
Recenzovaný článek

Dělostřelecká rekognoskace pro zabezpečení činnosti autonomních zbraňových systémů a základní požadavky na rekognoskační jednotky

Artillery Survey for Autonomous Weapon Systems and Basic Requirements on Survey Units

Jan Ivan, Ladislav Potužák, Jiří Šotnar

Abstrakt: Článek se zabývá dělostřeleckou rekognoskací pro potřeby činnosti dělostřeleckých autonomních zbraňových systémů a možnými požadavky na činnost a vybavení dělostřeleckých rekognoskačních jednotek. Vzhledem k plánovanému nákupu dělostřeleckých autonomních zbraňových systémů je nezbytné analyzovat charakter činnosti těchto prostředků a stanovit požadavky na přípravu prostorů, ve kterých budou autonomní zbraňové systémy působit. Cílem článku je popsat charakter činnosti autonomních zbraňových systémů v rámci jednotlivých variant funkčnosti navigační jednotky a na tomto základě stanovit požadavky na vybavení a činnost rekognoskačních jednotek. Při zpracování článku byla využita především metoda scénářů, přičemž jako jednotlivé scénáře byly definovány varianty funkčnosti navigačního systému autonomního děla.

Abstract: The article is focused on operations of autonomous artillery weapon systems and possible requirements on survey units and their equipment. In the light of perspective purchase of artillery weapon systems it is necessary to analyze the character of operations of these systems and determine requirements on preparation of position areas. Goal of this article is to describe the character of autonomous artillery weapon systems operations in terms of functionality of individual components of navigation unit and based on this to set the requirements on survey units equipment. As the main method authors used method of scenarios where were as a scenarios determined individual variants of navigation system functionality. Output of this article is determination of requirements on survey units equipment used for getting information about position coordinates and directions.

Klíčová slova: dělostřelectvo; zbraňový systém; trendy vývoje.

Key words: Artillery; Weapon system; Development trends.

ÚVOD

Dělostřelecká rekognoskace je systematickou činností, která zahrnuje široké spektrum úkolů. Účelem dělostřelecké rekognoskace je výběr vhodných prostorů a jejich posouzení z hlediska parametrů, nezbytných pro činnost dělostřelectva, příprava těchto prostorů a topograficko-geodetické připojení jednotlivých prvků bojové sestavy tak, aby mohlo dělostřelectvo vést efektivní palbu. Dalším klíčovým úkolem je posouzení vhodnosti komunikací pro přesuny dělostřeleckých jednotek.

Dělostřelecká rekognoskace je nezbytnou součástí procesu přípravy střelby dělostřelectva. Rekognoskační jednotky musí být vysoce mobilní a disponovat odpovídajícím materiálním vybavením. I když je možné v krajním případě vést palbu z nepřipravených palebných postavení, představuje důsledně provedená dělostřelecká rekognoskace východisko pro vedení palby současně zavedených i perspektivně nakoupených děl. Z tohoto důvodu je dělostřelecká rekognoskace nezbytná i pro použití autonomních zbraňových systémů, kdy bude stejně důležitou činností, jako v současných podmínkách.

Současný stav vybavení dělostřeleckých rekognoskačních jednotek je nevyhovující. Materiální vybavení, které tyto jednotky používají pro svou činnost je zastaralé, a neodpovídá požadavkům moderních zbraňových systémů. Vzhledem k blížícímu se nákupu autonomních zbraňových systémů je nezbytné analyzovat současný stav vybavení dělostřeleckých rekognoskačních jednotek a stanovit požadavky na materiální vybavení, které tyto jednotky potřebují, aby byly schopny provádět rekognoskaci i pro potřeby nových zbraňových systémů.

1 POUŽITÉ METODY A DATA

Stanovení základních požadavků na materiální vybavení a činnost dělostřeleckých rekognoskačních jednotek působících pro potřeby autonomních zbraňových systémů bylo provedeno s využitím tří základních metod, které na sebe navazovaly v přímé posloupnosti.

První použitou metodou byla analýza informací dostupných z otevřených (neutajovaných) zdrojů. Jako zdroj informací byly využity zejména vojenské předpisy armády Spojených států amerických uvolněné k volné distribuci.¹ Analýza se týkala vojenských předpisů, zaměřených na bojové použití dělostřeleckých jednotek a zásad provádění dělostřelecké rekognoskace. Konkrétně se jednalo o předpisy:

- 1) ATP 3-09.02, Field Artillery Survey;²

¹ *Army Publishing Directorate* [online], Fort Belvoir: Administrative Assistant to the Secretary of the Army [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: <https://armypubs.army.mil/default.aspx>

² ATP 3-09.02, *Field Artillery Survey*, 2016. Washington: Headquarters, Department of the Army. Dostupné z: https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/pdf/web/atp3_09x02.pdf

- 2) ATP 3-09.50, *The Field Artillery Cannon Battery*;³
- 3) ATP 3-09.70, *Paladin Operations*;⁴

Informace z těchto předpisů poté byly doplněny o volně dostupná data od výrobců jednotlivých systémů, prostředků a komponent, které jsou uváděny v těchto předpisech, nebo představují jejich alternativu.

