci (AI). Umělá inteligence je v dnešní době limitujícím faktorem, který vylučuje nahrazení vojáků roboty v úkolech bojové ženijní podpory, které jsou náročné zejména na součinnost a kooperaci. Jakmile se AI v budoucnu zdokonalí, lze předpokládat, že budeme ve vyspělých armádách svědky rozsáhlého nahrazování ženistů a osádek ženijních prostředků plně autonomními robotickými prostředky.



Obrázek č. 4: Vývojová větev ženijních robotických systémů podle MO USA

Zdroj: Unmanned Systems Integrated Roadmap 2013–2038

Ženijní robotické systémy jsou neustále předmětem náročného a zdoluhavého vývoje. Jak již bylo zmíněno v předešlém textu, USA jsou současným lídrem ve vývoji robotických technologií a současně také koncepčním vzorem armád NATO. Dle analýzy amerických dokumentů lze predikovat, že vývoj bude zaměřen na stále dokonalejší AI, a z toho vyplývající zvyšující se autonomii těchto prostředků. Autonomie, tedy schopnost jednat bez zásahů člověka, se bude týkat nejen dílčích činností jako je pohyb, ale i vysoce náročných a specializovaných procesů jako je například zneškodňování/likvidace výbušných materiálů. Mezi obecné trendy bude patřit mimo jiné aplikace robotů pro plnění úkolů ženijní bojové/přímé podpory – úkolů na podporu mobility (mobility), omezení pohybu protivníka (counter-mobility) a schopnosti přežít (survivability) a dále pak další rozvoj schopností v rámci všeobecné ženijní podpory s důrazem na EOD a IEDD činnost, což dokazuje i UIR. Tato publikace definuje samostatný vývojový proud ženijních robotických prostředků, které jsou schopny operovat na pozemní doméně. Pro jednotlivé technologické větve je tak stanoven vývoj až do roku 2018 a dál. Ženijní technologická větve zasahuje do vývojové/technologické větve EOD, CBRN, ochrany vojsk a logistiky, což svědčí o provázanosti těchto technologických větví.

Podporující schopnost	Název systému	Předchůdce systému	Vývoj (v letech)
EOD	MTRS, MTRS Incr. II		2014–2018+
EOD	AEOIRS	MTRS	2015–2018+
EOD/CBRN	CRS-I	MTRS	2014–2018+
Ochrana vojsk/ženijní	M-160		2014–2018
Ochrana vojsk/ženijní	HMDS		2014–2018
Ochrana vojsk/ženijní	Detekční, čistící/uvolňovací systémy	M-160 a HMDS	2018+
Ženijní	ESR		2015–2018+
Ženijní	ARTS		2014–2018
Ženijní/Logistická	SMET		2014–2018
Ženijní/Logistická	RCIS		2014–2018
Ženijní/Logistická	Robotic Wingman	SMET, RCIS	2018+

Tabulka č. 4: Vyvíjené ženijní robotické systémy v rámci MO USA a jejich zaměření

Ženijní robotická vývojová (technologická) větev je svým obsahem ze všech bezosádkových pozemních systémů (UGS) v rámci MO USA největší, což jen potvrzuje základní smysl robotizace ženijních prací. Lze však pozorovat interdisciplinární charakter robotických systémů. Ze zmiňované technologické větve jsou tři vyvíjené systémy určeny na podporu EOD úkolů, další tři na ženijní podporu ochrany vojsk, dva systémy jsou ryze ženijní a tři další vyvíjené mají ženijně-logistický charakter.

