

AKADÉMIA OZBROJENÝCH SÍL
generála Milana Rastislava Štefánika

**VPLYV POUŽITIA PRIESKUMNÝCH
PROSTRIEDKOV NA PRESNOŠŤ ÚPLNEJ
PRÍPRAVY PRVKOV PRE STREĽBU
DELOSTRELECKÝCH ZBRAŇOVÝCH
SYSTÉMOV**

Bakalárska práca

2019

František Paraj

Akadémia ozbrojených síl generála

Milana Rastislava Štefánika

**VPLYV POUŽITIA PRIESKUMNÝCH PROSTRIEDKOV
NA PRESNOŠŤ ÚPLNEJ PRÍPRAVY PRVKOV PRE
STREĽBU DELOSTRELECKÝCH ZBRAŇOVÝCH
SYSTÉMOV**

Bakalárska práca

Študijný program: Bezpečnosť a obrana štátu

Študijný odbor: Národná a medzinárodná bezpečnosť

Školiace pracovisko: Katedra bezpečnosti a obrany

Vedúci záverečnej práce: doc. Ing. Jaroslav Varecha, PhD.

Konzultant: mjr. Ing. Miroslav Mušínska

Liptovský Mikuláš 2019

voj. 1. st. František Paraj

Akadémia ozbrojených síl
Generála Milana Rastislava Štefánika
Katedra bezpečnosti a obrany

Študijný program: **Bezpečnosť a obrana štátu**

Schvaľujem

vedúci garantujúcej katedry:

prof. Ing. Vojtech JURČÁK, CSc.

ZADANIE ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Študent (hodnosť, titul, meno, priezvisko): **voj. 1. st. František Paraj**

Téma: **Vplyv použitia prieskumných prostriedkov na presnosť úplnej prípravy prvkov pre streľbu delostreleckých zbraňových systémov**

Vedúci bakalárskej/diplomovej práce: **doc. Ing. Jaroslav VARECHA, PhD.**

Konzultant bakalárskej/diplomovej práce: **mjr. Ing. Miroslav MUŠINKA**

Dátum spracovania zadania a podpis vedúceho záverečnej práce: **21.5.2018**

Zadanie prijal (dátum, podpis študenta):

Lehota na odovzdanie záverečnej práce (dátum): **31.5.2019**

Záverečná práca odovzdaná vedúcemu garantujúcej katedry dňa:

I. Obsah záverečnej práce:

- a) čo sa vyžaduje spracovať** (štúdia, úvaha, teoretický konspekt s aplikáciou na konkrétne podmienky, obvodový, systémový alebo iný inžiniersky projekt, cvičenie).

Záverečnú prácu spracujte ako štúdiu o dosahovanej presnosti úplnej prípravy prvkov pre streľbu 122mm RM MODULÁR v závislosti od použitia prostriedkov delostreleckého prieskumu na určovanie polohy cieľov.

- b) cieľ záverečnej práce, na čo sa zamerať a ako majú byť využité výsledky práce:**

Cieľom záverečnej práce je vypočítať číselné charakteristiky sústavy chýb paľby 122mm RM MODULÁR po úplnej príprave. V práci sa zamerajte na využitie prieskumných prostriedkov na určovanie polohy cieľov, konkrétne použitie diaľkomerov a rádiolokátorov. Záverečná práca má byť spracovaná formou tabuliek a grafov tak, aby ju mohol študent využiť vo svojej praxi po zaradení na funkcie v Ozbrojených silách SR a aby bola využiteľná ako doplnková študijná pomôcka pre študentov na AOS v predmete balistika.

- c) základná štruktúra riešenia:**

V hlavnej časti práce, okrem úvodu, záveru a zoznamu použitej literatúry, riešte v jadre práce:

Bod I. Súčasný stav riešenia problematiky, skúmania presnosti paľby v závislosti na použití rôznych prieskumných prostriedkov na určovanie polohy cieľov.

Bod II. Uveďte cieľ (ciele) práce. Vzhľadom na rozsah problematiky uveďte aj obmedzujúce podmienky.

Bod III. Uveďte metodiku práce a použité metódy skúmania.

Bod IV. Výsledky práce. Vlastným výsledkom práce majú byť číselné charakteristiky sústavy chýb paľby 122mm RM MODULÁR a ich grafické znázornenie.

Bod V. Diskusia. V diskusii vyjadrite vlastný názor na obstarávanie a zavádzanie nových prostriedkov delostreleckého prieskumu v jednotkách delostrelectva OS SR, prípadne navrhnete konkrétne prieskumné prostriedky na zavedenie k jednotkám delostrelectva OS SR a zdôvodnite výber prostriedkov.

II. Pokyny na úpravu záverečnej práce:

Záverečnú prácu upravte v zmysle „Smernice o náležitostiach záverečných prác, ich bibliografickej registrácii, kontrole originality, uchovávaní a sprístupňovaní“ vydanéj Akadémiou ozbrojených síl dňa 31. 3. 2016 a evidovanej pod č. Q-465.

III. Odporúčaná literatúra:

Vysokoškolská učebnica: VARECHA, J. *Základy teórie chýb delostreleckej paľby*. 1. vyd. Liptovský Mikuláš : Akadémia ozbrojených síl, 2017, 186 s. ISBN 978-80-8040-557-1. Vojenské predpisy: Del-2-1 (Q2367), Del-6-3 (Q2433), S-Del-2-22 (Q1562).

Využitie aj ďalšie odborné delostrelecké predpisy a služobné pomôcky, súvisiace s prípravou prvkov pre streľbu.

Čestné vyhlásenie

Čestne vyhlasujem, že som bakalársku/diplomovú/dizertačnú prácu vypracoval samostatne a uviedol v nej všetky informačné zdroje, ktoré som použil. Som si vedomý následkov nepravdivosti týchto údajov.

Liptovský Mikuláš dňa 31. mája 2019

voj. 1. st. František Paraj

Pod'akovanie

Týmto by som sa chcel poďakovať všetkým, ktorí mi akoukoľvek cestou prispeli k spracovaniu tejto záverečnej práce. V prvom rade by som sa chcel poďakovať vedúcemu záverečnej práce, doc. Ing. Jaroslavovi Varechovi, PhD., ktorý mi svojou snahou a príkladným prístupom pomohol k celkovému pochopeniu celého komplexu riešenej problematiky spracováanej v tejto záverečnej práci, čím výrazne prispel k jej spracovaniu. Zároveň by som chcel poďakovať svojej kolegyni voj.1.st. Veronike Olejníkovej, s ktorou sme sa spolu podieľali na riešení obdobnej problematiky v rámci práci ŠVOČ v roku 2018. Taktiež by som vyjadril poďakovanie konzultantovi záverečnej práce, mjr. Ing. Miroslavovi Mušinkovi, ktorý mi pomohol k pochopeniu mnohých dôležitých detailov potrebných pre spracovanie tejto záverečnej práce. Ďakujem aj svojej rodine a priateľom, ktorí mali trpezlivosť a ochotne ma podporovali počas celého spracovania tejto záverečnej práce. V neposlednom rade by som sa chcel poďakovať mnohým dôstojníkom, poddôstojníkom a príslušníkom mužstva rotného, práporného a brigádneho delostrelectva 1. a 2. mechanizovanej brigády, ktorí ma usmernili a prakticky mi objasnili podstatu problematiky počas cvičení rôzne druhu, ktorých som sa mal možnosť zúčastniť.

Liptovský Mikuláš dňa 31. mája 2019

voj. 1. st. František Paraj

ABSTRAKT

PARAJ, František: *Vplyv použitia prieskumných prostriedkov na presnosť úplnej prípravy prvkov pre strelbu delostreleckých zbraňových systémov*. [Bakalárska práca]. Akadémia ozbrojených síl generála Milana Rastislava Štefánika (Liptovský Mikuláš, Slovensko). Katedra bezpečnosti a obrany. Vedúci bakalárskej práce: doc. Ing. Jaroslav VARECHA, PhD. Stupeň odbornej kvalifikácie: bakalár. Liptovský Mikuláš: Akadémia ozbrojených síl generála Milana Rastislava Štefánika, 2019, 57 s.

Práca je výsledkom riešenia danej problematiky autorom a zaoberá sa rozborom číselných charakteristík sústavy chýb paľby 122mm RM MODULÁR i ich výpočtom pre podmienky úplnej prípravy a použitie rôznych prieskumných prostriedkov na určovanie súradníc cieľov. Cieľom práce bolo na základe získaných teoretických vedomostí z oblasti teórie strelby pozemného delostrelectva preukázať schopnosť aplikovať teoretické poznatky pri praktických výpočtoch a z nich vyvodiť závery a odporúčania pre prax. Výsledkom práce sú zdôvodnené odporúčania na používanie prieskumných prostriedkov na určovanie súradníc cieľov.

Kľúčové slová: číselné charakteristiky, chyby prípravy prvkov pre strelbu, palebná úloha, príprava strelby, prvky pre strelbu, sústava chýb delostreleckej paľby.

ABSTRACT

PARAJ, František: *The impact of the use of reconnaissance means on the accuracy of full preparation for the shooting of artillery weapons systems*. [Bachelor's paper]. Armed Forces Academy of gen. Milan Rastislav Štefánik (Liptovský Mikuláš, Slovakia). Department of Security and Defence. Supervisor: doc. Ing. Jaroslav VARECHA, PhD. Qualification level: bachelor. Liptovský Mikuláš: Armed Forces Academy of gen. Milan Rastislav Štefánik, 2019, 57 s

The paper is the result of addressing the given issue and it deals with the analysis of numeric characteristics of the set of fire errors of 122mm RM MODULÁR and their calculation to achieve the full preparation and use of various reconnaissance means for identifying the coordinates of targets. The aim of this paper was to demonstrate the ability to apply theoretical knowledge in the practical calculations and draw conclusions and recommendations for the practice based on the theoretical findings from the field of theory of land artillery fire. The results of the paper are reasoned recommendations for the use of reconnaissance means when identifying the coordinates of targets.

Key words: numeric characteristics, errors in preparations before fire, fire task, preparing of fire, components of fire, set of artillery fire errors.

OBSAH

ZOZNAM OBRÁZKOV	11
ZOZNAM TABULIEK	13
ÚVOD	14
1 SÚČASNÝ STAV RIEŠENIA PROBLEMATIKY	15
1.1 Chyby výstrelu	15
1.2 Chyby prípravy prvkov pre strelbu	19
1.3 Pravdepodobné chyby určenia polohy cieľa	21
1.4 Prieskumné prostriedky	23
1.4.1 Laserový diaľkomer LPR-1	23
1.4.2 Laserový diaľkomer MOSKITO	24
1.4.3 Laserový diaľkomer CORAL	26
1.4.4 Laserový diaľkomer VECTOR IV	26
2 CIEĽ ZÁVEREČNEJ PRÁCE	28
3 METODIKA PRÁCE A POUŽITÉ METÓDY	29
4 VÝSLEDKY PRÁCE	30
4.1 Štandardné podmienky úplnej prípravy	30
4.2 Číselné charakteristiky sústav chýb paľby	31
5 DISKUSIA	51
ZÁVER	52
ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV	54
PRÍLOHY	56
Analytický list	58

ZOZNAM OBRÁZKOV

Obrázok 1 Chyby výstrelu	17
Obrázok 2 Laserový diaľkometer LPR-1	24
Obrázok 3 Laserový diaľkometer MOSKITO	25
Obrázok 4 Laserový diaľkometer CORAL.....	26
Obrázok 5 Laserový diaľkometer VECTOR IV	27
Obrázok 6 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v diaľke pri použití LPR-1	32
Obrázok 7 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v smere pri použití LPR-1	32
Obrázok 8 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v diaľke pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia LPR-1	34
Obrázok 9 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia LPR-1	34
Obrázok 10 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v diaľke pri použití MOSKITO	36
Obrázok 11 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v smere pri použití MOSKITO	36
Obrázok 12 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v diaľke pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia MOSKITO	38
Obrázok 13 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia MOSKITO	38
Obrázok 14 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v diaľke pri použití CORAL.....	40
Obrázok 15 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v smere pri použití CORAL.....	40
Obrázok 16 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v diaľke pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia CORAL.....	42

Obrázok 17 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia CORAL.....	42
Obrázok 18 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v diaľke pri použití VECTOR IV	44
Obrázok 19 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v smere pri použití VECTOR IV	44
Obrázok 20 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v diaľke pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia VECTOR IV	46
Obrázok 21 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia VECTOR IV	46
Obrázok 22 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy v závislosti od použitého prieskumného prostriedku	48
Obrázok 23 Graf veľkosti váhových čísel pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v diaľke pri štandardných podmienkach úplnej prípravy v závislosti od použitého prieskumného prostriedku.....	49
Obrázok 24 Graf veľkosti váhových čísel pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy v závislosti od použitého prieskumného prostriedku.....	50

ZOZNAM TABULIEK

Tabuľka 1 Presnosť určenia súradníc cieľa	21
Tabuľka 2 Presnosť určenia nadmorskej výšky	22
Tabuľka 3 Pravdepodobné chyby výstrelu pri palbe RM MODULAR pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použití LPR-1	31
Tabuľka 4 Váhové čísla jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použití LPR-1	33
Tabuľka 5 Pravdepodobné chyby výstrelu pri palbe RM MODULAR pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použití MOSKITO	35
Tabuľka 6 Váhové čísla jednotlivých pravdepodobných chýb prvkov pre streľbu pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použití MOSKITO	37
Tabuľka 7 Pravdepodobné chyby výstrelu pri palbe RM MODULAR pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použití CORAL	39
Tabuľka 8 Váhové čísla jednotlivých pravdepodobných chýb prvkov pre streľbu pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použití CORAL	41
Tabuľka 9 Pravdepodobné chyby výstrelu pri palbe RM MODULAR pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použití VECTOR IV	43
Tabuľka 10 Váhové čísla jednotlivých pravdepodobných chýb prvkov pre streľbu pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použití VECTOR IV	45
Tabuľka 11 Pravdepodobné chyby určenia polohy cieľa v diaľke pri štandardných podmienkach úplnej prípravy v závislosti od použitého prieskumného prostriedku	47
Tabuľka 12 Pravdepodobné chyby určenia polohy cieľa v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy v závislosti od použitého prieskumného prostriedku	48
Tabuľka 13 Váhové čísla pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v diaľke pri štandardných podmienkach úplnej prípravy v závislosti od použitého prieskumného prostriedku	49
Tabuľka 14 Váhové čísla pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy v závislosti od použitého prieskumného prostriedku	50
Tabuľka 15 Štandardné podmienky úplnej prípravy	56
Tabuľka 16 Hodnoty z Tabuliek streľby pre RM MODULAR	57

ÚVOD

Vedecko-technický rozvoj v oblasti vojenstva si vyžaduje vývoj a výrobu nových, dokonalejších a spoľahlivejších systémov, prieskumných vrátane. V podmienkach delostrelectva Ozbrojených síl SR to predstavuje zavádzanie a používanie nových prieskumných prostriedkov, ktoré musia zabezpečiť čo najpresnejšie pripojenie cieľov.

Skúmanie komplexnej sústavy rozmanitých chýb, ktorými je delostrelecká paľba nutne sprevádzaná, je jednou z hlavných úloh teórie strelby pozemného delostrelectva. Je to najmä preto, že podrobná znalosť štruktúry a správania sa tejto sústavy chýb paľby umožňuje spracovať detailne zdôvodnené a prakticky využiteľné postupy určovania prvkov pre strelbu a dané postupy pri riadení paľby dômyselne a optimálne aplikovať vzhľadom na konkrétnu situáciu.