S využitím zjištěných informací byla jako východisko pro stanovení požadavků na materiální vybavení dělostřeleckých rekognoskačních jednotek použita metoda scénářů.⁵ Důvodem pro zvolení této metody bylo to, že aby bylo možné stanovit požadavky na materiální vybavení jednotek provádějících rekognoskaci pro nově pořízená děla, je nejprve nezbytné definovat a analyzovat možné varianty funkčnosti jednotlivých navigačních systémů nového děla. Použití této metody a návrhy odvozené na základě jednotlivých scénářů byly aplikovány na podmínky autonomního dělostřeleckého zbraňového systému, který disponuje i dělovým zaměřovačem pro náhradní způsob zamíření. V souladu se zásadami použití této metody byly definovány 3 možné scénáře – varianty funkčnosti autonomního navigačního systému (kapitoly 5.1 až 5.4).

Na základě poznatků, zjištěných v rámci jednotlivých scénářů byly stanoveny požadavky na materiální vybavení a provádění dělostřelecké rekognoskace pro autonomní zbraňové systémy a to formou dokazování metodou dedukce, respektive sylogismu (sylogistické dedukce).

2 SOUČASNÝ ZPŮSOB PROVÁDĚNÍ DĚLOSTŘELECKÉ REKOGNOSKACE V AČR

Rekognoskace je jedním ze základních předpokladů efektivní činnosti dělostřeleckých palebných jednotek. V současné době dělostřelecká rekognoskace zahrnuje rekognoskaci prováděnou pro potřeby dělostřeleckých palebných jednotek (útvárů) a dále pro potřeby radiolokační čety vybavené radiolokátory pro průzkum střílejícího dělostřelctva ARTHUR.⁶ Rekognoskace prováděná pro potřeby radiolokátorů ARTHUR není v tomto článku rozebírána, protože se jedná o samostatnou a poměrně rozsáhlou oblast.

Současné zavedené dělostřelecké zbraňové systémy nedisponují autonomními navigačními systémy a proto je provedení rekognoskace prostorů činnosti nezbytným

3 ATP 3-09.50, *The Field Artillery Cannon Battery*, 2016. Washington: Headquarters, Department of the Army. Dostupné z: https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/pdf/web/atp3_09x50.pdf

4 ATP 3-09.70, *Paladion Operations*, 2015. Washington: Headquarters, Department of the Army. Dostupné z: https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/pdf/web/atp3_09x70.pdf

5 HENDL, Jan, 2012. *Kvalitativní výzkum: základní teorie, metody a aplikace*. 3. vyd. Praha: Portál. ISBN 978-80-262-0219-6.

6 TRÁVNÍKOVÁ, Hana, *ARTHUR - rozšířená informace od výrobce*. Armáda ČR [online]. 2009 [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: <http://www.acr.army.cz/scripts/detail.php?id=11704>

předpokladem vedení palby.⁷ Rekognoskační jednotky tak sehrávají naprosto klíčovou roli v rámci přípravy střelby a vedení palby všemi typy současně zavedených dělostřeleckých zbraňových systémů.⁸

Dělostřeleckou rekognoskaci pro potřeby dělostřeleckých palebných jednotek provádí rekognoskační skupiny, které jsou účelově vytvářeny ze sil dělostřeleckých oddílů, a rekognoskační družstva palebných a minometných baterií.

Cílem rekognoskace prováděné pro potřeby dělostřeleckých palebných jednotek je:

- upřesnit a připravit prostory palebných postavení baterií;
- upřesnit a připravit prostor místa velení;
- upřesnit a připravit prostor rozmístění jednotek logistiky;
- upřesnit a připravit prostor obvaziště oddílu;
- upřesnit a provést rekognoskaci os pro manévr jednotek;
- zjistit radiační, chemickou a biologickou situaci;
- zjistit, zda není terén zaminován;
- zhodnotit stav terénu, možnosti ženížního budování a maskování přírodním materiálem;
- zjistit přítomnost civilního obyvatelstva a nepřátelských prvků.⁹

Rekognoskační jednotky musí být tedy schopny provádět široké spektrum činností, které vyžadují jejich vybavení vhodným materiálem a který jim umožní splnit cíle a úkoly dělostřelecké rekognoskace.

Jednou z hlavních činností rekognoskačních jednotek je volba a příprava prostorů palebných postavení. V rámci této činnosti jsou volena a připravována palebná a vyčkávací postavení pro každou palebnou (minometnou) baterii. Klíčovým prvkem pro činnost dělostřeleckých palebných jednotek jsou palebná postavení. Přesnost jejich přípravy představuje základní předpoklad přesnosti vedení paleb. V rámci přípravy palebných postavení provádí rekognoskační jednotky následující úkoly:

- určují a vytyčují a připojují stanoviště řídicích děl (minometů);
- určují a vytyčují a připojují palebná stanoviště jednotlivých děl (minometů);
- určují a připojují stanoviště velitele čety;
- určují přestřelnost;
- posuzují vhodnost umístění palebného postavení v závislosti na nejmenší dálce střelby;
- posuzují hloubku skrytu pro dané palebné postavení.

Pro plnění úkolů v rámci volby a přípravy prostorů palebných postavení musí být rekognoskační jednotky vybaveny odpovídajícím materiálem, který jim umožní přesně určit polohu, směrníky, polohové úhly a vzdálenosti.

⁷ Pub-35-14-01, *Bojové použití dělostřelectva*, 2013. Vyškov: Odbor doktrín VeV-VA

⁸ Pub-31-10-02, *Taktika pozemních sil*, 2011. Vyškov: Správa doktrín

⁹ HREBÍČEK, Miroslav a Ivan MRÁZ, 2000. *Rekognoskační skupina dělostřeleckého oddílu a rekognoskační družstvo dělostřelecké baterie v boji*. Vyškov: VVŠ PV Vyškov.