Anglický název/zkratka	Překlad/Název	Stručný popis
MTRS, MTRS Incr. II	Přenosný robotický systém	Konvenční EOD robot určený pro EOD a SOF operace.
AEOIRS	Pokročilý systém pro ničení nevybuchlé munice	Nová rodina EOD robotických systémů. Otevřený, modulární systém, důraz na interoperabilitu.
CRS-I	Bežný robotický systém – individuální	Lehký, malý, přenosný systém pro EOD, ISR a CBRN operace.
M-160	Lehký cepák M-160	Víceúčelový ženijní systém určený především na provádění odminovacích operací.
Area Detection/Clearance Family of systems	Detekční, čistící/uvolňovací systémy	Pokročilé robotické systémy určené k detekci a zneškodňování výbušných zařízení.
HMDS appliqué	Instalovaný/vezený HUSKY aplikační kit	Schopnost ovládat na dálku prostředek HUSKY k detekci IED a UXO a ostatních výbušných zařízení.
ESR	Ženijní robot určený pro tým/družstvo	Univerzální, víceúčelový systém k plnění širokého spektra ženijních úkolů.
ARTS	Víceúčelový transportní systém ovládaný na dálku	Víceúčelový ženijní stroj určený především k provádění zemních prací.

Anglický název/ zkratka	Překlad/Název	Stručný popis
SMET	Prostředek na transport materiálu družstva	Logistický prostředek určený k přesunu materiálu v rámci taktické činnosti.
RCIS	Systém k čištění a prohlídce/průzkumu cest	Blíže neurčený systém předurčený pro zprůjezdění komunikací.
Robotic Wingman (RAMP)	Robotická obrněná manévrová platforma	Poloautonomní/autonomní prostředek.

Tabulka č. 5: Vyvíjené ženijní robotické systémy v rámci MO USA a jejich popis

V současné době je tedy (v rámci MO USA) vyvíjeno na jedenáct ženijních robotických prostředků, které jsou nebo budou schopny plnit široké spektrum ženijních úkolů bojového i nebojového charakteru. Na základě analýzy současných amerických koncepčních dokumentů můžeme také určit několik klíčových trendů, které se týkají schopností a možného použití těchto prostředků.

Při vývoji je kladen důraz zejména na automatizaci vybraných procesů a co možná největší autonomii těchto prostředků. Automatizace se bude týkat čím dál složitějších procesů včetně technicky a časově náročné likvidace UXO (Unexploded Ordnance – Nevybuchlá munice) a IED. Tyto prostředky budou ve výbavě velkých taktických jednotek, ale i družstev a jednotlivce. Dalším specifickým trendem je univerzálnost a víceúčelovost systému, což umožní pokrýt plnění širokého spektra (nejen) ženijních úkolů bojového i nebojového charakteru.

Současné vývojové trendy mohou být demonstrovány například na americkém ženijním robotickém prostředku ACER (Armoured Combat Engineer Vehicle - Obrněný bojový ženijní robot) vyrobeného firmou MESA Robotics. Tento robot o velikosti malého zemního stroje je schopen plnit široké spektrum ženijních úkolů bojového i nebojového charakteru, přičemž je schopen autonomního pohybu ve složitém terénu. Stroj je schopen pracovat v poloautonomním režimu nebo být ovládán na dálku pomocí operátora. Tento stroj umožňuje mimo jiné provádění ženijního průzkumu, zemních prací, schopnost hasit požár, přepravovat materiál včetně UAV, ražení průchodů v minových polích, identifikaci zbraní hromadného ničení apod. a to díky změně konfigurace.

Vývoj robotických prostředků však intenzivně pokračuje a to nejen v USA. Také Ruská federace nedávno představila poloautonomní robotické systémy robot-ženista a robot-hasič na platformě Uran, která vyniká vysokou univerzálností a pokročilými elektronickými systémy. Tyto ženijní robotické systémy byly také operačně nasazeny ruskými ženijními bojovými jednotkami ve vojenských operacích v Čečensku nebo při odminování města Palmýra v Sýrii.²¹ Lze tak pozorovat, že vzniká relativně nová rodina univerzálních ženijních robotických prostředků, která se bude zcela jistě v budoucnu rozrůstat o další