Očakávaný účinok delostreleckej paľby je rastúcou funkciou jej presnosti. Preto všetky opatrenia, vedúce k zmenšeniu veľkosti číselných charakteristík sústavy chýb delostreleckej paľby majú za bezprostredný dôsledok rast palebnej účinnosti i hospodárnosti paľby.

Obsahová stránka úvodu preukazuje, že výsledky skúmania sústavy chýb delostreleckej paľby sú využívané v teoretickej oblasti, ako aj pri praktizovaní riadenia paľby. Znalosť týchto výsledkov umožní veliteľom i štábom delostreleckých jednotiek efektívnejšie aplikovanie doterajších zásad riadenia paľby, ľahšie chápanie celého procesu a zavádzania nových ideí počas ďalšieho procesu ich služby.

1 SÚČASNÝ STAV RIEŠENIA PROBLEMATIKY

1.1 Chyby výstrelu

Pôsobením veľkého počtu rozmanitých rušivých vplyvov, ktorými je nevyhnutne sprevádzaný celý proces určenia prvkov pre streľbu, zamierenie dela na cieľ podľa týchto prvkov i samotný let strely na dráhe, dochádza k tomu, že bod nárazu strely na terén je odchýlený od bodu cieľa o určitú hodnotu, ktorá sa považuje za chybu výstrelu (Varecha, 2017). Delostrelecká paľba zo zakrytého palebného postavenia je spravidla vedená tak, že každé delo vystrelí skupinu striel. Každý z výstrelov je pritom sprevádzaný určitou vlastnou chybou. Ich súhrn tvorí sústavu chýb delostreleckej paľby (Jirsák, Kodym, 2017).

Chyba výstrelu predstavuje rozdiel polohy skutočného nárazu a cieľa. Rozdiel obidvoch hodnôt môže byť spôsobený rôznymi vplyvmi. Podľa ich pôvodu a vlastností ich klasifikujeme do určitých skupín. Pri delostreleckej paľbe sa stretávame predovšetkým s hrubými chybami, systematickými chybami a náhodnými chybami (Varecha, 2017).

Výstrel môže byť zaťažený chybou, ktorá je väčšia, ako je požadovaná hranica presnosti použitého spôsobu určenia prvkov pre streľbu. Také veľké chyby môžu vzniknúť napríklad pri streľbe v náhlych prudkých zmenách meteorologických podmienok. V tomto prípade sa jedná o hrubé chyby.

Pri streľbe sa môžu niektoré príčiny rušivých vplyvov systematicky opakovať a tak ovplyvňovať jej výsledky. Tým sú spôsobené chyby, ktoré sa nazývajú systematické. Napríklad nesúhlas elevačných uhlov podľa zameriavača a kvadrantu alebo vychýlenie zámernej pri nastavení námeru budú pri danom dele sústavne ovplyvňovať chyby výstrelu, a preto predstavujú príklad systematických chýb.

Aj keď streľbu zbavíme všetkých systematických chýb (hrubé chyby sa vylučujú dopredu), budú sa polohy nárazov jednotlivých výstrelov od seba navzájom aj tak líšiť. Prejavia sa tak chyby, ktoré nie je možné nikdy odstrániť a ktorých smer a veľkosť závisí iba na náhode. Preto sa nazývajú náhodné chyby. Vyskytujú sa nevyhnutne pri každom výstrele, sú vzájomne nezávislé a nie je ich možné eliminovať. Každá náhodná chyba vzniká náhodne vytvorenou kombináciou určitého počtu malých elementárnych chýb, ktoré môžu byť kladné alebo záporné. Veľkosť vzniknutej náhodnej chyby je teda

konečná, pretože je obmedzený počet i veľkosť elementárnych chýb (Varecha, Belan, Majchút, 2002).

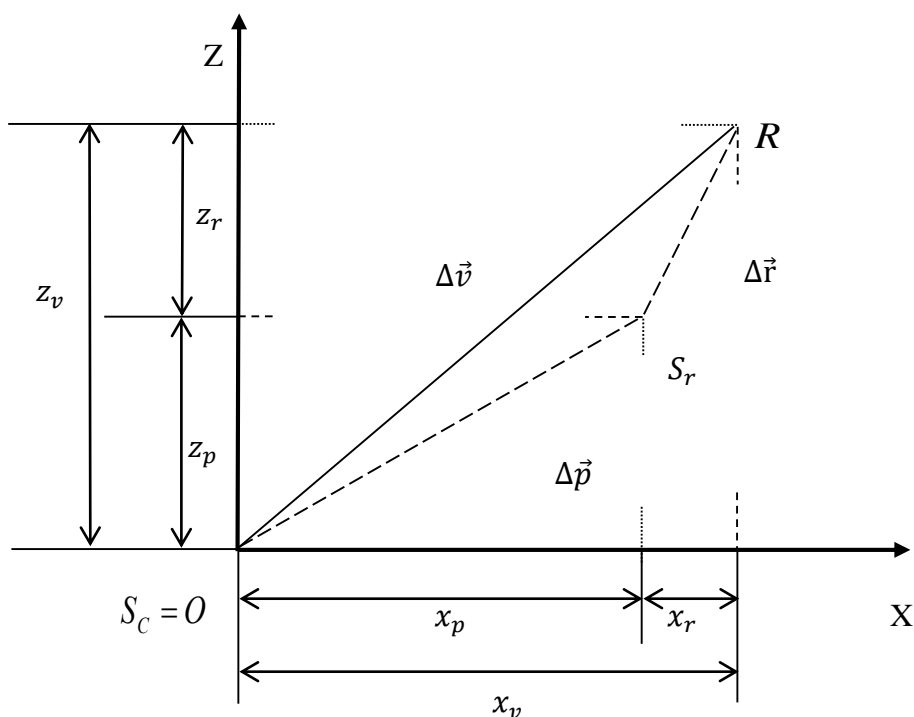
Úplná príprava prvkov pre streľbu má zvláštne miesto, pretože je základným spôsobom určovania prvkov streľby, ktorý zabezpečuje začatie paľby bez zastrielenia a tým ako jediný spôsob spĺňa požiadavku prekvapivosti v začatí paľby (Del-2-1, 2010). Na druhej strane už z názvu „úplná príprava“ je zrejmé, že i sústava chýb pri úplnej príprave prvkov pre streľbu bude zahrňovať všetky elementárne chyby, ktoré ovplyvňujú vykonávanie streľby. Vzhľadom na uvedené sa budeme v prvej časti práce venovať sústave chýb paľby pri úplnej príprave prvkov pre streľbu.

Z dostupnej literatúry, ktorá rieši problematiku sústavy chýb delostreleckej paľby i z praxe vyplýva, že najjednoduchším prípadom delostreleckej paľby je jediný výstrel.

Náhodnú chybu výstrelu $\Delta\vec{v}$ (Obrázok 1) tvoria dve skupiny náhodných chýb – náhodná chyba prípravy prvkov $\Delta\vec{p}$ a náhodná chyba rozptylu $\Delta\vec{r}$.

Náhodná chyba prípravy prvkov $\Delta\vec{p}$ náhodne odchyľuje stred rozptylu S_r od stredu cieľa S_c v diaľke i v smere. Preto, že táto náhodná chyba má rovnaký zmysel a približne rovnakú veľkosť v skupine po sebe idúcich výstrelův, ktoré boli vystrelené s rovnakými prvkami v približne rovnakých podmienkach, nazýva sa opakujúcou sa náhodnou chybou.

Náhodná chyba rozptylu $\Delta\vec{r}$ náhodne odchyľuje bod doletu strely R od stredu rozptylu S_r v diaľke i v smere. Vzhľadom na to, že táto chyba má pri každom výstrele celkom náhodne sa meniaci zmysel i veľkosť, nazýva sa neopakujúcou sa náhodnou chybou.



Obrázok 1 Chyby výstrelu
Zdroj: VARECHA, 2017

Celková náhodná chyba výstrelu $\Delta\vec{v}$ sa môže určiť zo vzťahu:

$$\Delta\vec{v} = \Delta\vec{p} + \Delta\vec{r}$$

a v jednotlivých zložkách, v smere streľby X a v smere kolmom na smer streľby Z:

$$x_v = x_p + x_r$$

$$z_v = z_p + z_r$$

Podľa (Varecha, Belan, Majchút, 2002) a (Varecha, 2003c) výsledky veľkého počtu pokusov potvrdili, že náhodné chyby prípravy prvkov i náhodné chyby rozptylu sa riadia zákonom normálneho rozloženia náhodnej premennej a zároveň potvrdili, že obidve skupiny náhodných chýb sú vzájomne nezávislé.

Vzhľadom na to, že sa náhodné chyby prípravy prvkov i náhodné chyby rozptylu riadia zákonom normálneho rozloženia a sú na sebe vzájomne nezávislé, riadia sa týmto zákonom i výsledné chyby výstrelu.

Podľa (Varecha, 2017) sú charakteristikami tohto zákona:

- matematická nádej chyby výstrelu v diaľke m_x a v smere m_z ,
- pravdepodobné chyby výstrelu v diaľke Ex_v a v smere Ez_v ,
- korelačné koeficienty v diaľke rx_v a v smere rz_v .

Vzhľadom na to, že sa v delostreleckej praxi určujú prvky pre streľbu na cieľ (stred skupinového cieľa), ide o tzv. centrovanú polohu náhodnej premennej, a preto platí:

$$m_x = m_z = 0 \quad (1.1)$$

Veľkosť pravdepodobných chýb výstrelu v diaľke a v smere sú podľa (Varecha, 2017) dané vzťahmi:

$$Ex_v = \sqrt{Ex^2 + od^2} \quad (1.2)$$

$$Ez_v = \sqrt{Ez^2 + oš^2} \quad (1.3)$$

Vzhľadom na to, že pravdepodobné chyby výstrelu v diaľke a v smere sú na sebe vzájomne nezávislé, bude platiť:

$$rx_v = rz_v = 0 \quad (1.4)$$

Z uvedeného je zrejmé, že na posudzovanie presnosti výstrelů v diaľke a v smere sú postačujúcimi charakteristikami pravdepodobné chyby výstrelu v diaľke a v smere. Keďže veľkosť pravdepodobných chýb rozptylu v diaľke a v smere sa uvádza v každých tabuľkách streľby, je potrebné zaoberať sa určovaním veľkosti pravdepodobných chýb prípravy prvkov.

1.2 Chyby prípravy prvkov pre streľbu

Základným spôsobom určovania prvkov pre účinnú streľbu je podľa (Del-2-1, 2010) úplná príprava. Tento spôsob prípravy prvkov pre streľbu ako jediný umožňuje splniť požiadavku prekvapivosti paľby tzn. začatie účinnej streľby bez predchádzajúceho zastrieľania a za dodržania stanovených zásad zabezpečuje i požadovanú presnosť paľby a v konečnom dôsledku splnenie palebnej úlohy (Jirsák, Kodym, 2017).

Podstata úplnej prípravy spočíva vo výpočte opráv pre všetky podmienky streľby a v ich zahrnutí do prvkov streľby. Je zrejmé, že chyby v určení ktorejkoľvek podmienky streľby ovplyvňujú celkovú chybu prípravy prvkov. Podľa (Varecha, 2017) sa celková chyba prípravy prvkov pre streľbu posudzuje v dvoch smeroch:

- v smere streľby, ako náhodná chyba prípravy prvkov v diaľke X ,
- v smere kolmom na smer streľby, ako náhodná chyba prípravy prvkov v smere Z .

Zdroje chýb úplnej prípravy sa podľa viacerých autorov zaraďujú do nasledujúcich skupín:

- chyby v určení polohy cieľa X_C, Z_C
- chyby pripojenia a zamierenia dela X_G, Z_G, Z_{OR}
- chyby meteorologickej prípravy X_P
- chyby určenia zložiek balistického vetra na AÚD X_{wa}, Z_{wa}
- chyby balistickej prípravy X_B
- chyby technickej prípravy X_T, Z_T
- chyby tabuliek streľby X_{TS}, Z_{TS}
- chyby metódy určenia prvkov streľby X_M, Z_M

Jednotliví autori zhodne uvádzajú, že výsledkami výskumu i výsledkami pokusov bolo potvrdené, že všetky uvedené zdroje chýb sú na sebe vzájomne nezávislé a náhodné, a preto sa celková náhodná chyba prípravy prvkov pre streľbu určuje podľa vzťahov:

- v diaľke $X = X_C + X_G + X_P + X_{wa} + X_B + X_T + X_{TS} + X_M$
- v smere $Z = Z_C + Z_G + Z_{OR} + Z_{wa} + Z_T + Z_{TS} + Z_M$

Z dostupnej literatúry tiež vyplýva, že všetky jednotlivé náhodné chyby, uvedené v predchádzajúcich vzťahoch, sa riadia zákonom normálneho rozloženia náhodnej premennej, a preto sa týmto zákonom riadi aj celková náhodná chyba prípravy prvkov v diaľke i v smere.

Podľa (Varecha, 2017) ich charakteristikami sú:

- pravdepodobná chyba prípravy prvkov v diaľke Ex , daná vzťahom:

$$Ex = \sqrt{Ex_C^2 + Ex_G^2 + Ex_P^2 + E_{wax}^2 + Ex_B^2 + Ex_T^2 + Ex_{TS}^2 + Ex_M^2} \quad (1.5)$$

- pravdepodobná chyba prípravy prvkov v smere Ez , daná vzťahom:

$$Ez = \sqrt{Ez_C^2 + Ez_G^2 + Ez_{OR}^2 + E_{waz}^2 + Ez_T^2 + Ez_{TS}^2 + Ez_M^2} \quad (1.6)$$

Pre potreby tejto práce uvedieme v nasledujúcom texte v nevyhnutnom rozsahu len charakteristiky pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa a vzťahy na ich výpočet.

1.3 Pravdepodobné chyby určenia polohy cieľa

Pravdepodobné chyby určenia polohy cieľa v diaľke a v smere sú dané vzťahmi:

$$Ex_c = \sqrt{Ed_c^2 + (Eh_c \cdot \cotg \theta_c)^2} \quad (1.7)$$

$$Ez_c = \sqrt{Es_c^2} \quad (1.8)$$

Veľkosť pravdepodobných chýb určenia súradníc cieľa v diaľke a v smere i určenia nadmorskej výšky cieľa závisia na spôsoboch, prostriedkoch a podmienkach, v ktorých bol prieskum cieľov vykonávaný. Aby bola zabezpečená požadovaná celková presnosť úplnej prípravy, je dovolené určovať súradnice cieľov iba určitými, dostatočne presnými spôsobmi a prostriedkami, za dodržania určitých podmienok. V tejto práci riešime len použitie rôznych laserových diaľkomerov. Nadmorské výšky cieľov sa spravidla určujú podľa mapy, pričom nie je možné prekročiť mierku mapy 1 : 100 000. Presnosť týchto spôsobov je charakterizovaná pravdepodobnými chybami, ktorých hodnoty sú uvedené v tabuľkách 1 a 2.

Tabuľka 1 Presnosť určenia súradníc cieľa

Prostriedky a spôsoby určenia súradníc cieľa	Pravdepodobné kruhové chyby, charakterizujúce presnosť určenia súradníc cieľa v diaľke a v smere
	Ed_c, Es_c
Diaľkomer: - laserový	
- LPR-1	10 m
- MOSKITO	5 m
- CORAL	5 m
- VECTOR IV	2 m

Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka 2 Presnosť určenia nadmorskej výšky

Sklon svahu v stupňoch	Pravdepodobné chyby určenia nadmorskej výšky cieľa i palebného postavenia Eh_C, Eh_{pp}		
	1 : 25 000	1 : 50 000	1 : 100 000
2–5	1,5 m	2,9 m	5,7 m
5-7	1,9 m	4 m	8,4 m
7-10	3,2 m	7,6 m	18 m
10-20	4,1 m	9,3 m	21 m
20-30	5,8 m	12 m	25 m
30-40	7,5 m	16 m	34 m

Zdroj: Vlastné spracovanie

1.4 Prieskumné prostriedky

Prieskumné prostriedky na určenie polohy cieľa sú využívané delostreleckými pozorovateľmi a prieskumnými jednotkami na získanie informácií o polohe cieľov. Požiadavky sú kladené na znižovanie veľkosti chýb merania vzdialeností a orientovaných uhlov (smerníkov, milsov), čím sa zvyšuje presnosť streľby a následne znižuje spotreba munície.