Provádění rekognoskace pro potřeby autonomních zbraňových systémů je poněkud rozdílné. Rekognoskační jednotky nemusí tak obsáhle připravovat jednotlivé prostory činnosti, ale pouze klíčové body (kapitola 4). V případě úplné nefunkčnosti autonomního navigačního systému by však moderní zbraňové systémy vyžadovaly v podstatě identicky připravené prostory palebných postavení. Dělostřelecké rekognoskační jednotky tak musí být vhodně vybaveny i pro případ, kdy by bylo nutné autonomní děla zaměřovat pomocí dělových zaměřovačů.

3 SOUČASNÝ STAV VYBAVENÍ REKOGNOSKAČNÍCH JEDNOTEK AČR

Vybavení rekognoskačních jednotek je v současné době značně zastaralé a nevyhovující. Základním prostředkem pro provádění dělostřelecké rekognoskace je topografický připojovač UAZ-452 T. Jedná se o specificky upravený a vybavený prostředek založený na vozidlu UAZ-452AE, vyráběný od roku 1965. Pro účely rekognoskace je toto vozidlo vybaveno soupravou speciálních přístrojů a pozemním navigačním zařízením. Zároveň slouží jako transportní prostředek pro příslušníky rekognoskačních jednotek a pro vybavení, nezbytné pro plnění všech úkolů dělostřelecké rekognoskace.

Vzhledem ke svému stáří i vybavení představuje UAZ-452 T prostředek, který již dlouhou dobu neodpovídá požadovaným standardům moderní armády. Velkým nedostatkem těchto vozidel je častá poruchovost podvozkové části a nefunkčnost zabudovaných systémů. Důsledkem toho jsou velké finanční náklady nezbytné pro udržování těchto vozidel v provozuschopném stavu a omezené schopnosti plnit úkoly rekognoskace.

Rekognoskační jednotky dále využívají optické úhломěrné a dálkoměrné přístroje, a to dělostřeleckou buzolu, nebo teodolit GLPS, které umožňují plnit úkoly v rámci rekognoskace. Tyto přístroje však mají určité nedostatky, které vylučují jejich použití pro potřeby autonomních zbraňových systémů. Jedná se zejména o nesoulad úhlových jednotek úhломěrných stupnic (v případě dělostřelecké buzoly), nekompatibilitu s prostředky nočního vidění, nebo zastaralost některých součástí těchto přístrojů jakými jsou například azimutální nástavce, soupravy pro podsvícení stupnic apod.

4 AUTONOMNÍ ZBRAŇOVÉ SYSTÉMY – ČINNOST A POŽADAVKY NA REKOGNOSKACI

Nutnost pořízení nového materiálního vybavení vychází ze současného nevyhovujícího stavu vybavení a požadavku na nové schopnosti rekognoskačních jednotek ve smyslu potřeb nových autonomních zbraňových systémů. Nové rekognoskační vozidlo musí umožňovat provedení rekognoskace pro zavedené dělostřelecké systémy, zejména však musí svými schopnostmi pokrývat působnost autonomních zbraňových systémů, jejichž

akvizice je plánována na následující roky.¹⁰ Z hlediska nových dělostřeleckých zbraňových systémů se bude jednat o nákup autonomního děla ve standardní ráži NATO, jehož provádění je plánováno od roku 2020 a nákup samohybných minometů, jejich pořizování je stanoveno v rozmezí let 2020 až 2025.¹¹ Právě technické parametry a úroveň materiální technického vybavení nového děla budou určovat charakter provádění rekognoskace a tedy i vybavení rekognoskačních jednotek. Zásadní změnou v charakteru činnosti dělostřelectva je to, že autonomní zbraňové systémy vedou bojovou činnost v rámci prostorů palebných stanovišť. V rámci prostoru palebných stanovišť se neurčují palebná postavení, ale pouze kontrolní body pro orientaci navigačních systémů a prostory pro skryté rozmístění děl. Samostatná děla poté podle předem definovaných parametrů samostatně určují svá palebná stanoviště.

Jedním ze základních požadavků na nové zbraňové systémy je vybavenost autonomními navigačními systémy. Tyto systémy umožňují dělostřeleckým zbraňovým kompletům zejména:

- určovat přesnou polohu děla;
- určovat přesnou nadmořskou výšku;
- orientovat dělo do požadovaného směru;
- poskytovat další údaje nezbytné pro vedení palby.

Dělostřelecké zbraně vybavené autonomními navigačními systémy nevyžadují pro vedení palby tak rozsáhlou přípravu prostoru působení (prostoru palebných stanovišť) jako děla, která těmito systémy nedisponují. Z hlediska rekognoskace je tak nespornou výhodou zkrácení času nutného pro provedení rekognoskace, snížení pravděpodobnosti rozkrytí bojové sestavy nepřitelem odhalením činnosti rekognoskačních jednotek a menší potřeba materiálního vybavení.

Moderní dělostřelecké zbraňové systémy nabízené na současném trhu disponují různou úrovní navigačních a zaměřovacích systémů. Autonomní navigační systém představuje u moderních děl základní prostředek pro zamíření děla na cíl. Autonomní navigační systémy sestávají podle typu z několika součástí, které se vzájemně doplňují a umožňují získávat potřebné údaje, případně komunikovat s dalšími prvky, například se systémem řízení palby. Autonomní navigační systémy standardně sestávají z:

- inerciální navigační jednotky (*INU – Inertial Navigation Unit*);¹²
- přijímače signálu družicové navigace;
- snímače rychlosti pohybu vozidla (*VMS – Vehicle Motion Sensor*).¹³

¹⁰ *Modernizační projekty AČR* [online], 2018. Praha: Ministerstvo obrany ČR [cit. 2019-01-05]. Dostupné z: http://www.acr.army.cz/assets/technika-a-vyzbroj/modernizace/priloha-bez-nazvu_-01508.pdf

¹¹ *Koncepce výstavby Armády České republiky 2025* [online], 2015. Praha: Ministerstvo obrany ČR [cit. 2019-01-03]. Dostupné z: http://www.mocr.army.cz/images/id_40001_50000/46088/KVA__R_ve__ejn__verze.pdf.