²¹ Russian combat engineers arrive in Syria to clear mines in the ancient town of Palmyra. *U.S. News* [online]. 2016. Dostupné z: <http://www.usnews.com/news/world/articles/2016-03-31/russian-sappers-arrive-in-syria-to-clear-mines-in-palmyra>

systémy bojového i podpůrného charakteru. Ruská vojensko-průmyslová komise také odhalila ambiciózní plán, že do deseti let se bude 30 % veškeré ruské bojové síly skládat z dálkově ovládaných a robotických platforem.²² Mimo USA a Ruskou federaci patří na špici vývoje i evropské země. Za zmínku stojí především Velká Británie, která má nejširší a nejrobustnější systém vývoje robotických systémů v Evropě.²³

2.1 ROBOTIZACE ŽENIJNÍCH PRACÍ V RÁMCI ŽV AČR V BUDOUČNU

„Autonomní (robotické) systémy budou v budoucnu ústředním rysem všech bezpečnostních systémů.“²⁴

Ze závěrů z předešlých kapitol lze konstatovat, že ŽV AČR má v současné době k dispozici dálkově řízené ženijní robotické prostředky, které však nesplňují identifikované obecné požadavky vyplývající ze soudobých/budoucích operací a koncepčních dokumentů, a nesplňují požadavky na pokrytí požadovaného spektra ženijních úkolů. Obecně lze také tvrdit, že ve srovnání s moderními armádami (zejména USA, Izraele, ale také Německa, Francie, Ruska), je používání robotických prostředků v AČR na minimální úrovni.²⁵ Z těchto a jiných důvodů dochází k postupnému zaostávání AČR, resp. ŽV AČR za ostatními zahraničními armádami, které jsou vybaveny nebo vyvíjí široké spektrum ženijních robotických prostředků, schopných plnit podstatně širší spektrum ženijních úkolů v bojových i nebojových operacích.

Je tedy pochopitelné, že aby ženijní vojsko drželo krok se zahraničními armádami a byly naplněny zmiňované požadavky, bude nutné v budoucnu provést systematické a postupné zavádění inteligentních ženijních robotických prostředků do praxe k plnění širokého spektra ženijních úkolů bojového i nebojového charakteru a to v souladu s dlouhodobými koncepcemi. Tyto prostředky by v budoucnu mohly úplně nahradit klasické ženijní prostředky s lidskou osádkou jako např. mostní prostředky, přepravní prostředky, prostředky pro provádění ženijního průzkumu, zatarasovací a odminovací prostředky atp.

Využití robotických prostředků může spočívat v jejich integraci do struktur malých taktických uskupení, které mají charakter stálých prvků bojové sestavy, a to především pohyblivého odřadu zatarasovacího (POZ) a odřadu k zabezpečení pohybu (OZP). Tyto prostředky

²² Russian Military to Test Combat Robots in 2016. Defense update [online]. [cit. 2016-09-25]. Dostupné z: http://defense-update.com/20151231_russian-combat-robots.html

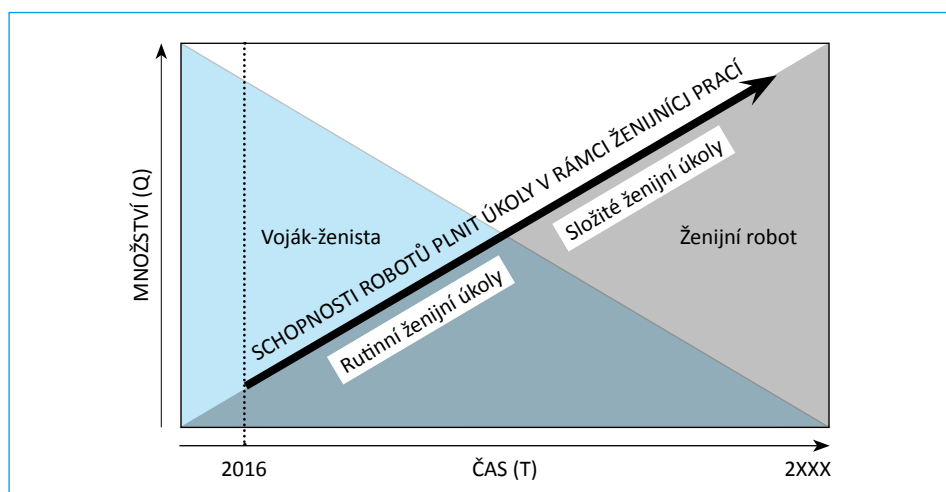
²³ SPRINGER, Paul J. *Military robots and drones: a reference handbook*. Santa Barbara: ABC-CLIO, 2013. Contemporary world issues. ISBN 978-1-59884-732-1.