Pre cieľ tejto práce boli použité nasledujúce laserové diaľkomery:

- LPR-1
- MOSKITO
- CORAL
- VECTOR IV

1.4.1 Laserový diaľkomer LPR-1

Laserový diaľkomer LPR-1 je prieskumný optoelektronický prostriedok, ktorý je predurčený k zisťovaniu súradníc pozemných cieľov, ale aj pozemných a vzdušných výbuchov. S laserovým diaľkomerom LPR-1 je taktiež možné určovať polárne súradnice, prevádzať polárne súradnice na pravouhlé, určiť súradnice polohy diaľkomeru vzhľadom na k súradnicovo známemu orientačnému bodu a vykonávať orientáciu podľa svetových strán.

Podľa (Del-26-49,1990) je tento prieskumný prostriedok prevádzkyschopný v teplotnom rozmedzí od -40 °C do +50 °C, pri relatívnej vlhkosti vzduchu do 98 % a tlaku do 613 hPa. Zabudovaný akumulátor napája diaľkomer v rozmedzí napätia od 11 V do 14 V. Diaľkomer je možné napájať aj z palubných sietí vozidiel a vonkajšími akumulátormi.

Laserový diaľkomer je pri používaní (v bojovej polohe) zložený z:

- Diaľkomer
- Uhlomerné ústrojenstvo
- Stojan

Podľa (Del-26-49,1990) je uhlomerné ústrojenstvo určené k navádzaniu diaľkomeru na cieľ a k určovaniu polárnych súradníc cieľa vzhľadom k polohe diaľkomeru.

Tento prieskumný prostriedok je sovietskej výroby, pričom bol produkován v Kazaňskom opticko-mechanickom závode. Je využívaný delostreleckými prieskumnými jednotkami Samohybného delostreleckého oddielu v Michalovciach.

Dôležité takticko-technické údaje (ďalej len TTÚ) podľa (Del-26-49,1990):

- Rozsah meraných vzdialeností – 145-20 000 m
- Vzdialenosť zachytenia cieľa o rozmeroch 2x3 m – 5 000 m
- Maximálna chyba merania vzdialenosti – 10 m
- Zväčšenie – 7x
- Rozsah merania orientovaných uhlov – 60-00 (360°)
- Rozsah merania elevačných uhlov - +/- 05-00 (30°)
- Hmotnosť dial'komeru – 2,5 kg
- Hmotnosť dial'komeru v bojovej polohe so stojanom – 5 kg
- Hmotnosť dial'komeru v pochodovej polohe – 15 kg
- Rozmery dial'komeru v pochodovej polohe – 500x337x283 mm



Obrázok 2 Laserový dial'komer LPR-1

Zdroj: http://www.aos.sk/casopisy/reflexie/vojenske_reflexieXIII_1.pdf

1.4.2 Laserový dial'komer MOSKITO

MOSKITO je moderný laserový dial'komer vyrábaný švajčiarskou firmou Safran Vectronix. Patrí medzi špičku prieskumných prostriedkov, pričom 18 kusov tohto dial'komeru je najnovšie zaradených na niektorých jednotkách 5. pluku špeciálneho určenia.

Tento laserový diaľkomer je kompaktný prostriedok, ktorý slúži na určovanie polohy cieľov a na denné a nočné pozorovanie bojiska. Taktiež má v sebe zabudovaný lokátor vlastnej polohy prepojený so systémom Globálneho polohovacieho systému (ďalej len GPS). Taktiež je schopný merať vzdialenosti, orientačné a elevačné uhly rovnako ako binokulárne laserové diaľkomery rady VECTOR, ktoré sú taktiež vyrábané firmou Safran Vectronix.

V prieskumnom prostriedku MOSKITO je zabudovaná jedna z najnovších technológií pre pozorovanie počas noci, ktorú je schopná obsluha zapnúť mimoriadne rýchlo. Optické vybavenie prostriedku je uspokojené širokej škále svetelných podmienok, čo umožňuje optimálne pozorovanie cez deň. Tento prostriedok je výrobcom uspokojený pre jednoduché zaúčanie obslúh v procese výcviku.

Dôležité TTÚ udávané výrobcom:

- Rozsah meraných vzdialeností – do 10 km
- Maximálna chyba merania vzdialenosti – 5 m
- Zväčšenie – 5x
- Zväčšenie (pri použití v noci) – 3x
- Maximálna chyba merania orientovaných uhlov – 0,6 ° (10 mil)
- Maximálna chyba merania elevačných uhlov – 0,2 ° (3 mil)
- Rozmery diaľkomeru – 130x185x80 mm
- Hmotnosť diaľkomeru – 1,2 kg



Obrázok 3 Laserový diaľkomer MOSKITO

Zdroj: <https://www.safran-vectronix.com/product/moskito/>

1.4.3 Laserový diaľkometer CORAL

CORAL je laserový diaľkometer izraelskej výroby produkováný firmou Elbit Systems. Využívajú ho prieskumné jednotky v spolupráci s jednotkami oddielu palebnej podpory z 5. pluku špeciálneho určenia v Žiline. V tomto prístroji sú využívané moderné elektronické a optoelektronické súčiastky, ktoré zvyšujú presnosť prieskumnej činnosti pri udávaní polohy cieľov. Taktiež sú využité pokrokové plastové materiály, ktoré znižujú hmotnosť prieskumného prostriedku, čo uľahčuje prácu prieskumným jednotkám.

Výrobca udáva maximálnu meranú vzdialenosť pre zameriavanie osôb na 5 km. Pri zameriavaní vozidiel je táto vzdialenosť udávaná na 11 km. Uvádzaná maximálna chyba merania je 5 m.



Obrázok 4 Laserový diaľkometer CORAL

Zdroj: https://elbitsystems.com/media/CORAL-LS_2016.pdf

1.4.4 Laserový diaľkometer VECTOR IV

Laserový diaľkometer VECTOR IV vyrábaný švajčiarskou firmou Safran Vectronix je skutočným vrcholom rebríčka prieskumných prostriedkov súčasnej doby. Vyznačuje sa mimoriadnymi vlastnosťami pre pozorovanie cez deň, má v sebe zabudovaný trojdimenzionálny 360-stupňový digitálny kompas, spolu s laserom neškodným pre ľudské oko, ktorý má vlnovú dĺžku 1550 nm, čo je spektrum neviditeľné pre prostriedky zachycujúce laserové lúče, čo značne prispieva k miere bezpečnosti pri použití tohto prostriedku.

Tento prieskumný prostriedok patrí do skupiny prostriedkov VECTOR, ktorá celkovo pozostáva zo 4 osobitných prístrojov. Všetky laserové technológie použité v týchto prístrojoch sú zdraviu neškodné, a zároveň majú najvyššiu životnosť a najnižšiu spotrebu energie. Zníženie hmotnosti oproti starším prístrojom prispieva k zlepšenej mobilite, operačnej pripravenosti a schopnostiam využitia.

Zväčšenie pri tomto prístroji je 7-násobné, pričom oba okuláre binokulárnej sústavy sú o priemere 6 mm, pričom je možnosť ich čiastočného premiestnenia, pre zabezpečenia maximálneho optického výkonu pre každého používateľa.

Používanie tohto prístroja je vďaka jeho skladbe maximálne jednoduché, čo má prispieť k spoľahlivosti a správnosti činností obsluhy tohto prostriedku. Využíva digitálny port RS232 pre okamžitý a bezchybný prenos dát.



Obrázok 5 Laserový diaľkomer VECTOR IV

Zdroj: <https://www.safran-vectronix.com/product/vector-iv/>

2 CIEĽ ZÁVEREČNEJ PRÁCE

Zo zhodnotenia súčasného stavu riešenia sústavy chýb delostreleckej paľby a zo zadania záverečnej práce je cieľom záverečnej práce vypočítať číselné charakteristiky sústavy chýb paľby 122mm RM MODULAR pre podmienky úplnej prípravy, pričom úplná príprava je základným spôsobom určovania prvkov pre účinnú strelbu, a čo viac ako jediný zo spôsobov prípravy prvkov pre strelbu zabezpečuje prekvapivosť v začatí paľby. Analýza a vyhodnotenie výsledkov a stanovenie konkrétnych záverov a odporúčaní pre delostreleckú prax.

Na splnenie cieľa záverečnej práce je potrebné splniť nasledovné čiastočné úlohy:

- Vypočítať číselné charakteristiky sústavy chýb paľby 122mm RM MODULAR po úplnej príprave pri použití rôznych prieskumných prostriedkov na určovanie súradníc cieľov,
- Určiť z variantu prieskumných prostriedkov optimálny prieskumný prostriedok na určovanie súradníc cieľov, ktoré vytvoria najpriaznivejšie podmienky úplnej prípravy a zároveň najmenšie pravdepodobné chyby prípravy prvkov
- Na vypracovaných grafoch názorne preukázať číselné, ale i relatívne rozdielnosti medzi použitými jednotlivými prieskumnými prostriedkami na určovanie súradníc cieľov, so zámerom na vytvorenie prehľadu o dôležitosti použitia optimálnych prieskumných prostriedkov na určovanie súradníc cieľov pre čo najpresnejšiu paľbu 122mm RM MODULAR.

Vzhľadom na rozsiahlosť a zložitosť výpočtov je nutnosťou použitie výpočtovej techniky pre riešenie určenia číselných charakteristík.

Na riešenie problematiky bolo nutné zvoliť tieto obmedzujúce podmienky:

- číselné charakteristiky počítať pre podmienky paľby 122mm RM 70/85 MODULAR,
- číselné charakteristiky počítať pre podmienky, kedy je používaná strela JROF,
- číselné charakteristiky počítať pre podmienky, kedy je používaný nárazový zapalovač KZ-88,
- číselné charakteristiky počítať pre podmienky, kedy je nadmorská výška palebného postavenia do 250 m.

3 METODIKA PRÁCE A POUŽITÉ METÓDY

Z cieľa práce jednoznačne vyplýva, že podstatou práce je vypočítať číselné charakteristiky sústavy chýb paľby 122mm RM MODULAR pre podmienky úplnej prípravy. Pre dosiahnutie tohto cieľa bolo nevyhnutné v prvom rade získanie potrebnej literatúry, kde je daná problematika rozobratá.

Po zhromaždení literatúry sme podrobne naštudovali problematiku spojenú s úplnou prípravou prvkov pre streľbu, následne podrobnejšie sme sa venovali pravdepodobným chybám určenia polohy cieľov.

Ďalším krokom bolo vypracovanie jednotlivých tabuliek a z nich vyplývajúcich grafov, z ktorých bolo možné vykonávať porovnanie daných prieskumných prostriedkov na celkovú presnosť úplnej prípravy prvkov na streľbu.

Na záver sme vykonali vyhodnotenie porovnania týchto výsledkov, z ktorých boli vyvedené závery zhrnuté v poslednej časti práce.

V tejto záverečnej práci boli použité viaceré metódy pri jej spracovaní, ktoré boli nevyhnutnou podmienkou pre úspešné dosiahnutie výsledkov práce, pričom základné metódy boli analýza a syntéza, ktoré sa prakticky prelínajú v celej práci. Medzi ostatné použité metódy patria matematické metódy, metóda porovnávania a metóda zovšeobecňovania.

Matematické metódy boli použité predovšetkým pri stanovení číselných charakteristík sústavy chýb delostreleckej paľby 122mm RM MODULAR, pričom spracovanie množstva údajov bolo uskutočnené s využitím výpočtovej techniky. Metódy porovnávania a zovšeobecňovania boli použité najmä v záverečných častiach práce pre vyhodnotenie výsledkov zo zistených faktov a pre vyvedenie záverov z nich vyplývajúcich.

4 VÝSLEDKY PRÁCE

Nasledujúca kapitola v sebe zahŕňa všetky výsledky, získané počas spracovania práce, pričom tieto údaje boli nevyhnutne potrebné pre splnenie čiastkových cieľov uvedených v kapitole 2, a tým aj k splneniu celkového cieľa práce. Všetky tieto údaje sú uvedené v tabuľkách a grafoch, aby si mohol čitateľ vytvoriť lepšiu predstavu o zistených zákonitostiach a záveroch, z nich odvodených.

Kapitola v sebe zahŕňa stanovené štandardné podmienky úplnej prípravy, ktoré boli použité pri výpočtoch. Premennými údajmi sú veľkosti pravdepodobných chýb určenia súradníc cieľov, v závislosti na použití prieskumných prostriedkov, vybratých pre spracovanie tejto záverečnej práce.

4.1 Štandardné podmienky úplnej prípravy

V rámci spracovania tejto záverečnej práce boli stanovené tieto štandardné podmienky úplnej prípravy:

- pravdepodobná chyba určenia nadmorských výšok je $Eh_c = Eh_{pp} = 2,3 \text{ m}$
- pravdepodobná chyba určenia polohy palebného postavenia je $Ex_{pp} = Ez_{pp} = 9 \text{ m}$
- pravdepodobná chyba orientácie prístrojov je $Ez_{OR} = 0,3 \text{ dc}$
- meteorologická správa je zastaraná 2 hodiny
- pravdepodobná chyba určenia zložiek balistického vetra na AÚD je $E_{waz} = E_{wax} = 0,8 \text{ m}$
- pravdepodobná chyba určenia teploty náplne je $E_{\Delta T_n} = 2,2 \text{ }^\circ\text{C}$
- pravdepodobná chyba rektifikácie mieridiel je $E_\varphi = 0,5 \text{ dc}, E_\alpha = 0,6 \text{ dc}$
- na určovanie prvkov pre streľbu je použitý počítač, pravdepodobná chyba grafických prác je nulová.

Jediným meniacim sa parametrom je veľkosť pravdepodobnej chyby určenia polohy cieľa v diaľke a v smere, v závislosti na použitom diaľkomere. Výsledky sú prehľadne uvedené v nasledujúcich tabuľkách a grafoch.