¹² Inerciální navigační jednotka je v anglickém jazyce často označována také jako *Inertial Navigation System (INS)*.

¹³ Snímače rychlosti pohybu vozidla jsou v anglickém jazyce často označovány také jako *Motion Velocity Sensor (MVS)*.

Základem navigačních systémů autonomních děl jsou inerciální navigační jednotky, doplněné o přijímač signálu družicové navigace. Základním prostředkem pro určování vlastní pozice je přijímač signálu GPS (Global Positioning System). Další (záložní) variantou jsou inerciální navigační jednotky, které mimo informací o souřadnicích vlastní pozice poskytují údaje o prostorové orientaci prostředku a změně rychlosti. Z důvodu nižší přesnosti bývají inerciální navigační jednotky doplněny o přesnější prostředek navigace, ve vojenských aplikacích se jedná zejména o přijímač signálu GPS, který zpřesňuje jejich činnost (takovéto jednotky se označují GPS/INS). Inerciální navigační jednotky dosahují zpravidla horší přesnosti zjišťovaných údajů při samostatné činnosti, avšak při nedostupnosti informací z družicové navigace umožňují dále poskytovat navigační údaje. Kromě horší přesnosti je jejich nevýhodou delší čas potřebný pro inicializaci.¹⁴ Inerciální navigační systémy jsou dále doplňovány o snímače rychlosti pohybu vozidla, které těmto systémům poskytují informace o aktuální rychlosti vozidla, které jsou využívány při zpřesňování činnosti těchto systémů.¹⁵

Z hlediska bojového použití je vhodné, aby autonomní dělo disponovalo i dělovým zaměřovačem umožňujícím zamíření děla v případě výpadku, nebo poruchy autonomního navigačního systému jako celku, nebo některé z jejich součástí.

4.1 Činnost autonomních zbraňových systémů

Autonomní zbraňové systémy standardně používají autonomní navigační systém jako primární způsob určení souřadnic vlastního stanoviště, směru zamíření hlavně a získání dalších dat nezbytných pro vedení palby. Autonomní navigační systémy pro svou činnost potřebují sestavu navigačních (kontrolních a aktualizacích) bodů, v rámci kterých jsou inicializovány, synchronizovány, kalibrovány a aktualizovány. Kontrolní bod by měl mít podobu pevného nepřemístitelného bodu, jehož souřadnice byly přesně určeny a zároveň z něj byly určeny přesné směrníky na několik odměrných bodů.¹⁶ Aktualizační bod by měl mít stejnou podobu jako kontrolní body s tou výjimkou, že u aktualizací bodu musí být známa pouze jeho přesná poloha.¹⁷

Před zahájením bojové činnosti musí být autonomní navigační systém inicializován u kontrolního bodu. Inicializace (stejně jako aktualizace) by měla probíhat při zastavení vozidla, přičemž podle parametrů daného navigačního systému zabere tato činnost poměrně dlouhý čas, který se může pohybovat v rozmezí jednotek až desítek minut. Tato činnost může probíhat i během pohybu vozidla, záleží však na možnostech daného

¹⁴ *Basic Principles of Inertial Navigation*, In: AeroStudents [online]. Tampere University of Technology [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: <http://www.aerostudents.com/courses/avionics/InertialNavigationSystems.pdf>

¹⁵ *Vehicle Motion Sensor*, In: Kearfott [online]. Woodland Park [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: https://www.kearfott.com/wp-content/uploads/2018/10/Datasheet_VMS_0918a.pdf

¹⁶ V anglickém jazyce jsou kontrolní body označovány jako *Survey control point* (SCP).

¹⁷ V anglickém jazyce jsou aktualizací body označeny jako *Update point*.

navigačního systému a na tom, zda inicializaci umožňuje provádět za pohybu. Provádění této činnosti během pohybu vozidla zároveň vyžaduje delší čas a nemusí dosahovat takové přesnosti jako inicializace prováděná během zastavení vozidla.

V rámci vedení bojové činnosti a provádění přesunů musí být autonomní navigační systémy průběžně aktualizovány tak, aby byly navigační údaje stále dostatečně přesné. K tomuto účelu slouží aktualizací body. Vzdálenost mezi aktualizacími body, respektive kontrolními a aktualizacími body je přesně definována podle parametrů autonomního navigačního systému, respektive snímače rychlosti pohybu vozidla. Chyba určení souřadnic vlastní pozice narůstá s ujetou vzdáleností. Například navigační jednotka raketometu HIMARS dosahuje chyby určení souřadnic vlastní pozice až 0,15 % ujeté vzdálenosti.¹⁸ Podle tohoto parametru je možno definovat maximální vzdálenosti, které může zbraňový systém ujet, než musí být jeho systém aktualizován. Tyto hodnoty mohou sloužit i jako důležitý podklad při plánování dělostřelecké rekognoskace.

Družicová navigace představuje klíčový prostředek pro činnost autonomních navigačních systémů, protože se jedná o primární prostředek určování souřadnic pozice vozidla. Údaje z družicové navigace dále využívají inerciální navigační jednotky, jejichž funkce může být (podle typu) pomocí družicové navigace výrazně zpřesňována.