²⁴ NOLIN, Pierre Claude. Transforming of the future warfare: Network – enabled capabilities and unmanned system [online]. NATO Parliamentary, 2007. Dostupné z: goo.gl/neGBOZ

²⁵ *Analýza stavu využití robotických prostředků v armádách NATO a v AČR*: VTÚ/VTÚPV-799-11/2015. Praha: VTÚ, 2015.

by mohly rozšířit schopnosti těchto malých jednotek a to především v oblasti ženijního průzkumu a v ženijních opatřeních k omezení činnosti protivníka a podpoře pohybu vlastních sil.

Jednou z možností jak pokrýt široké spektrum ženijních úkolů, které byly vyhodnoceny jako kritické a přitom splnit všechny deklarované požadavky, bude vhodné aplikovat univerzální ženijní roboty schopné plnit ženijní úkoly bojového i nebojového charakteru a to jen s minimálními nároky na obsluhu (operátora). Aplikace pokročilých, modulárních, univerzálních a inteligentních ženijních robotů bezesporu může v budoucnu zvýšit schopnosti ŽV AČR za dodržení principu minimalizace ztrát na bojišti. Bylo by pravděpodobně dosaženo snížení podílu lidské obsluhy, což by zapříčinilo tzv. multiplikační efekt – vojáci by se mohli věnovat jen těm činnostem, které musí být výhradně plněny lidskou silou, přičemž rutinní úkoly by byly plněny jen roboty zcela bez nebo s minimálním zásahem lidského operátora.



Obrázek č. 5: Podíl ženijních robotických prostředků na plnění ženijních úkolů

Dle technologického vývoje a vývoje umělé inteligence lze očekávat, že prvotně budou robotizovány ty úkoly, které budou splňovat dvě podmínky – budou mít charakter 3D a budou do určité míry rutinní, tedy jednoduché k softwarovému naprogramování robota (např. vybraná EOD činnost, ženijní průzkum apod.). Robotické systémy tak budou podporovat klasické systémy tvořené lidmi, přičemž bude docházet ke spolupráci (tvoření týmů) mezi těmito odlišnými, ale provázanými systémy – tzv. MUM-T (Manned Unmanned Teaming). Konečným cílem implementace robotů do praxe je pak zvýšení schopností, bezpečnosti a umožnit vojákům soustředit se na specifické úkoly, které mohou být vykonávány pouze lidskou silou.²⁶

²⁶ *Relevance and possible future role of robotic/unmanned systems for FINABEL land forces* [online]. Brussels: European land forces interoperability center FINABEL, 2013 [cit. 2015-12-30]. Dostupné z: http://www.finabel.org/files/studies/2014.Study_FDE.4.R__EN.pdf.

MUM-T jsou z ženijního pohledu reálné zejména v rámci malých taktických uskupení na bázi pohyblivého odřadu zatarasovacího, odřadu k zabezpečení pohybu či jiných ženijních úkolových uskupení. Současné lidské týmy jsou podporovány relativně primitivními nástroji bez schopnosti rozhodovat se. V budoucnu však lze očekávat, že budou aplikováni ženijní roboti, kteří mohou překonat kvalitativně i kvantitativně lidské týmy (družstva) v plnění vybraných ženijních úkolů.