4.2 Číselné charakteristiky sústav chýb paľby

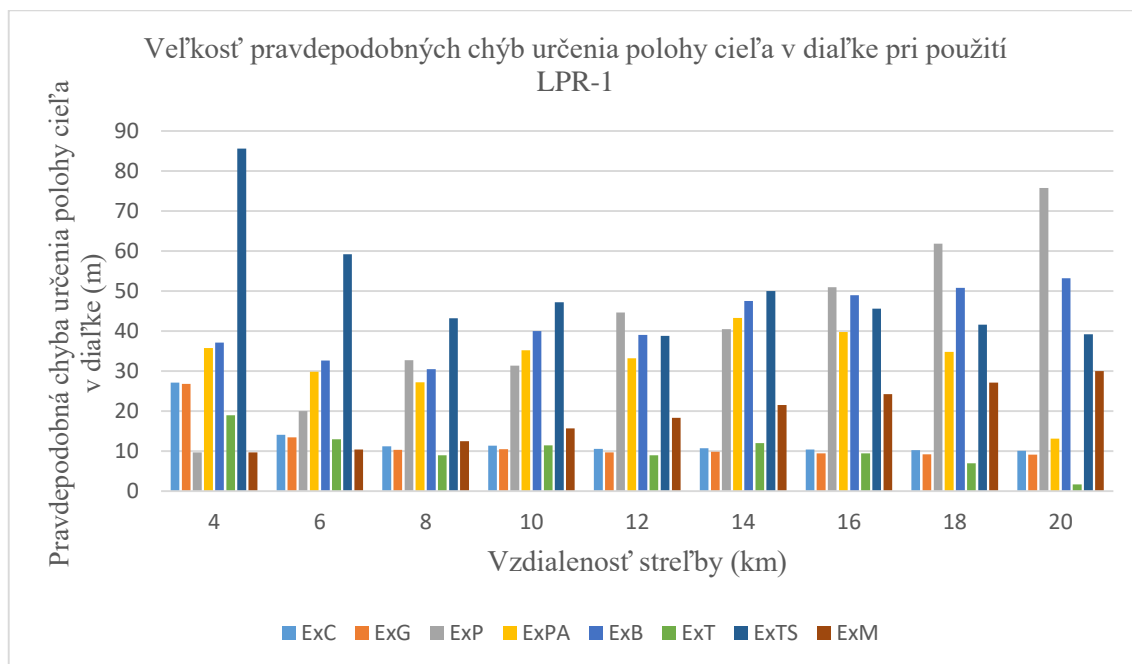
V rámci splnenia čiastkových cieľov, a tým aj celkového cieľa, boli vypočítané číselné charakteristiky sústavy chýb paľby pre 122mm RM MODULAR pre podmienky úplnej prípravy v závislosti na použití rôznych prieskumných prostriedkov na určovanie polohy cieľov.

Tabuľka 3 Pravdepodobné chyby výstrelu pri paľbe 122mm RM MODULAR pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použití LPR-1

HODNOTA	Vzdialenosť streľby (km)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	Balistický variant								
	VBK	VBK	VBK	MBK	MBK	BezBK	BezBK	BezBK	BezBK
Ex_C	27,18	14,12	11,26	11,37	10,61	10,76	10,42	10,23	10,1
Ex_G	26,83	13,43	10,38	10,51	9,67	9,84	9,47	9,25	9,11
Ex_P	9,73	20,04	32,74	31,38	44,7	40,47	50,97	61,88	75,83
Ex_{PA}	35,75	29,83	27,24	35,19	33,2	43,3	39,76	34,8	13,12
Ex_B	37,17	32,65	30,51	40,05	39,08	47,56	48,97	50,81	53,26
Ex_T	19	13	9	11,5	9	12	9,5	7	1,7
Ex_{TS}	85,6	59,2	43,2	47,2	38,8	50	45,6	41,6	39,2
Ex_M	9,68	10,39	12,53	15,69	18,36	21,54	24,3	27,14	30,01
Ex	109,52	80,74	71,3	81,69	82,2	95,37	97,65	101,63	106,7
od	214	148	108	118	97	125	114	104	98
Ex	109,52	80,74	71,3	81,69	82,2	95,37	97,65	101,63	106,7
Ex_V	240,4	168,59	129,41	143,52	127,14	157,23	150,11	145,41	144,88
Ez_C	10	10	10	10	10	10	10	10	10
Ez_G	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Ez_{OR}	1,2	1,8	2,4	3	3,6	4,2	4,8	5,4	6
Ez_P	3,4	9,18	15,36	15	21,6	18,9	25,52	30,24	42
Ez_{PA}	16	24,5	33,34	42,47	51,98	60,57	71,86	86,83	112,73
Ez_T	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12
Ez_M	4,08	6,12	8,16	10,2	12,24	14,28	16,32	18,36	20,4
Ez	21,73	30,32	40,3	48,57	59,7	67,07	79,86	95,49	123,49
$oš$	30	48	65	76	93	102	120	141	179
Ez_V	37,04	56,77	76,48	90,19	110,51	122,08	144,14	170,29	217,46

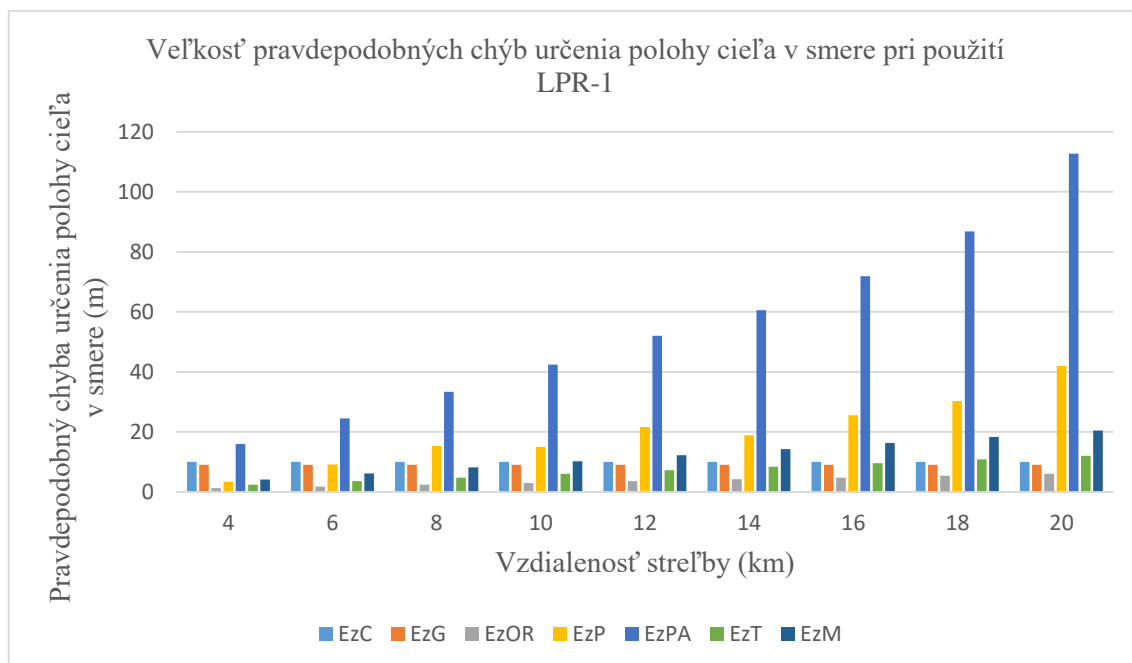
Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 6 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v diaľke pri použití LPR-1



Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 7 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v smere pri použití LPR-1



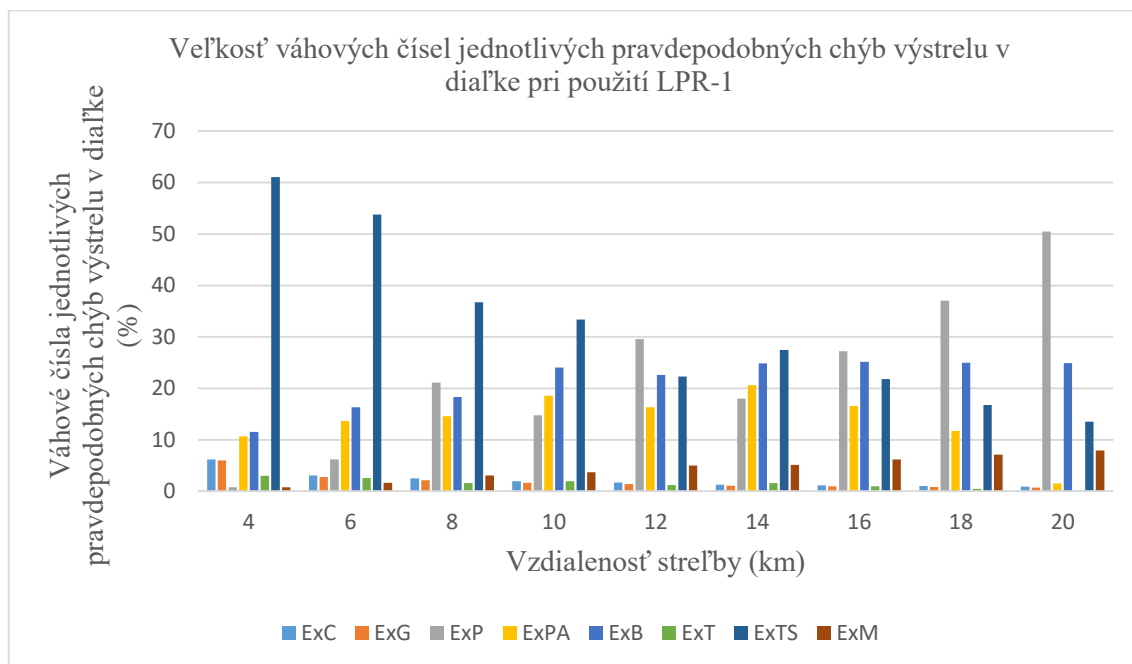
Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka 4 Váhové čísla jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použití LPR-1

HODNOTA	Vzdialenosť streľby (km)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	Balistický variant								
	VBK	VBK	VBK	MBK	MBK	BezBK	BezBK	BezBK	BezBK
Ex_C	6,16	3,06	2,49	1,94	1,67	1,27	1,14	1,01	0,9
Ex_G	6	2,77	2,12	1,66	1,38	1,06	0,94	0,83	0,73
Ex_P	0,79	6,16	21,09	14,76	29,57	18,01	27,24	37,07	50,51
Ex_{PA}	10,66	13,65	14,6	18,56	16,31	20,61	16,58	11,73	1,51
Ex_B	11,52	16,35	18,31	24,04	22,6	24,87	25,15	25	24,92
Ex_T	3,01	2,59	1,59	1,98	1,2	1,58	0,95	0,47	0,03
Ex_{TS}	61,09	53,76	36,71	33,38	22,28	27,49	21,81	16,75	13,5
Ex_M	0,78	1,66	3,09	3,69	4,99	5,1	6,19	7,13	7,91
Ez_C	21,18	10,88	6,16	4,24	2,81	2,22	1,57	1,1	0,66
Ez_G	17,15	8,81	4,99	3,43	2,27	1,8	1,27	0,89	0,53
Ez_{OR}	0,3	0,35	0,35	0,38	0,36	0,39	0,36	0,32	0,24
Ez_P	2,45	9,17	14,53	9,54	13,09	7,94	10,21	10,03	11,57
Ez_{PA}	54,22	65,29	68,44	76,46	75,81	81,56	80,97	82,68	83,33
Ez_T	1,22	1,41	1,42	1,53	1,45	1,57	1,45	1,28	0,94
Ez_M	3,53	4,07	4,1	4,41	4,2	4,53	4,18	3,7	2,73

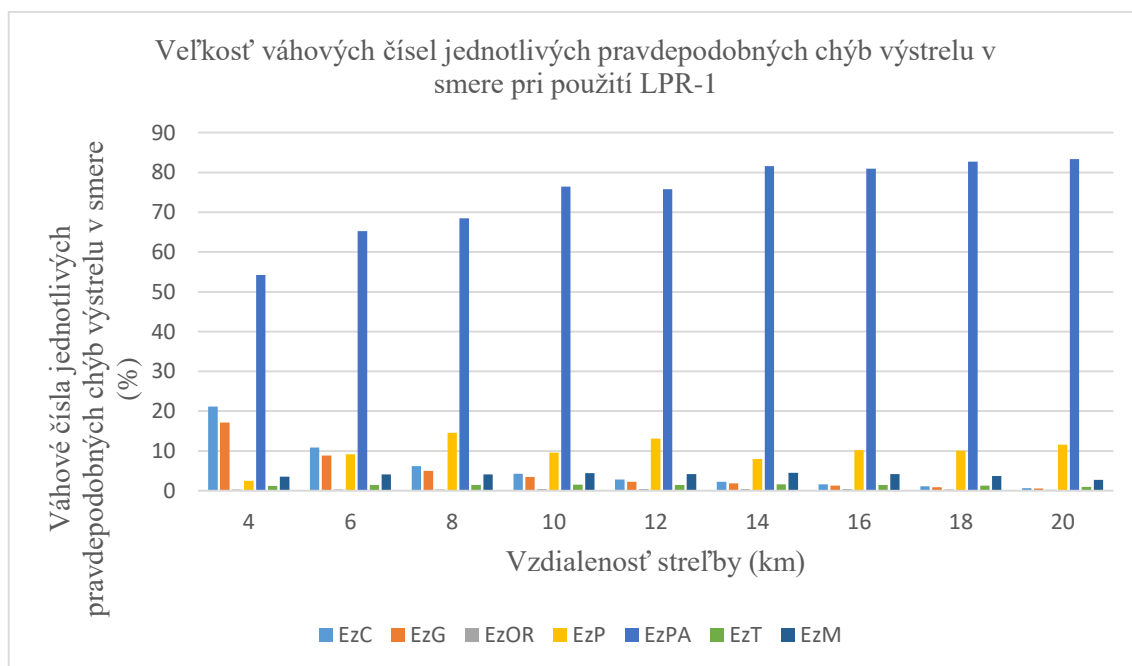
Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 8 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v diaľke pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia LPR-1



Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 9 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia LPR-1



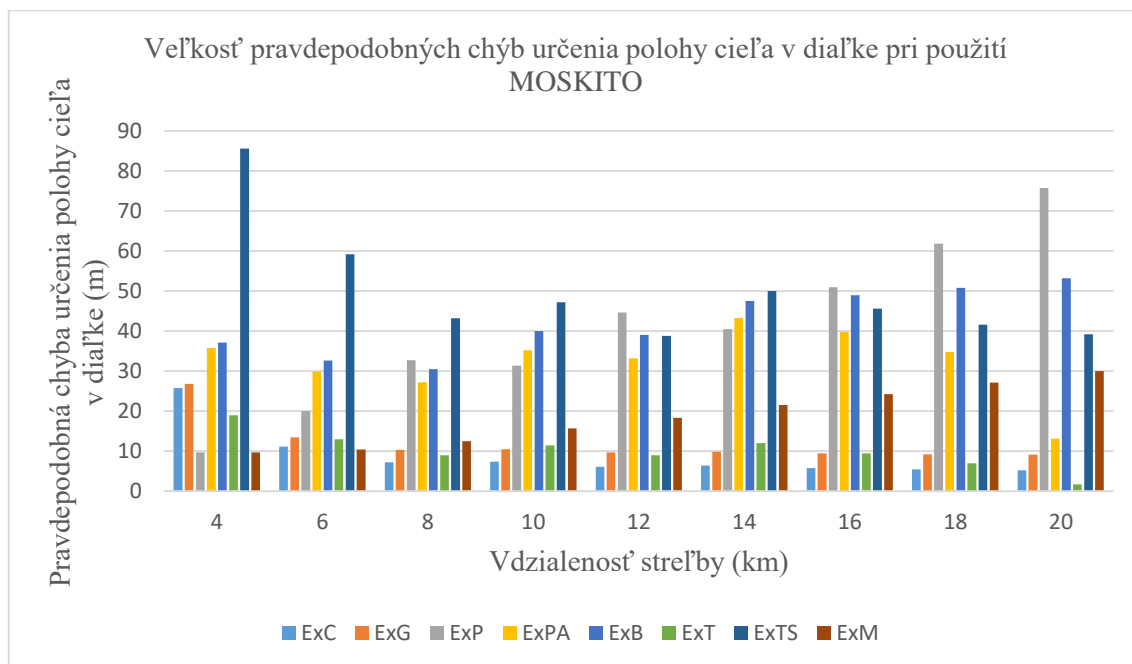
Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka 5 Pravdepodobné chyby výstrelu pri paľbe 122mm RM MODULAR pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia MOSKITO