4.2 Požadavky na dělostřeleckou rekognoskaci

Provádění dělostřelecké rekognoskace bude nutné v případě zavedení autonomních zbraňových systémů podstatně změnit. Důvodem je to, že charakter provádění dělostřelecké rekognoskace musí reflektovat úroveň takticko-technických parametrů nového děla, zejména jeho autonomního navigačního systému. Je však nutné si uvědomit, že autonomní zbraňové systémy vyžadují pro svou činnost určitým způsobem připravený prostor (při standardní funkci se jedná o vytvoření kontrolních bodů a určení prostorů pro skryté rozmístění děl). Zároveň je nutné v případě selhání autonomní navigační jednotky, nebo některé z jejích součástí, děla zaměřit náhradním způsobem, který je stejný jako u děl vybavených pouze dělovými zaměřovači. Rekognoskační jednotky tak mají a vždy budou mít své místo v rámci bojové činnosti dělostřeleckých jednotek. Z tohoto důvodu je nutné, aby disponovaly odpovídajícím vybavením, které by jim umožnilo rychle, efektivně a přesně plnit svou úlohu v rámci bojové činnosti dělostřelectva.

Rekognoskace pro potřeby autonomních zbraňových systémů se skládá ze tří základních součástí:

- průzkumu os a prostorů, jehož cílem je posoudit vhodnost komunikací a prostorů pro činnost dělostřelectva;¹⁹

¹⁸ PNU - Position/Navigation Unit: High-Precision Pointing & Position Location System, In: L3 Space & Navigation [online]. Budd Lake, 10/2013 [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: <https://www2.l3t.com/spacenav/pdf/datasheets/PNU.pdf>

¹⁹ ATP 3-09.50, *The Field Artillery Cannon Battery*, 2016. Washington: Headquarters, Department of the Army. Dostupné z: https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/pdf/web/atp3_09x50.pdf

- tvorby bodů, sloužících pro inicializaci, synchronizaci, kalibraci a aktualizaci navigačního systému;^{20 21}
- přípravy prostorů palebných postavení v případě nefunkčnosti navigačního systému a potřeby zamíření děl náhradním způsobem.¹⁶

Z hlediska průzkumu os a prostorů je jedním ze základních parametrů zjišťování únosnosti komunikací, rozsah pokrytí vegetací a délka jednotlivých os a prostorů z hlediska pohybu a rozmísťování palebných prostředků.

Klíčovou činností je vytvoření jednotlivých bodů, které děla využívají pro svou činnost, jak bylo uvedeno v kapitole 4. 1. Vytvořené body musí splňovat požadavky na přesnost, definované parametry navigačního systému autonomních děl nebo radiolokátorů pro průzkum střílejšího dělostřelectva. Aby byla dosažena přesnost vedení palby, musí být navigační systém pravidelně aktualizován. Vzhledem k dynamice činnosti moderního dělostřelectva je tak na rekognoskační jednotky vyvíjen tlak na vytvoření poměrně velkého počtu kontrolních a aktualizčních bodů rozmístěných v rámci celého prostoru vedení operace.

Poslední součástí činnosti rekognoskačních jednotek působících pro potřeby autonomních zbraňových systémů je příprava prostorů palebných stanovišť v případě úplné nefunkčnosti navigačního systému a potřeby zamířit děla náhradním způsobem. Rozsah činnosti rekognoskačních jednotek je ve své podstatě identický se současnou náplní práce těchto jednotek. Příprava prostorů palebných stanovišť pro náhradní způsob zamíření zároveň klade největší nároky na materiální vybavení rekognoskačních jednotek.

5 VARIANTY FUNKČNOSTI NAVIGAČNÍHO SYSTÉMU A JEHO SOUČÁSTÍ

Východiskem pro stanovení požadavků na rekognoskační vozidla je definování možných variant funkčnosti interních i externích systémů, které autonomní zbraňový systém využívá pro svou činnost. Nástrojem v této fázi stanovování požadavků byla metoda scénářů, v rámci které byly jako jednotlivé scénáře definovány možné varianty funkčnosti klíčových komponent navigačního systému děla, nebo systému družicové navigace.

Pro provedení metody scénářů byly stanoveny následující varianty (scénáře) funkčnosti:

- 1) maximální funkčnost všech interních (INU, VMS aj.) a externích (družicová navigace) systémů;
- 2) nefunkčnost přijímače družicové navigace;
- 3) nedostupnost družicové navigace v prostoru;
- 4) úplná nefunkčnost navigačního systému.

²⁰ ATP 3-09.02, *Field Artillery Survey*, 2016. Washington: Headquarters, Department of the Army. Dostupné z: https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/pdf/web/atp3_09x02.pdf

²¹ ATP 3-09.70, *Paladion Operations*, 2015. Washington: Headquarters, Department of the Army. Dostupné z: https://armypubs.army.mil/epubs/DR_pubs/DR_a/pdf/web/atp3_09x70.pdf

5.1 Maximální funkčnost všech interních a externích systémů

Při běžném provozu autonomní zbraňové systémy využívají vestavěného navigačního systému, pomocí kterého získávají potřebné navigační údaje nezbytné pro vedení palby (kapitola 4.1). Navigační systém potřebuje pro svou správnou činnost sestavu kontrolních a aktualizacních bodů, které jsou rovnoměrně rozmístěny v celém prostoru činnosti dělostřelectva tak, aby jejich vzdálenost splňovala požadavky navigačního systému děla.