Pro představu lze tento fakt ilustrovat na příkladu vybraného ženijního úkolu - ženijním průzkumu vodní překážky na předním okraji obrany protivníka prováděným ženijním průzkumným družstvem, které je organickou součástí ženijní rotý ženijního praporu. Tento vybraný a zjednodušený praktický příklad budoucího plnění úkolů pomocí ženijních robotických prostředků demonstruje reálné využití těchto prostředků ve vojenské praxi. Ženijní průzkum vodní překážky by prakticky představoval poměrně složitý proces, při kterém by hrozilo vystavení ženijního průzkumného družstva nepřátelské palbě. Dalším charakteristickým znakem průzkumného úkolu je zpravidla časová náročnost přípravy osob, materiálu či prostoru, provedení samotného procesu průzkumu, a také bude vždy existovat možnost prozrazení v místě plnění úkolu. Tento úkol je z pohledu 3D přímo předurčující pro robotické systémy, protože je nebezpečný, špinavý, náročný a částečně i monotónní. Inteligentní robotické systémy vybavené citlivými senzory a speciálními nástroji však budou v budoucnu schopny provést ženijní průzkum vodní překážky zcela automaticky a autonomně tím způsobem, že mohou provádět průzkum přímo konkrétního místa určeného k překonání vodního toku nebo vybrat ideální místo pro překonání překážky na daném úseku dle stanovených parametrů. Robot se autonomně dopraví do místa plnění úkolu, provede automaticky průzkum příjezdových a odjezdových cest, šířku a hloubku vodní překážky, rychlost vodního proudu, stav břehů a dna a vrátí se do výchozího prostoru a to zcela bez nebo s minimálním zásahem operátora. Zjištěná data bude robot schopen formou standardizovaného hlášení poslat digitálně a v reálném čase operátorovi/veliteli, které hlášení zreviduje a následně distribuuje dál, zjištěná data se tak okamžitě exportují do COEP (Common Operational Engineer Picture – Společný obraz ženijní situace). Dojde tak ke sběru, prvotnímu zpracování, okamžitému přenosu a online vizualizaci ženijních informací a to bez ohrožení lidských životů. Na základě vývoje robotických systémů však lze predikovat, že roboti budou v budoucnu komunikovat navzájem a spolupracovat v rámci multirobotických systémů. UAS tak může doplňovat informace získané UGS a UMS a naopak. Získané informace tak budou ověřené z několika zdrojů a mohou mít i mnohonásobně komplexnější charakter.

Vývoj technologií a umělé inteligence však umožní v budoucnu robotizovat čím dál složitější ženijní úkoly, které jsou charakterizovány kromě 3D tím, že jsou technicky náročné, vyžadují odborné znalosti a v průběhu se mohou vyskytnout špatně strukturované problémy a lze předpokládat, že začnou klasické systémy s lidskou obsluhou postupně vytlačovat. Ženisté budou provádět jen nejsložitější úkoly, které nebudou roboti schopni plnit. Důležité však vždy bude, aby si i samotní ženisté uchovali schopnost plnit všechny ženijní úkoly. Ne vždy může totiž být praktické použití ženijních robotických systémů v reálné situaci možné. Na základě studia zahraničních vědeckých publikací lze usuzovat, že ne každý úkol je vhodný pro plnění robotickými systémy, a proto bude na budoucím

bojišti místo i pro klasické osádkové systémy.²⁷ Úplné vylidnění bojiště se z ženijní perspektivy tedy nepředpokládá ani v „daleké budoucnosti“.

Na základě rozhovorů s odborníky však lze konstatovat, že masivní robotizace ženijních prací se v krátkodobém ani dlouhodobém horizontu pravděpodobně konat nebude, nicméně i tak lze však očekávat, že podíl ženijních robotických prostředků na plnění ženijních úkolů se bude dál postupně zvyšovat.