HODNOTA	Vzdialenosť streľby (km)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	Balistický variant								
	VBK	VBK	VBK	MBK	MBK	BezBK	BezBK	BezBK	BezBK
Ex_C	25,76	11,15	7,19	7,37	6,13	6,39	5,8	5,44	5,2
Ex_G	26,83	13,43	10,38	10,51	9,67	9,84	9,47	9,25	9,11
Ex_P	9,73	20,04	32,74	31,38	44,7	40,47	50,97	61,88	75,83
Ex_{PA}	35,75	29,83	27,24	35,19	33,2	43,3	39,76	34,8	13,12
Ex_B	37,17	32,65	30,51	40,05	39,08	47,56	48,97	50,81	53,26
Ex_T	19	13	9	11,5	9	12	9,5	7	1,7
Ex_{TS}	85,6	59,2	43,2	47,2	38,8	50	45,6	41,6	39,2
Ex_M	9,68	10,39	12,53	15,69	18,36	21,54	24,3	27,14	30,01
Ex	109,18	80,27	70,77	81,23	81,74	94,98	97,26	101,26	106,34
od	214	148	108	118	97	125	114	104	98
Ex_V	240,24	168,37	129,12	143,26	126,85	156,99	149,85	145,15	144,61
Ez_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ez_G	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Ez_{OR}	1,2	1,8	2,4	3	3,6	4,2	4,8	5,4	6
Ez_P	3,4	9,18	15,36	15	21,6	18,9	25,52	30,24	42
Ez_{PA}	16	24,5	33,34	42,47	51,98	60,57	71,86	86,83	112,73
Ez_T	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12
Ez_M	4,08	6,12	8,16	10,2	12,24	14,28	16,32	18,36	20,4
Ez	19,94	29,05	39,36	47,79	59,07	66,51	79,39	95,09	123,18
$oš$	30	48	65	76	93	102	120	141	179
Ez_V	36,02	56,11	75,99	89,78	110,17	121,77	143,88	170,07	217,29

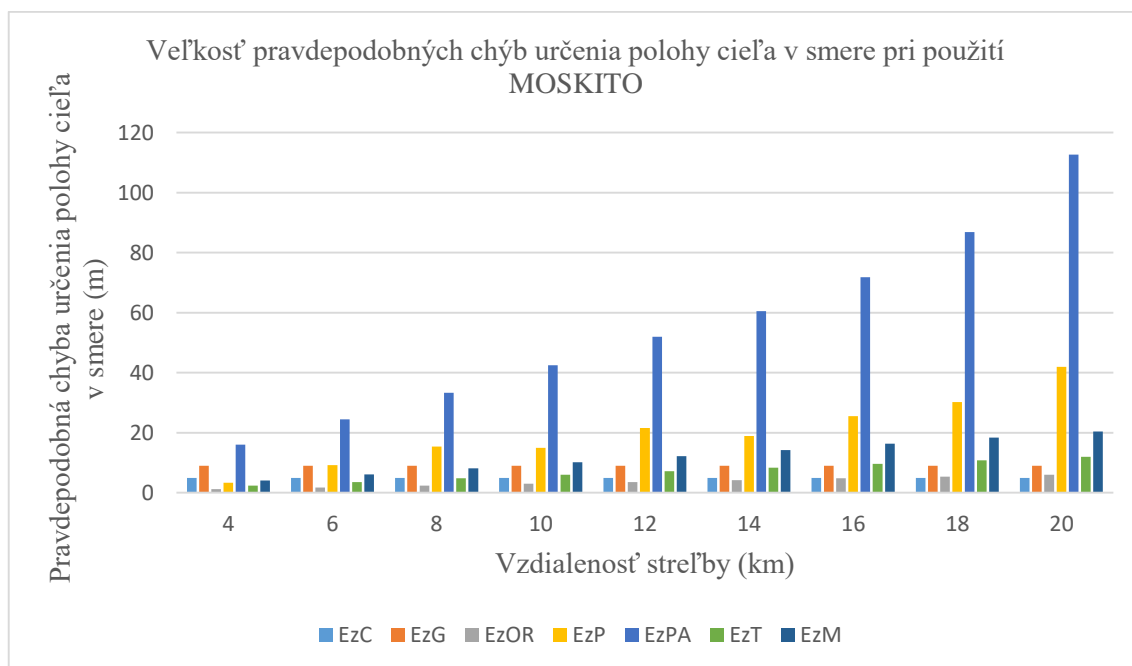
Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 10 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v diaľke pri použití MOSKITO



Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 11 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v smere pri použití MOSKITO



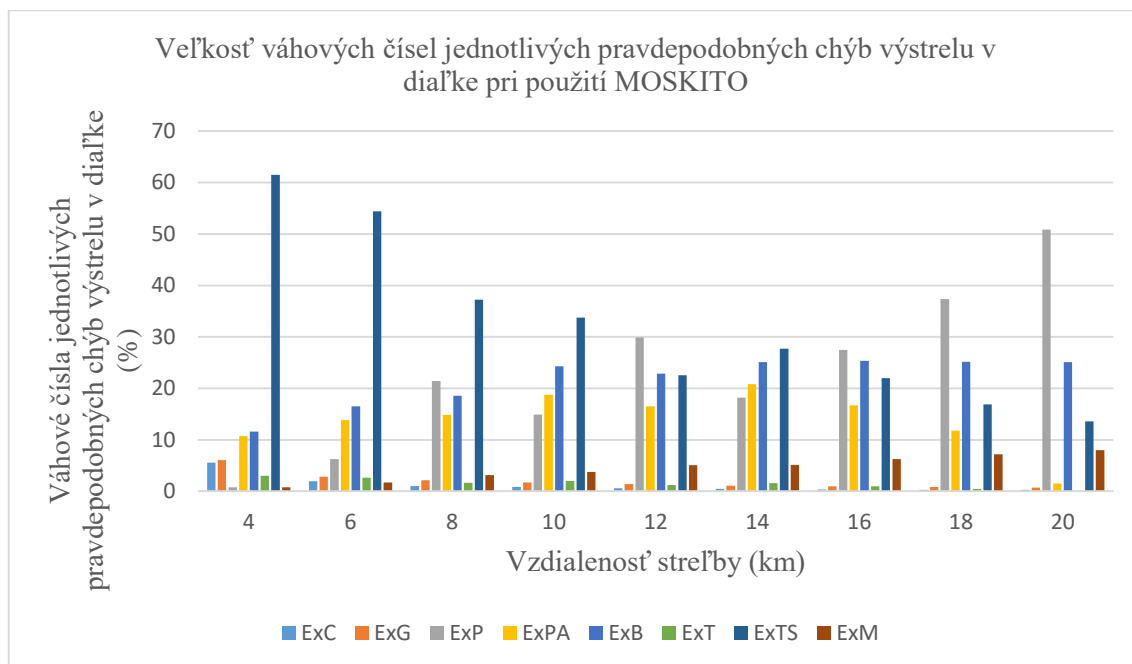
Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka 6 Váhové čísla jednotlivých pravdepodobných chýb prvkov pre streľbu pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia MOSKITO

HODNOTA	Vzdialenosť streľby (km)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	Balistický variant								
	VBK	VBK	VBK	MBK	MBK	BezBK	BezBK	BezBK	BezBK
Ex_C	5,57	1,93	1,03	0,82	0,56	0,45	0,36	0,29	0,24
Ex_G	6,04	2,8	2,15	1,67	1,4	1,07	0,95	0,83	0,73
Ex_P	0,79	6,23	21,4	14,92	29,91	18,16	27,46	37,34	50,85
Ex_{PA}	10,72	13,81	14,82	18,77	16,5	20,78	16,71	11,81	1,52
Ex_B	11,59	16,54	18,59	24,31	22,86	25,07	25,35	25,18	25,08
Ex_T	3,03	2,62	1,62	2	1,21	1,6	0,95	0,48	0,03
Ex_{TS}	61,47	54,39	37,26	33,76	22,53	27,71	21,98	16,88	13,59
Ex_M	0,79	1,68	3,13	3,73	5,05	5,14	6,24	7,18	7,96
Ez_C	6,29	2,96	1,61	1,09	0,72	0,57	0,4	0,28	0,16
Ez_G	20,37	9,6	5,23	3,55	2,32	1,83	1,29	0,9	0,53
Ez_{QR}	0,36	0,38	0,37	0,39	0,37	0,4	0,37	0,32	0,24
Ez_P	2,91	9,99	15,23	9,85	13,37	8,08	10,33	10,11	11,63
Ez_{PA}	64,39	71,13	71,75	78,98	77,44	82,94	81,93	83,38	83,75
Ez_T	1,45	1,54	1,49	1,58	1,49	1,6	1,46	1,29	0,95
Ez_M	4,19	4,44	4,3	4,56	4,29	4,61	4,23	3,73	2,74

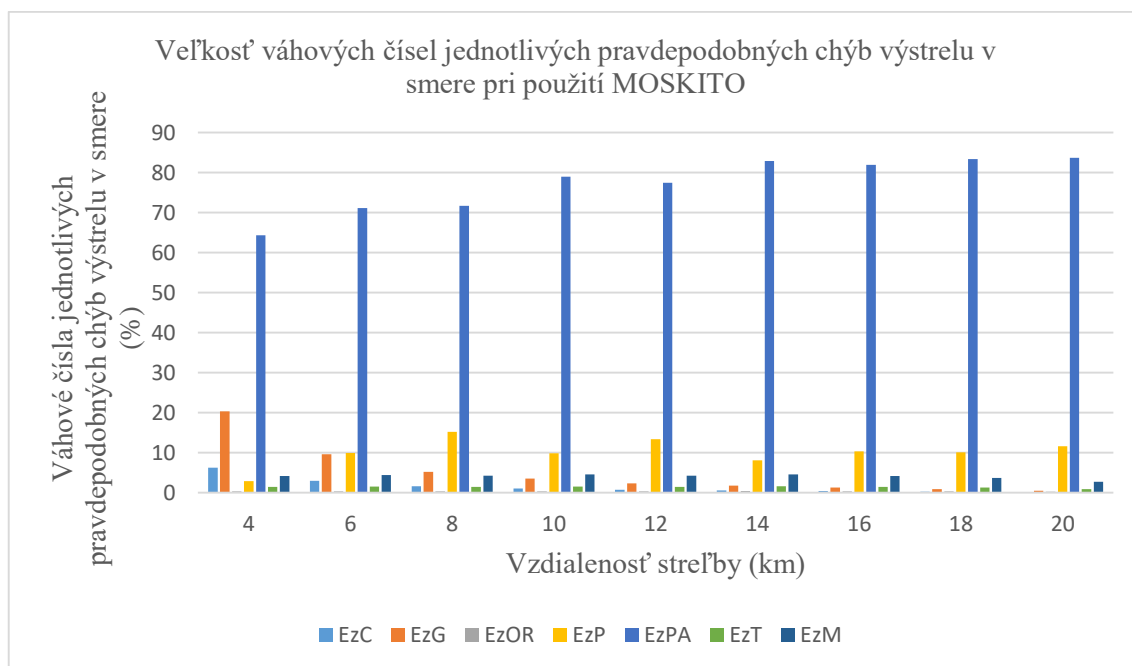
Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 12 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v diaľke pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia MOSKITO



Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 13 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia MOSKITO



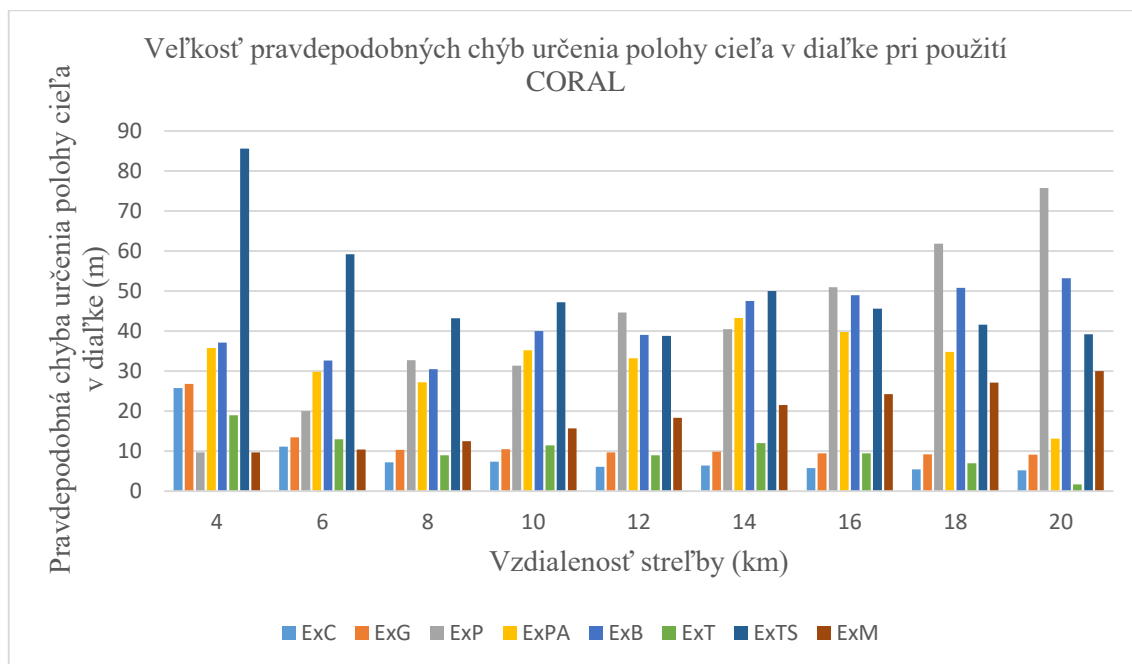
Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka 7 Pravdepodobné chyby výstrelu pri paľbe 122mm RM MODULAR pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia CORAL

HODNOTA	Vzdialenosť streľby (km)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	Balistický variant								
	VBK	VBK	VBK	MBK	MBK	BezBK	BezBK	BezBK	BezBK
Ex_C	25,76	11,15	7,19	7,37	6,13	6,39	5,8	5,44	5,2
Ex_G	26,83	13,43	10,38	10,51	9,67	9,84	9,47	9,25	9,11
Ex_P	9,73	20,04	32,74	31,38	44,7	40,47	50,97	61,88	75,83
Ex_{PA}	35,75	29,83	27,24	35,19	33,2	43,3	39,76	34,8	13,12
Ex_B	37,17	32,65	30,51	40,05	39,08	47,56	48,97	50,81	53,26
Ex_T	19	13	9	11,5	9	12	9,5	7	1,7
Ex_{TS}	85,6	59,2	43,2	47,2	38,8	50	45,6	41,6	39,2
Ex_M	9,68	10,39	12,53	15,69	18,36	21,54	24,3	27,14	30,01
Ex	109,18	80,27	70,77	81,23	81,74	94,98	97,26	101,26	106,34
od	214	148	108	118	97	125	114	104	98
Ex_V	240,24	168,37	129,12	143,26	126,85	156,99	149,85	145,15	144,61
Ez_C	5	5	5	5	5	5	5	5	5
Ez_G	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Ez_{OR}	1,2	1,8	2,4	3	3,6	4,2	4,8	5,4	6
Ez_P	3,4	9,18	15,36	15	21,6	18,9	25,52	30,24	42
Ez_{PA}	16	24,5	33,34	42,47	51,98	60,57	71,86	86,83	112,73
Ez_T	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12
Ez_M	4,08	6,12	8,16	10,2	12,24	14,28	16,32	18,36	20,4
Ez	19,94	29,05	39,36	47,79	59,07	66,51	79,39	95,09	123,18
$o\check{s}$	30	48	65	76	93	102	120	141	179
Ez_V	36,02	56,11	75,99	89,78	110,17	121,77	143,88	170,07	217,29