Při maximální funkčnosti všech součástí navigačního systému je hlavním úkolem rekognoskačních jednotek provádění průzkumu os a prostorů a zejména vytváření kontrolních a aktualizacních bodů. Pro tyto účely musí být vhodně vybaveny zejména prostředky pro přesné určování souřadnic, směrů a dálek. Dalším důležitým materiálem jsou přístroje pro měření únosnosti komunikací, detekci minového nebezpečí, úrovně zaměření látkami ZHN (zbraně hromadného ničení) a drobného ženijního budování. Příslušníci rekognoskačních jednotek musí být schopni tuto činnost provádět ve dne i v noci, z tohoto důvodu je nezbytné jejich vybavení individuálními prostředky nočního vidění.

5.2 Nefunkčnost přijímače družicové navigace

Jak bylo uvedeno v kapitole 4, navigační systémy autonomních děl primárně využívají pro určování souřadnic vlastní pozice přijímač družicové navigace. V případě nefunkčnosti přijímače družicové navigace využívají inerciální navigační jednotky, které jsou schopny pracovat bez údajů ze systému GPS. Přesnost souřadnic, určených pouze pomocí inerciální navigační jednotky je však výrazně nižší.

Inerciální navigační jednotky sice mohou bez využití údajů z družicové navigace pracovat se stejnou přesností jako s jejich využitím, avšak toto se týká pouze nejvyspělejších verzí těchto přístrojů. Například v případě navigační jednotky TALIN, může činit rozdíl přesnosti určení souřadnic vlastní pozice při použití inerciální navigační jednotky (pouze) a při zpřesnění inerciální navigační jednotky družicovou navigací až 25 metrů.²²

Inerciální jednotky obecně pracují na bázi gyroskopů, jejichž snímače jsou velmi citlivé, aby bylo dosaženo co největší přesnosti určování požadovaných údajů. Tyto přístroje určené pro použití ve zbraňových systémech navíc musí být schopny pracovat i v případě, že jsou vystaveny velkým rázům vznikajícím během střelby. Následkem zvýšené odolnosti je tak zpravidla menší přesnost určování souřadnic.

Pokud je však v rámci prostoru bojové činnosti dostupné dostatečné množství kontrolních nebo aktualizacních bodů, v rámci kterých může navigační systém děla eliminovat tuto chybu aktualizací systému na přesné souřadnice lze tento problém efektivně vyřešit a dělo může vést palbu se stejnou přesností jako v případě funkčnosti přijímače signálu

²² TALIN: *Flexible, reliable, best-value INS/GPS navigator*, 2017. In: Honeywell Aerospace [online]. Phoenix, AZ, 09/2017 [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <https://aerospace.honeywell.com/en/~media/aerospace/files/brochures/n61-1778-000-000-talin-bro.pdf>

GPS. V tomto případě je optimální, aby byl rekognoskačními jednotkami vytvořen kontrolní bod přímo v rámci prostoru palebných postavení.

Rekognoskační jednotky by v tomto případě využívaly stejnou sestavu prostředků jako při standardní činnosti. Jediný rozdíl by tak spočíval v požadavku na větší hustotu pokrytí prostoru navigačními body.

5.3 Nedostupnost družicové navigace v prostoru

Jednou ze základních příčin snížení využitelnosti autonomních navigačních systémů děla je nedostupnost signálu družicové navigace. Tento aspekt je důležité vzít v potaz, protože řada států vytváří technologie sloužící k rušení signálu družicové navigace, nebo ničení družic systému GPS.²³ Vzhledem k současné úrovni využívání družicové navigace by mohla mít nefunkčnost družicové navigace zásadní dopady na vedení vojenských operací.

V případě nedostupnosti družicové navigace v dané oblasti může nastat zásadní problém v přesnosti určování souřadnic jednotlivých pozic. Nedostupnost signálu družicové navigace ovlivní jak zbraňové systémy, tak prostředky rekognoskačních jednotek. V případě rekognoskačních jednotek však chyba určování souřadnic vlastní pozice nemusí být tak velká jako u palebných prostředků.

Přestože je zpravidla chyba určení souřadnic vlastní pozice větší při samostatném použití inerciální navigační jednotky (bez využití údajů z družicové navigace), může tomu být i naopak. Nejlepší typy inerciálních navigačních jednotek jsou schopny při samostatné činnosti dosahovat stejné, respektive menší chyby, než při činnosti s využitím údajů z družicové navigace.²⁴ Tento fakt se však zpravidla netýká inerciálních navigačních jednotek určených pro zbraňové systémy a to zvláště ty dělostřelecké (kapitola 5.2).

V případě inerciálních jednotek, kterými mohou být vybaveny rekognoskační jednotky však požadavek na větší odolnost proti rázům, vznikajícím během střelby odpadá. Vozička rekognoskačních jednotek tak mohou být vybavena inerciálními navigačními jednotkami, které jsou schopny pracovat se stejnou, respektive menší chybou než při využití dat z družicové navigace.