ZÁVĚR

I když některé studie hovoří o budoucím vylidnění bojiště, u ženijních úkolů to nelze v nejbližších letech očekávat. Dosavadní výzkum potvrdil, že charakter ženijních prací přímo vybízí k robotizaci vybraných ženijních úkolů, avšak umělá inteligence a stávající technologické podmínky neumožňují prozatím překonat problémy s vysokou technickou náročností vybraných ženijních úkolů a vysokým nárokům na součinnost s ostatními druhy vojsk. I přesto lze předpokládat, že opravdovou výzvou pro současnou vědu bude vývoj pokročilých a univerzálních ženijních robotů schopných plnit úkoly na podporu prvosledových jednotek i technicky náročné úkoly všeobecné ženijní podpory, především pak EOD a IEDD.

Závěrem lze konstatovat, že aby ŽV AČR drželo krok se zahraničními armádami, bude nutné v budoucnu provést systematické a postupné zavádění inteligentních ženijních robotických prostředků do praxe k plnění širokého spektra ženijních úkolů bojového i nebojového charakteru a to v souladu s dlouhodobými koncepcemi. Robotické prostředky mohou zvýšit schopnosti jednotek ženijního vojska a umožnit efektivní plnění úkolů při zachování principu minimalizace ztrát. Tento požadavek také jednoznačně vyplývá z národních i zahraničních strategických dokumentů, odborných studií a analýz, což jen podtrhuje závažnost problematiky budoucí komplexní robotizace ženijních prací, a vůbec nutnost se touto problematikou vědecky zabývat.

Autor: *npor. Ing. Michal KOPULETÝ. Narozen 1988 v Třebíči. V současnosti pracuje u 153. ženijního praporu Olomouc jako zástupce velitele ženijní stavební roty. Absolvent Fakulty ekonomiky a managementu Univerzity obrany (obor vojenský management). V současné době studentem doktorského studia na Univerzitě obrany. Specializuje se na problematiku robotizace ženijních prací.*

Jak citovat: KOPULETÝ, Michal. Současné a budoucí trendy ve vývoji a aplikaci robotických systémů využitelných v rámci ženijních prací. Vojenské rozhledy. 2016, 25 (4), 100-118. ISSN 1210-3292 (print), 2336-2995 (on-line). Available at: www.vojenskerozhledy.cz

²⁷ THONG, Calvin, Tang HOWE a Lee JEROME. *Unmanned Technology - the holy grail for militaries?* [online]. [cit. 2016-09-25]. Dostupné z: goo.gl/Pvb2xG

Informace

Mostní provizoria používaná na území ČR**Provisional Bridging Systems Used in the Czech Republic**

por. Ing. Marek Hanák, mjr. Ing. Martin Benda, Ph.D.

Abstrakt: Článek pojednává o mostních provizoriích používaných na území ČR. Postupně jsou zde popsány hlavní a nejčastěji používané mostní soupravy vlastněné státními a soukromými organizacemi v ČR. Stručně jsou charakterizována jednotlivá provizoria, možnosti jejich použití, stavba a shrnuty hlavní výhody a nevýhody dané soupravy. Na závěr článku je provedeno zhodnocení aktuální použitelnosti těchto mostních provizorií.

Abstract: The article deals with the provisional bridging systems that are being used in the Czech Republic area. The main and mostly deployed bridge sets owned by one of the Czech agencies are covered. Every bridging systems is described, along with the way of construction, deployment and a list of main advantages and disadvantages. An evaluation of contemporary usability of the bridging sets is conducted at the end of the article.

Klíčová slova: Mostní provizorium; mostová souprava; dočasný most; správa státních hmotných rezerv; ředitelství silnic a dálnic.

Keywords: Provisional Bridging System; Bridge Set; Temporary Bridge; Administration of State Material Reserves.