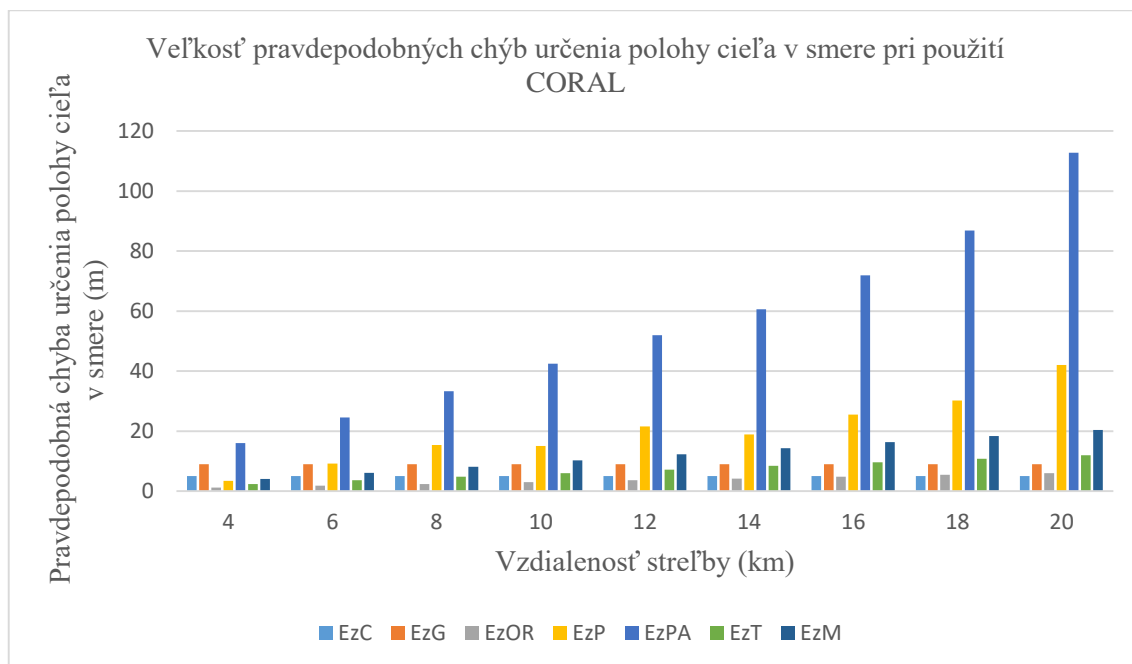
Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 14 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v diaľke pri použití CORAL



Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 15 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v smere pri použití CORAL



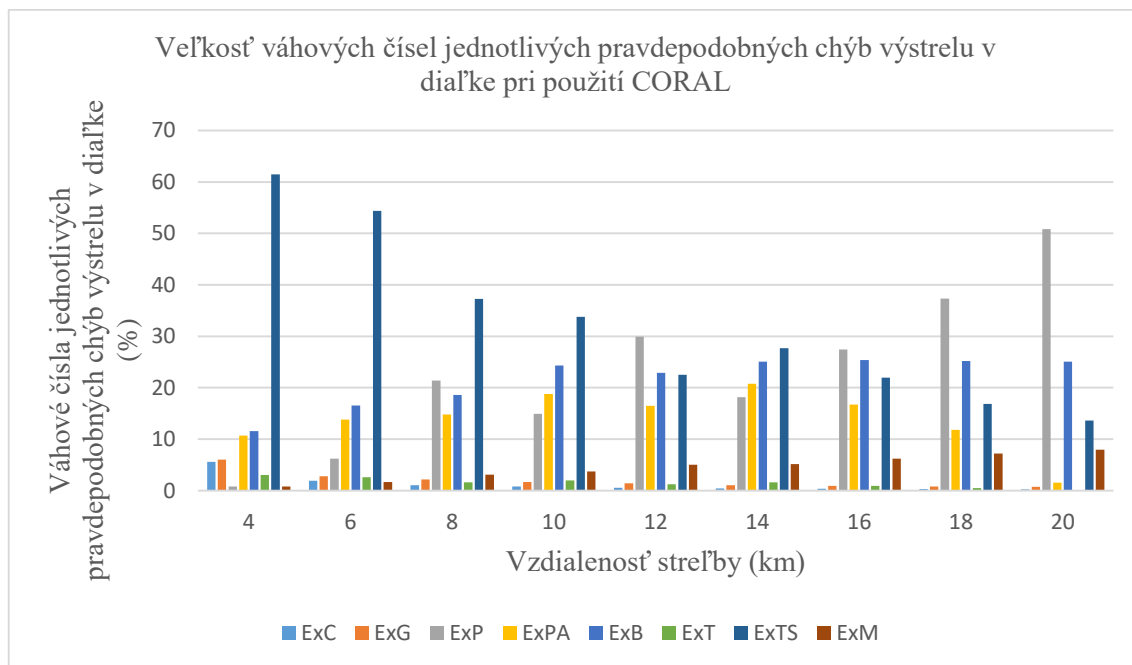
Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka 8 Váhové čísla jednotlivých pravdepodobných chýb prvkov pre streľbu pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia CORAL

HODNOTA	Vzdialenosť streľby (km)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	Balistický variant								
	VBK	VBK	VBK	MBK	MBK	BezBK	BezBK	BezBK	BezBK
Ex_C	5,57	1,93	1,03	0,82	0,56	0,45	0,36	0,29	0,24
Ex_G	6,04	2,8	2,15	1,67	1,4	1,07	0,95	0,83	0,73
Ex_P	0,79	6,23	21,4	14,92	29,91	18,16	27,46	37,34	50,85
Ex_{PA}	10,72	13,81	14,82	18,77	16,5	20,78	16,71	11,81	1,52
Ex_B	11,59	16,54	18,59	24,31	22,86	25,07	25,35	25,18	25,08
Ex_T	3,03	2,62	1,62	2	1,21	1,6	0,95	0,48	0,03
Ex_{TS}	61,47	54,39	37,26	33,76	22,53	27,71	21,98	16,88	13,59
Ex_M	0,79	1,68	3,13	3,73	5,05	5,14	6,24	7,18	7,96
Ez_C	6,29	2,96	1,61	1,09	0,72	0,57	0,4	0,28	0,16
Ez_G	20,37	9,6	5,23	3,55	2,32	1,83	1,29	0,9	0,53
Ez_{OR}	0,36	0,38	0,37	0,39	0,37	0,4	0,37	0,32	0,24
Ez_P	2,91	9,99	15,23	9,85	13,37	8,08	10,33	10,11	11,63
Ez_{PA}	64,39	71,13	71,75	78,98	77,44	82,94	81,93	83,38	83,75
Ez_T	1,45	1,54	1,49	1,58	1,49	1,6	1,46	1,29	0,95
Ez_M	4,19	4,44	4,3	4,56	4,29	4,61	4,23	3,73	2,74

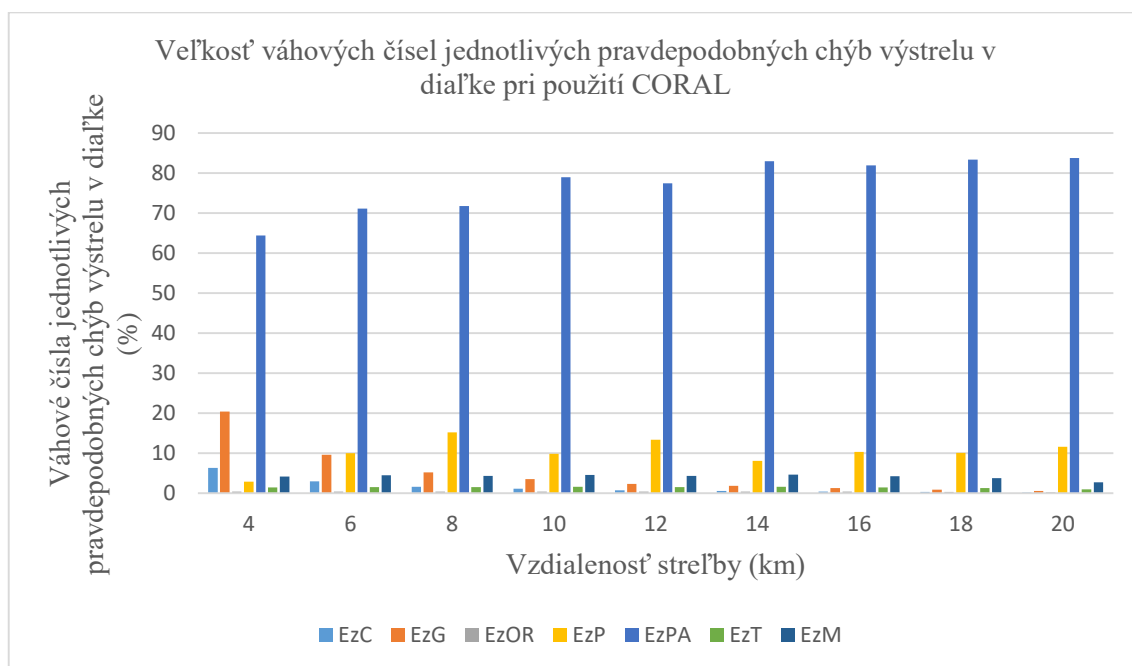
Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 16 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v diaľke pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia CORAL



Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 17 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia CORAL



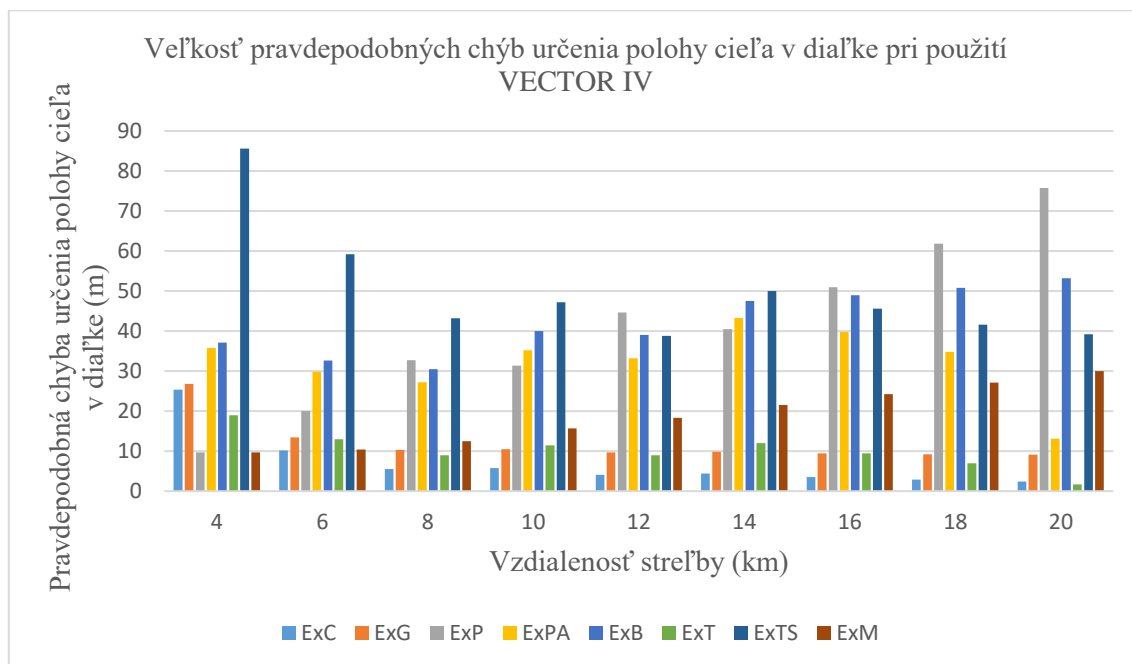
Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka 9 Pravdepodobné chyby výstrelu pri palbe 122mm RM MODULAR pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použití VECTOR IV

HODNOTA	Vzdialenosť streľby (km)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	Balistický variant								
	VBK	VBK	VBK	MBK	MBK	BezBK	BezBK	BezBK	BezBK
Ex_C	25,35	10,16	5,54	5,78	4,07	4,46	3,56	2,93	2,46
Ex_G	26,83	13,43	10,38	10,51	9,67	9,84	9,47	9,25	9,11
Ex_P	9,73	20,04	32,74	31,38	44,7	40,47	50,97	61,88	75,83
Ex_{PA}	35,75	29,83	27,24	35,19	33,2	43,3	39,76	34,8	13,12
Ex_B	37,17	32,65	30,51	40,05	39,08	47,56	48,97	50,81	53,26
Ex_T	19	13	9	11,5	9	12	9,5	7	1,7
Ex_{TS}	85,6	59,2	43,2	47,2	38,8	50	45,6	41,6	39,2
Ex_M	9,68	10,39	12,53	15,69	18,36	21,54	24,3	27,14	30,01
Ex	109,08	80,14	70,62	81,1	81,62	94,86	97,16	101,15	106,25
od	214	148	108	118	97	125	114	104	98
Ex_V	240,2	168,3	129,04	143,18	126,77	156,92	149,79	145,08	144,54
Ez_C	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Ez_G	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Ez_{OR}	1,2	1,8	2,4	3	3,6	4,2	4,8	5,4	6
Ez_P	3,4	9,18	15,36	15	21,6	18,9	25,52	30,24	42
Ez_{PA}	16	24,5	33,34	42,47	51,98	60,57	71,86	86,83	112,73
Ez_T	2,4	3,6	4,8	6	7,2	8,4	9,6	10,8	12
Ez_M	4,08	6,12	8,16	10,2	12,24	14,28	16,32	18,36	20,4
Ez	19,4	28,69	39,09	47,57	58,89	66,36	79,26	94,98	123,1
$o\check{s}$	30	48	65	76	93	102	120	141	179
Ez_V	35,73	55,92	75,85	89,66	110,08	121,69	143,81	170,01	217,24

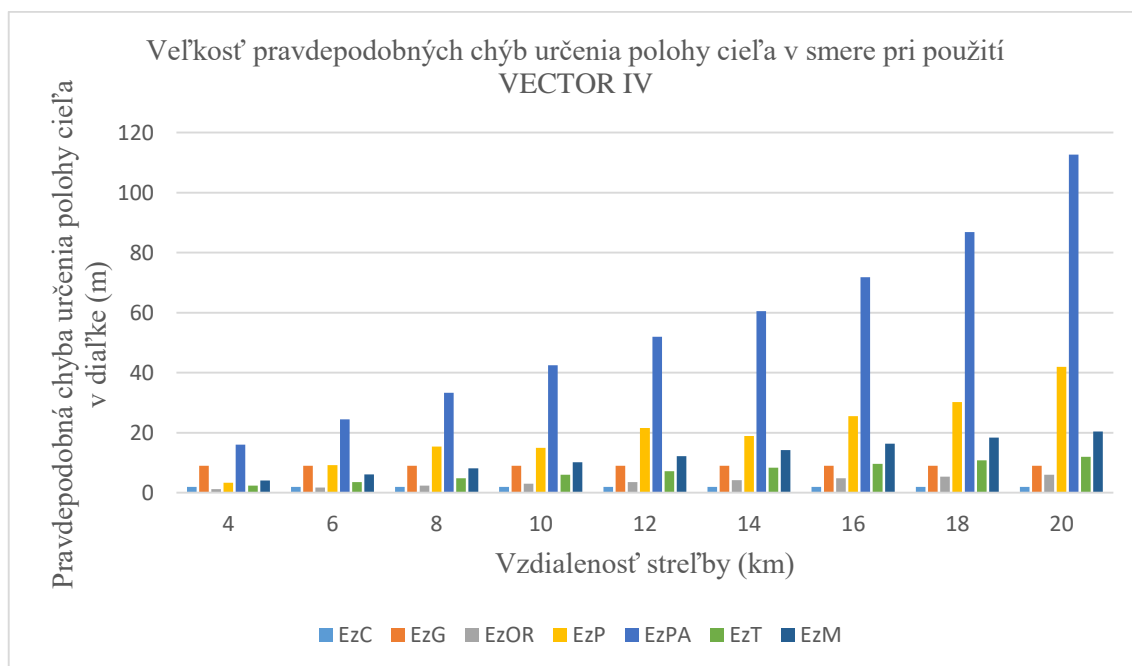
Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 18 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v diaľke pri použití VECTOR IV



Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 19 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v smere pri použití VECTOR IV



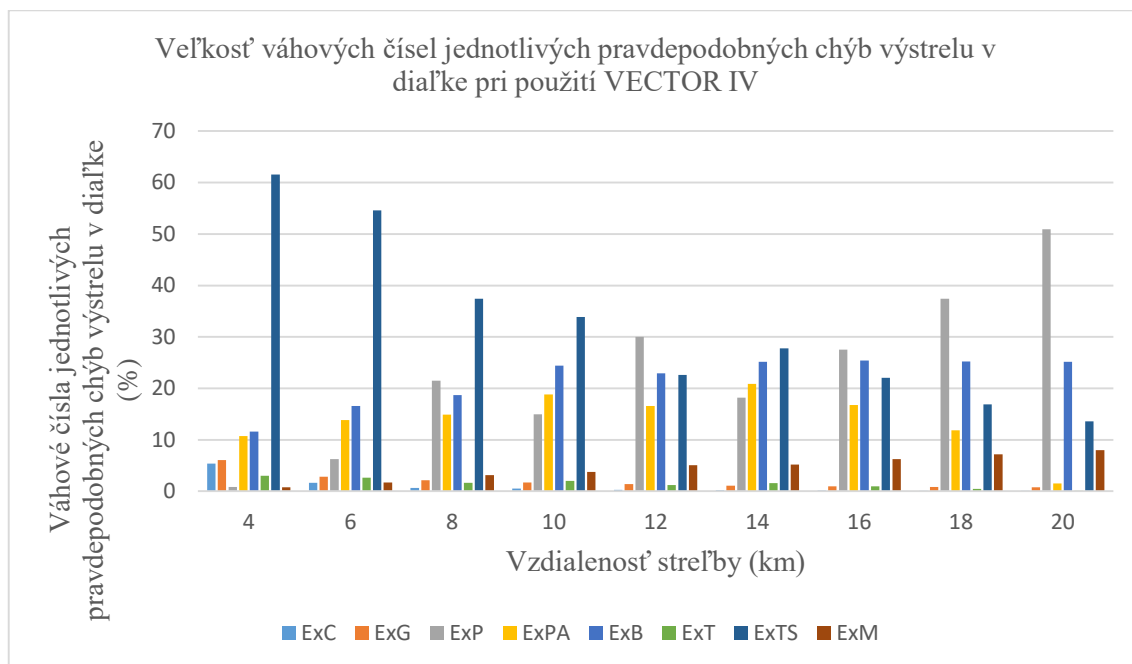
Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka 10 Váhové čísla jednotlivých pravdepodobných chýb prvkov pre streľby pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použiti VECTOR IV

HODNOTA	Vzdialenosť streľby (km)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	Balistický variant								
	VBK	VBK	VBK	MBK	MBK	BezBK	BezBK	BezBK	BezBK
Ex_C	5,4	1,61	0,62	0,51	0,25	0,22	0,13	0,08	0,05
Ex_G	6,05	2,81	2,16	1,68	1,4	1,08	0,95	0,84	0,74
Ex_P	0,8	6,25	21,49	14,97	29,99	18,2	27,52	37,43	50,94
Ex_{PA}	10,74	13,86	14,88	18,83	16,55	20,84	16,75	11,84	1,52
Ex_B	11,61	16,6	18,67	24,39	22,93	25,14	25,4	25,23	25,13
Ex_T	3,03	2,63	1,62	2,01	1,22	1,6	0,96	0,48	0,03
Ex_{TS}	61,58	54,57	37,42	33,87	22,6	27,78	22,03	16,91	13,61
Ex_M	0,79	1,68	3,15	3,74	5,06	5,16	6,26	7,2	7,98
Ez_C	1,06	0,49	0,26	0,18	0,12	0,09	0,06	0,04	0,03
Ez_G	21,52	9,84	5,3	3,58	2,34	1,84	1,29	0,9	0,53
Ez_{OR}	0,38	0,39	0,38	0,4	0,37	0,4	0,37	0,32	0,24
Ez_P	3,07	10,24	15,44	9,94	13,45	8,11	10,37	10,14	11,64
Ez_{PA}	68,02	72,92	72,74	79,71	77,91	83,31	82,2	83,57	83,86
Ez_T	1,53	1,57	1,51	1,59	1,49	1,6	1,47	1,29	0,95
Ez_M	4,42	4,55	4,36	4,6	4,32	4,63	4,24	3,74	2,75

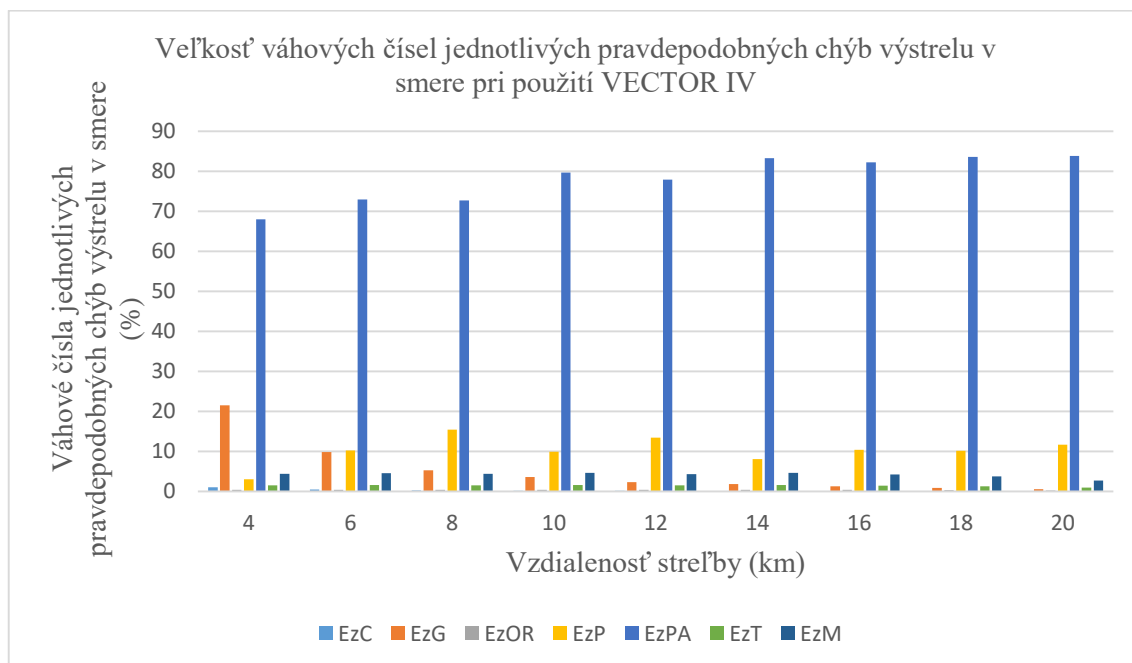
Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 20 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v diaľke pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia VECTOR IV



Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 21 Graf veľkosti váhových čísel jednotlivých pravdepodobných chýb prípravy prvkov pre streľbu v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy a použitia VECTOR IV



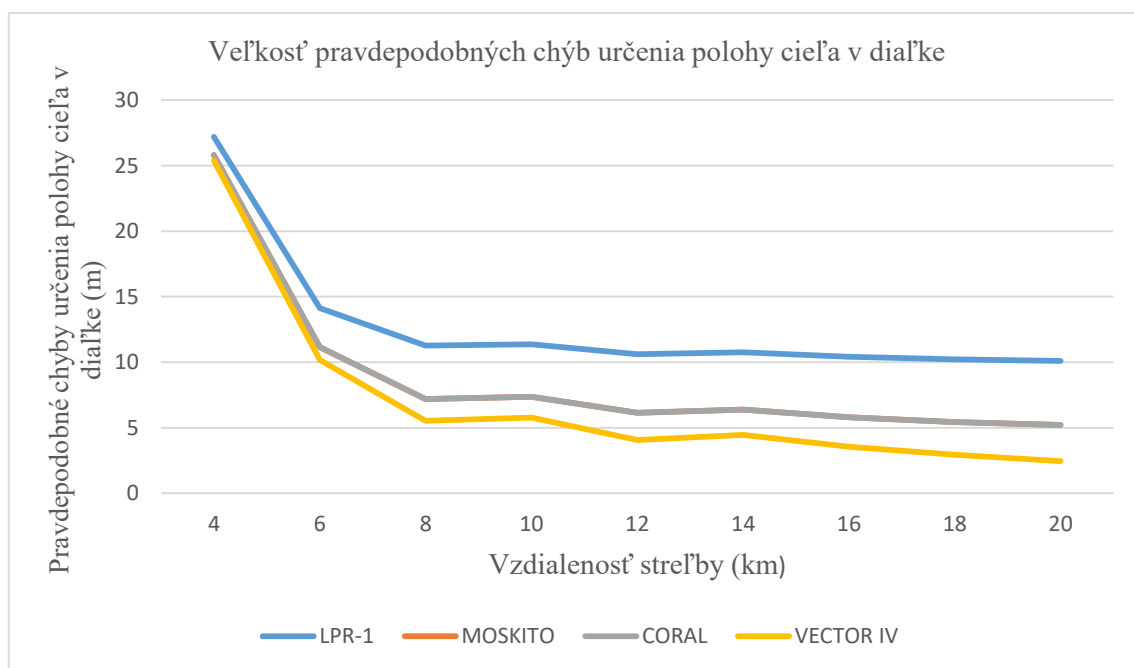
Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka 11 Pravdepodobné chyby určenia polohy cieľa v diaľke pri štandardných podmienkach úplnej prípravy v závislosti od použitého prieskumného prostriedku

Ex_c	Vzdialenosť streľby (km)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
LPR-1	27,2	14,12	11,26	11,37	10,61	10,76	10,42	10,23	10,1
MOSKITO	25,8	11,15	7,19	7,37	6,13	6,39	5,8	5,44	5,2
CORAL	25,8	11,15	7,19	7,37	6,13	6,39	5,8	5,44	5,2
VECTOR IV	25,4	10,16	5,54	5,78	4,07	4,46	3,56	2,93	2,46

Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 22 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v diaľke pri štandardných podmienkach úplnej prípravy v závislosti od použitého prieskumného prostriedku



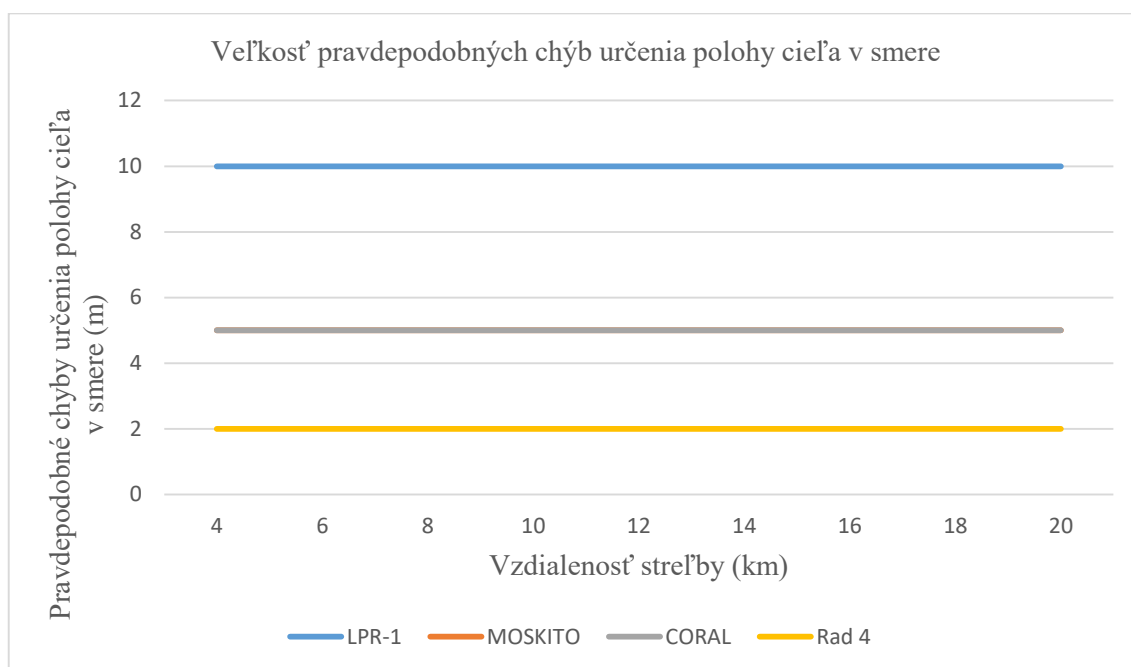
Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka 12 Pravdepodobné chyby určenia polohy cieľa v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy v závislosti od použitého prieskumného prostriedku

Ez_C	Vzdialenosť streľby (km)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
LPR-1	10	10	10	10	10	10	10	10	10
MOSKITO	5	5	5	5	5	5	5	5	5
CORAL	5	5	5	5	5	5	5	5	5
VECTOR IV	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 23 Graf veľkosti pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy v závislosti od použitého prieskumného prostriedku



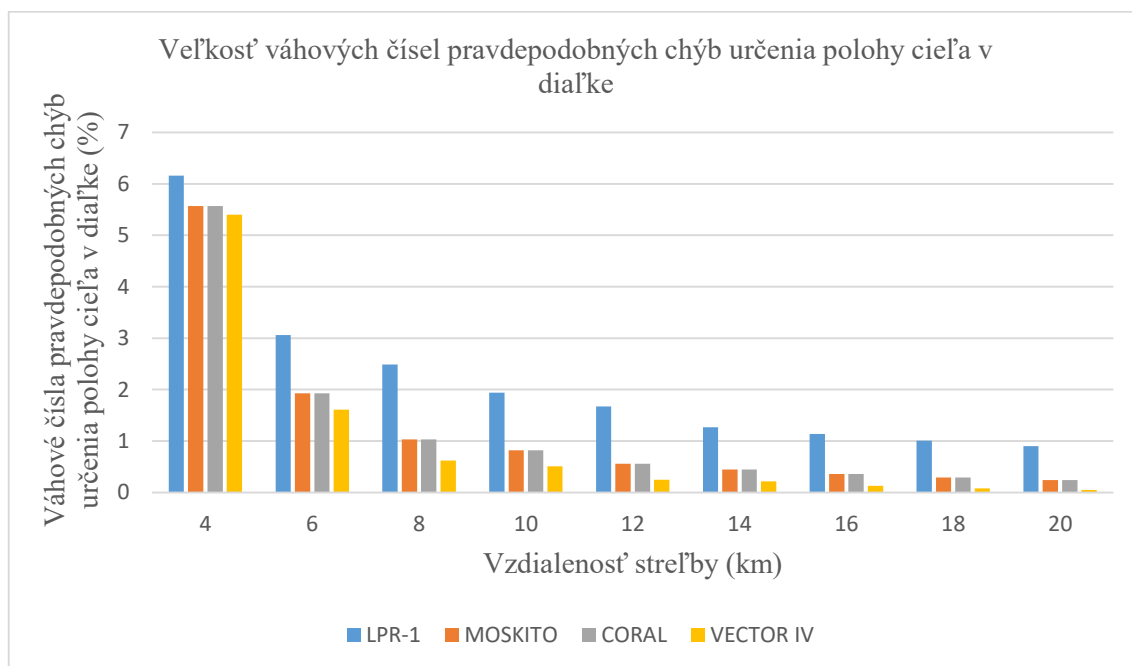
Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka 13 Váhové čísla pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v diaľke pri štandardných podmienkach úplnej prípravy v závislosti od použitého prieskumného prostriedku