V případě nedostupnosti signálu družicové navigace by tak mohly rekognoskační jednotky určovat kontrolní a aktualizací body s velkou přesností a děla, jejichž inerciální navigační jednotky by pracovaly s menší přesností, by využívala zejména těchto bodů pro zpřesnění svých navigačních systémů. Stejně jako v předchozím scénáři by rekognoskační jednotky v tomto případě využívaly stejnou sestavu prostředků jako při standardní

²³ CLAUS, Malcolm, *New Russian missile likely to be part of anti-satellite system*. In: Jane's Military & Security Assessments Intelligence Centre [online]. 2018 [cit. 2019-02-21]. Dostupné z: https://www.janes.com/images/assets/554/84554/New_Russian_missile_likely_to_be_part_of_anti-satellite_system.pdf

²⁴ TALIN: *Flexible, reliable, best-value INS/GPS navigator*, 2017. In: Honeywell Aerospace [online]. Phoenix, AZ, 09/2017 [cit. 2019-01-29]. Dostupné z: <https://aerospace.honeywell.com/en/~media/aerospace/files/brochures/n61-1778-000-000-talin-bro.pdf>

činnosti. Jediný rozdíl by stejně jako v předchozí variantě spočíval v požadavku na větší hustotu pokrytí prostoru navigačními body.

5.4 Úplná nefunkčnost autonomního navigačního systému

V případě nefunkčnosti autonomního navigačního systému budou osádky děl odkázány na náhradní způsob zamíření děl. Důvodem je to, že v tomto případě nebude možné využít údajů z kontrolních, nebo aktualizacních bodů. Zamíření děl tak bude muset být provedeno pomocí optických zaměřovacích přístrojů (pokud jimi bude nové dělo disponovat). Záložní způsob zamíření děl vyžaduje komplexní přípravu prostorů palebných postavení, kterou budou muset provádět rekognoskační jednotky, nebo speciálně určené skupiny sestavené za účelem přípravy jednotlivých palebných postavení. Náhradní způsob zamíření děl může být prováděn stejným způsobem, jakým jsou zaměřovány současně zavedené dělostřelecké zbraňové systémy.

Účelem přípravy prostorů palebných postavení pro zamíření náhradním způsobem je nahradit informace které dělu poskytuje navigační systém. Jedná se tedy zejména o určení souřadnic a nadmořské výšky jednotlivých stanovišť a dále o určení směrů, případně polohových úhlů ke krytu. Pro splnění úkolů přípravy prostorů palebných postavení pro náhradní způsob zamíření musí být rekognoskační jednotky vybaveny materiálem, který jim umožní určování daných parametrů s využitím základních technik a postupů.

5. 4. 1 Určování souřadnic

Určení souřadnic vlastní pozice je jedním ze základních požadavků na přípravu prostorů palebných postavení pro náhradní způsob zamíření děl. I v případě určování souřadnic pro náhradní způsob zamíření děl je nutné vycházet z různých variant dostupnosti některých prostředků, především signálu družicové navigace.

Základním způsobem určování souřadnic by bylo využití přijímače signálu družicové navigace. Jedná se o rychlý a přesný způsob, který vyžaduje pouze dostatečně přesný přijímač. Jedním ze záložních způsobů by mohl být inerciální navigační systém, který by byl součástí vozidel rekognoskačních jednotek. Tento systém by umožnil získávat přesné souřadnice vlastní pozice, navíc by tento způsob mohl pracovat i bez využití údajů z družicové navigace. Negativním aspektem by byla nutnost jeho zabudování na vozidlovou platformu. V případě inerciálního navigačního systému, který by využívaly rekognoskační jednotky, je nutné, aby pracoval s dostatečnou přesností i bez údajů z družicové navigace.

Dalšími záložními způsoby využitelnými pro určení souřadnic jednotlivých pozic by poté byly polygonový pořad, protínání vpřed, případně určení souřadnic vyčtením z mapy. U těchto způsobů by však bylo nutné zvážit jejich časovou náročnost, náročnost na provedení a přesnost souřadnic, těmito způsoby určených.

Příprava prostorů palebných postavení pro náhradní způsob zamíření vyžaduje, aby byly rekognoskační jednotky vybaveny dostatečným množstvím materiálu, který by jim

umožňoval splnit dané úkoly, zejména se jedná o přijímače signálu družicové navigace, úhломěrné a dálkoměrné přístroje, vytyčovací materiál a jiné.

5. 4. 2 Určování směrů

Dalším základním požadavkem na přípravu prostorů palebných postavení pro náhradní způsob zamíření děl je určení směru z různých stanovišť. Základními směrovým parametrem určeným rekognoskačními jednotkami je sever (kilometrový, případně magnetický). Na základě určení severu jsou poté určovány další směry, jedná se především o směrník hlavního směru z jednotlivých stanovišť. Dalším možným určeným směrem může být směrník průčelí baterie.

Pro určování směrů musí být rekognoskační jednotky vybaveny úhломěrnými přístroji s magnetickou střílkou pro určování severu magnetického. Tyto přístroje musí být zároveň doplněny o astronomické nástavce, které by jim umožňovaly provádět astronomickou orientaci v místech, kde vliv magnetismu země výrazně ovlivňuje magnetickou střílku.

Pro určování směrů mohou být využity různé způsoby orientace přístrojů. Mezi ty základní patří astronomická orientace, směrové pořady, případně využití gyroskopického přístroje.

6 POŽADAVKY NA MATERIÁLNÍ VYBAVENÍ REKOGNOSKAČNÍCH JEDNOTEK

Na základě poznatků zjištěných analýzou jednotlivých scénářů je možné stanovit předpokládané požadavky na vybavení rekognoskačních jednotek. Tyto požadavky jsou teoretické, založené na podmínkách předem definovaných pro provedení analýzy. Podle varianty schopností, vybavení a parametrů nově nakoupeného autonomního zbraňového systému se mohou jednotlivé požadavky lišit.

Základním nezbytným prostředkem, kterým by měly být rekognoskační jednotky vybaveny je přístroj, který by jim umožňoval určovat souřadnice vlastní pozice. Nejvhodnější variantou by byl inerciální navigační systém, doplněný o přijímač signálu družicové navigace a úhломěrnou soustavu. Základním požadavkem na tento přístroj je určování souřadnic se stejnou (nebo lepší) přesností při práci bez využití údajů z družicové navigace, stejně jako při využití těchto údajů. Právě dostupnost tohoto prostředku by umožňovala zabezpečit autonomní zbraňové systémy potřebným množstvím údajů s dostatečnou přesností, tak aby mohly pracovat jak v režimu maximální funkčnosti tak při nefunkčnosti nebo nedostupnosti signálu družicové navigace.

Největší požadavky na materiální vybavení klade nutnost přípravy prostorů palebných postavení pro zamíření děl náhradním způsobem při výpadku autonomního navigačního systému. V tomto případě je nezbytné, aby byly rekognoskační jednotky schopny zabezpečit tuto činnost a disponovaly vhodnými prostředky pro určování souřadnic jednotlivých bodů a směrníky orientačních bodů. Pro určování souřadnic by mohl sloužit zabudovaný inerciální navigační systém s přijímačem GPS, přičemž by bylo vhodné, aby byly

tyto vezené prostředky doplněny o výnosné úhломěrné přístroje s přijímači GPS schopnými samostatné orientace do stanoveného severu a astronomické orientace. Mimo těchto základních prostředků by rekognoskační jednotky musely být vybaveny dalšími prostředky a materiálem jako například dálkoměrnými přístroji, přístroji nočního vidění, vytyčovací materiálem a jinými prostředky.

ZÁVĚR

Ačkoliv je častým mýtem názor, že dělostřelecká rekognoskace nebude v případě zavedení autonomních zbraňových systémů potřebná, opak je pravdou. Dělostřelecká rekognoskace bude sehrávat klíčovou roli i v budoucnu a i když se charakter jejího provádění změní, stále se bude jednat o základní činnost prováděnou během přípravy střelby pozemního dělostřelectva vybaveného autonomními zbraňovými systémy.

Aby mohly dělostřelecké rekognoskační jednotky kvalitně provádět svěřené úkoly, musí být vhodně vybaveny. Současný stav jejich vybavení je však značně nevyhovující a proto musí být vybaveny novými přístroji a materiálem, který jim umožní splnit veškeré úkoly.

Pro stanovení požadavků na vybavení rekognoskačních jednotek musí být analyzovány schopnosti a parametry navigačního systému, stejně tak jako všechny negativní varianty, které mohou během činnosti autonomních zbraňových systémů nastat. Na základě rozboru jednotlivých variant funkčnosti navigačního systému byly v tomto článku stanoveny požadavky na vybavení rekognoskačních jednotek prostředkem k určování souřadnic bodů a směrů.

Z hlediska komplexního stanovení požadavků na vybavení rekognoskačních jednotek však musí být detailněji rozebrány i další oblasti, zejména náhradní způsob zamíření děl, který má největší nároky na materiální vybavení rekognoskačních jednotek.

Autoři:

kpt. Ing. Jan IVAN, nar. 1988, absolvent *Fakulty ekonomiky a managementu Univerzity obrany Brno (obor vojenský management)*. V letech 2012 – 2016 působil na velitelských pozicích u průzkumných dělostřeleckých jednotek v rámci dělostřeleckého pluku v Jincích. V současné době odborným asistentem katedry palebné podpory Univerzity obrany. Zabývá se problematikou bojového použití dělostřelectva, zejména oblastí vyžadování a koordinace palebné podpory.

prof. Ing. Ladislav Potužák, CSc. (plk. v zá.), nar. 1949, v roce 1971 absolvoval Vyšší dělostřelecké učiliště v Martině, v roce 1975 VA v Brně, obor velitelsko-štábní raketového vojska a dělostřelectva. Působil ve funkcích náčelník průzkumu oddílu, ZNŠ výcvikového a zabezpečovacího pluku a na cvičeních u vojsk zástupce velitele dělostřeleckého pluku. Od r. 1977 působil jako pedagog a vykonával funkce náčelníka skupiny, zástupce vedoucího

katedry a proděkana. V roce 1985 obhájil kandidátskou dizertační práci, v roce 1992 habilitační práci a v roce 1999 byl jmenován profesorem. V současné době působí na Katedře palebné podpory Fakulty vojenského leadershipu Univerzity obrany. V pedagogické a vědecké činnosti se zaměřuje na problematiku sil bojové podpory se zaměřením na dělostřelectvo.

Ing. Jiří Šotnar (mjr. v zál.) nar. 1962, absolvent Vysoké vojenské školy pozemního vojska ve Vyškově, obor raketového vojska a dělostřelectva. Prošel velitelskými funkcemi na taktickém stupni a od roku 2003 působil na Ředitelství výcviku a doktrín, na odboru výcviku jako vedoucí starší důstojník pro výcvik dělostřeleckých ČVO. Od roku 2007 působí na Katedře palebné podpory Fakulty vojenského leadershipu Univerzity obrany. Zabývá se problematikou dělostřelectva, zejména oblastmi dělostřeleckého průzkumu a topografické a meteorologické činnosti dělostřelectva.

Jak citovat: IVAN, Jan and Jan POTUŽÁK, Jiří ŠOTNAR. Dělostřelecká rekognoskace pro zabezpečení činnosti autonomních zbraňových systémů a základní požadavky na rekognoskační jednotky. *Vojenské rozhledy*. 2019, 28 (4), 063-077. ISSN 1210-3292 (print), 2336-2995 (on-line). Available at: www.vojenske-rozhledy.cz.