$Ex_c(\%)$	Vzdialenosť streľby (km)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
LPR-1	6,16	3,06	2,49	1,94	1,67	1,27	1,14	1,01	0,9
MOSKITO	5,57	1,93	1,03	0,82	0,56	0,45	0,36	0,29	0,24
CORAL	5,57	1,93	1,03	0,82	0,56	0,45	0,36	0,29	0,24
VECTOR IV	5,4	1,61	0,62	0,51	0,25	0,22	0,13	0,08	0,05

Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 24 Graf veľkosti váhových čísel pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v diaľke pri štandardných podmienkach úplnej prípravy v závislosti od použitého prieskumného prostriedku



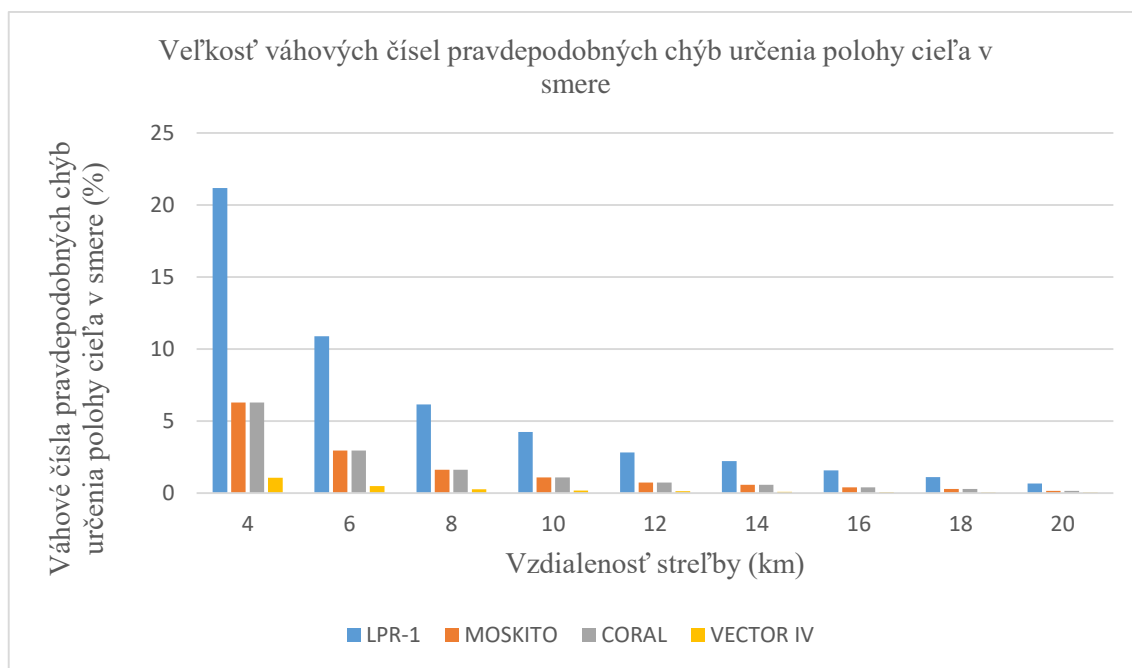
Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka 14 Váhové čísla pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy v závislosti od použitého prieskumného prostriedku

	Vzdialenosť streľby (km)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
LPR-1	21,2	10,88	6,16	4,24	2,81	2,22	1,57	1,1	0,66
MOSKITO	6,29	2,96	1,61	1,09	0,72	0,57	0,4	0,28	0,16
CORAL	6,29	2,96	1,61	1,09	0,72	0,57	0,4	0,28	0,16
VECTOR IV	1,06	0,49	0,26	0,18	0,12	0,09	0,06	0,04	0,03

Zdroj: Vlastné spracovanie

Obrázok 25 Graf veľkosti váhových čísel pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v smere pri štandardných podmienkach úplnej prípravy v závislosti od použitého prieskumného prostriedku



Zdroj: Vlastné spracovanie

5 DISKUSIA

V 5. kapitole sa budeme zaoberať vyjadrením niektorých myšlienok spojených so spracovaním tejto záverečnej práce. Mnohé skutočnosti sú vyjadrené v závere práce, avšak len tie najpodstatnejšie zistenia.

Zaujímavým zistením bola skutočnosť, že s prieskumným prostriedkom CORAL od firmy Elbit Systems, aj napriek relatívnej zastaranosti oproti prieskumnému prostriedku MOSKITO od firmy Safran Vectronix, boli vyhodnotené rovnako veľké pravdepodobné chyby určenia polohy cieľa v diaľke a v smere v porovnaní s použitím modernejšieho prostriedku MOSKITO, pričom obidva sú zaradené v niektorých jednotkách OS SR (5. pŠU Žilina).

Z praktických výpočtov aj analýzy matematického aparátu úplnej prípravy vyplýva, že jediným faktorom, ovplyvňujúcim veľkosť pravdepodobnej chyby určenia súradníc cieľov, je pravdepodobná kruhová chyba merania daných prístrojov. Keďže veľkosť pravdepodobnej kruhovej chyby je pri oboch prostriedkoch výrobcami udávaná s rovnakou hodnotou, potvrdil sa náš predpoklad pri spracovaní práce.

Pri použití rovnakých štandardných podmienok v rámci spracovania úplnej prípravy budú aj váhové čísla pravdepodobných chýb rovnaké, avšak pri použití rôznych štandardných podmienok sa budú meniť.

Možno konštatovať, že pre potreby jednotiek 5. pluku špeciálneho určenia boli zaobstarané prieskumné prostriedky, ktoré dosahujú rovnakú presnosť ako tie, ktoré používali dovtedy. Taktiež je možné sa domnievať, že pri tomto zaobstarávaní hrali dôležitú úlohu aj iné faktory ako presnosť, aj keď pravdepodobne bola jedným z najdôležitejších faktorov. V rámci ďalšej diskusie by bolo vhodné rozoberať a venovať sa aj možnej kategorizácii a určeniu váh pre jednotlivé vlastnosti prieskumných prostriedkov, ktoré budú v potencionálnom okruhu pri zaobstarávaní ďalších prieskumných prostriedkov v podmienkach OS SR.

ZÁVER

Výsledky výpočtov a grafické znázornenie veľkosti pravdepodobných chýb prípravy prvkov v diaľke a v smere, v závislosti na použití konkrétneho prieskumného prostriedku preukázali, že veľkosť pravdepodobnej chyby určenia polohy cieľa, pri použití konkrétneho prieskumného prostriedku, sa so vzdialenosťou streľby mení v diaľke len veľmi nepatrne, pričom so zväčšujúcou sa vzdialenosťou streľby klesá, a v smere sa dokonca nemení.

Na druhej strane je možné konštatovať, že veľkosť pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa v diaľke a v smere sa podstatne mení použitím rôznych prieskumných prostriedkov. Čím presnejší prostriedok sa použije, tým veľkosť pravdepodobných chýb prípravy prvkov klesá a tým sa zvyšuje presnosť paľby a zároveň aj jej hospodárnosť, čo môže mať značný vplyv na vedenie ďalšej bojovej činnosti v rámci vojenskej operácie, alebo logistické zabezpečenie.

Výsledky výpočtov a grafické znázornenie váhových čísel jednotlivých čiastočných chýb prípravy prvkov pre streľbu preukázali, že veľkosť pravdepodobných chýb určenia polohy cieľa dosahuje vysoké hodnoty na menšie vzdialenosti streľby, ale na najväčších vzdialenostiach streľby je ich váhové číslo takmer zanedbateľné. Z uvedeného vyplýva, že delostreleckí velitelia musia svoju pozornosť zamerať na určovanie polohy cieľov najmä pri streľbe na menšie vzdialenosti streľby.

Za optimálny laserový diaľkomer na určovanie polohy cieľov, z pohľadu vplyvu na presnosť paľby, považujeme laserový diaľkomer VECTOR IV od švajčiarskej firmy Safran Vectronix, použitím ktorého môžeme dosahovať najmenšiu veľkosť pravdepodobných chýb prípravy prvkov v diaľke a v smere a tým aj najmenšiu veľkosť celkových pravdepodobných chýb výstrelu v diaľke a v smere.

Z výsledkov zistených počas spracovania práce taktiež vyplynulo, že najmenej presným prieskumným prostriedkom, z použitých prístrojov, bol laserový diaľkomer sovietskej výroby LPR-1, ktorý je ešte stále používaný delostreleckými prieskumnými jednotkami v rámci OS SR, čím zároveň apelujem na vysokých predstaviteľov OS SR a MO SR so zámerom poukázať na aktuálny stav používaných prieskumných prostriedkov v rámci OS SR.

Uvedené zistenia by mohli mať vplyv na obstarávanie prieskumných prostriedkov pre potreby OS SR, aj keď je zrejmé, že dosahovaná presnosť prístrojov nie je jediným kritériom výberu. Vstupujú tu aj parametre, ktorými sú napríklad cena, životný cyklus prístrojov, logistika, možnosť opráv resp. servisu a iné.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

1. Del-2-1. Vojenský predpis o pravidlách streľby a riadenia paľby pozemného delostrelectva (delo, čata, batéria, oddiel). Bratislava : Generálny štáb Ozbrojených síl Slovenskej republiky, 2010, 160 s.
2. Del-26-49:Průzkumný laserový dálkomeř LPR-1. Technický popis a provoz: Federální ministerstvo Národní obrany, 1990, 96 s.
3. Elbit Systems Ltd. ELOP CORAL-LS. www.elbitsystems.com 8.5.2019. https://elbitsystems.com/media/CORAL-LS_2016.pdf
4. JIRSÁK, Č., KODYM, P. 2017. Vnější balistika a teorie střelby. 1.vyd. Praha : Naše vojsko, 2017, 400 s. ISBN 978-80-206-1650-0.
5. Safran Vectronix AG. MOSKITO, 2019. www.safran-vectronix.com 8.5.2019. <https://www.safran-vectronix.com/product/moskito/>
6. Safran Vectronix AG. VECTOR IV, 2019. www.safran-vectronix.com 8.5.2019. <https://www.safran-vectronix.com/product/vector-iv/>
7. VARECHA, J. 2000. Sústava chýb paľby dvojice diel (sekcie). In: Zborník vojenskej akadémie v Liptovskom Mikuláši. ISSN 1335-0935, 2000, roč. VII, č. 2, s. 12-19.
8. VARECHA, J. 2002. Matematické aspekty použitia dvojice diel na paľbu. In: Sborník Vojenskej vysokej školy pozemného vojska ve Vyškově. ISSN 1210-4574, 2002, č. 3, s. 345-354.
9. VARECHA, J., BELAN, L., MAJCHÚT, I. 2002. Dosahovaná presnosť prípravy prvkov delostrelectva Armády SR, úplná príprava : výskumná štúdia. Liptovský Mikuláš : Vojenská akadémia, 2002, 106 s.
10. VARECHA, J. 2003a. Zmeny v presnosti prípravy prvkov na streľbu delostrelectva Ozbrojených síl SR. In: Sborník Vojenskej vysokej školy pozemného vojska ve Vyškově. ISSN 1210-4574, 2003, č. 2, s. 183-189.
11. VARECHA, J. 2003b. Číselné charakteristiky sústavy chýb paľby sekcie (dvojice diel, mínometov). In: Sborník Vojenskej vysokej školy pozemného vojska ve Vyškově. ISSN 1210-4574, 2003, č. 2, s. 191-197.

12. VARECHA, J. 2003c. Sústava chýb paľby súčasných zbraňových systémov delostrelectva Ozbrojených síl SR, úplná príprava : výskumná štúdia. Liptovský Mikuláš : Vojenská akadémia, 2003, 109 s.
13. VARECHA, J. 2018. Vplyv použitia prieskumných prostriedkov určovania polohy cieľov na presnosť paľby. In *Vojenské reflexie*. ISSN 1336-9202, 2018, roč. 13, č. 1, s. 15.
14. VARECHA, J. 2017. Základy teórie chýb delostreleckej paľby. 1. vyd. Liptovský Mikuláš : Akadémia ozbrojených síl gen. M. R. Štefánika, 2017, 187 s. ISBN 978-80-8040-557-1.

PRÍLOHY

Tabuľka 15 Štandardné podmienky úplnej prípravy

HODNOTA	Vzdialenosť streľby (km)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	Balistický variant								
	VBK	VBK	VBK	MBK	MBK	BezBK	BezBK	BezBK	BezBK
Eh_c	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Ex_{pp}	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Ez_{pp}	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Eh_{pp}	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Ez_{OR}	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Δd	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Δt	2	2	2	2	2	2	2	2	2
E_{wax}	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
E_{waz}	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
E_{Tn}	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2	2,2
E_φ	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
E_α	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
PUO	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eg_d	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Eg_s	0	0	0	0	0	0	0	0	0
t(W,T)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
t(H)	2	2	2	2	2	2	2	2	2

Zdroj: Vlastné spracovanie

Tabuľka 16 Hodnoty z Tabuliek streľby pre RM MODULAR

HODNOTA	Vzdialenosť streľby (km)								
	4	6	8	10	12	14	16	18	20
	Balistický variant								
	VBK	VBK	VBK	MBK	MBK	BezBK	BezBK	BezBK	BezBK
ΔZ_w	5	9	12	10	12	9	11	12	15
ΔX_w	37	85	162	159	239	205	280	366	477
ΔX_H	23	40	60	70	88	97	115	133	155
ΔX_T	43	85	135	142	189	177	215	249	260
ΔX_{Tn}	166	138	112	155	131	171	158	143	118
ΔX_{dc}	38	26	18	23	18	24	19	14	3,4
θ_c	5,2	13	24	23	33	30	38	47	58
Y	100	300	900	1100	2000	2100	3300	5000	8600
od	214	148	108	118	97	125	114	104	98
oš	30	48	65	76	93	102	120	141	179
ΔP_{wax}	7,2	11	16,3	16,6	21,1	20,5	24,6	29,8	47
ΔP_{waz}	9,3	9,2	9,6	9,5	9,3	9,4	8,9	8,8	10,8
ΔZ_{waz}	50	51	52	53	54	54	56	60	70
ΔZ_{wax}	1	2	3	3	4	3	4	6	8

Zdroj: Vlastné spracovanie

Analytický list

Autor:	voj. 1. st. František Paraj
Názov práce:	Vplyv použitia prieskumných prostriedkov na presnosť úplnej prípravy prvkov pre streľbu delostreleckých zbraňových systémov
Jazyk práce:	slovenský
Typ práce:	Bakalárska práca
Akademický titul:	Bakalár
Počet strán:	57
Univerzita:	Akadémia ozbrojených síl generála Milana Rastislava Štefánika
Katedra:	Katedra bezpečnosti a obrany štátu
Študijný odbor:	8.4.4 Národná a medzinárodná bezpečnosť
Študijný program:	Bezpečnosť a obrana štátu
Mesto:	Liptovský Mikuláš
Vedúci záverečnej práce:	doc. Ing. Jaroslav VARECHA, PhD.
Dátum odovzdania:	31.5.2019
Dátum obhajoby:	2.7.2019
Kľúčové slová v SJ:	číselné charakteristiky, chyby prípravy prvkov pre streľbu, palebná úloha, príprava streľby, prvky pre streľbu, sústava chýb delostreleckej paľby
Názov práce v AJ:	The impact of the use of reconnaissance means on the accuracy of full preparation for the shooting of artillery weapons systems
Kľúčové slová v AJ:	numeric characteristics, errors in preparations before fire, fire task, preparing of fire, components of fire, set of artillery fire errors