



## ZASTRIELANIE A OPRAVOVANIE ÚČINNEJ STREĽBY DELOSTRELECTVA V SÚLADE SO ŠTANDARDAMI NATO V PODMIENKACH OS SR - URČOVANIE PRAVOUHLÝCH OPRÁV POZOROVATEĽOM

### APPLICATION OF NATO PROCEDURES FOR ADJUSTMENT OF GROUND BASED ARTILLERY FIRE IN THE ARMED FORCES OF THE SLOVAK REPUBLIC - DETERMINING TARGET GRID CORRECTIONS BY OBSERVER

Michal VAJDA

#### HISTÓRIA ČLÁNKU

Doručený: 30. 04. 2022

Schválený: 09. 06. 2022

Vydaný: 30. 06. 2022

#### ABSTRACT

In order to provide timely, effective and safe fire support for manoeuvre units, NATO member states agreed to use common procedures when processing fire missions in multi-national operations. The aim of this article is to identify differences in the procedures for adjustment of artillery fire in accordance with the national procedures used in the Armed Forces of the Slovak Republic and the procedures set out in NATO standardization agreements. After identifying differences in those procedures to conduct comparative and creative analysis of possible solutions to adjust national procedures to comply with accepted NATO standards and suggest most suitable ones.

#### KEYWORDS

artillery, indirect fire, adjustment of artillery fire, target grid corrections



© 2021 by Author(s). This is an open access article under the Creative Commons Attribution International License (CC BY). <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>

## ÚVOD

Slovenská republika je plnohodnotným členom NATO od roku 2004. Prispieva k tvorbe a prijíma štandardizačné dohody NATO, ktoré mimo iného stanovujú a zjednocujú postupy, ktorými sa riadia ozbrojené sily jednotlivých členských štátov pri spoločnom pôsobení v medzinárodných operáciách pod spoločným velením NATO. Dodržiavanie týchto spoločných noriem je jediným kľúčom k interoperabilite a efektívnemu pôsobeniu v mnohonárodnom prostredí. Spoločné postupy palebnej podpory pozemných operácií sú

definované v štandardizačnej dohode STANAG 2934 – AArty P-01, Edícia D, Verzia 1, NATO postupy spoločnej palebnej podpory pre pozemné operácie (ďalej len AArtyP-01).

Štandard AArtyP-01 definuje postupy, ktoré zúčastnené krajiny využívajú v prípade, že nedisponujú kompatibilnými automatizovanými systémami pre velenie a riadenie v oblasti palebnej podpory. Pri použití automatizovaných systémov musia byť dodržané formáty stanovené v štandardizačnej dohode AArtyP-03. (AArtyP-01, 2021)

Je pravdepodobné, že snahou NATO bude v budúcnosti dosiahnuť čo najvyššiu mieru kompatibility medzi automatizovanými systémami jednotlivých členských krajín (Hrnčiar, Kompan, 2020). Na druhej strane je faktom, že splnenie tohto cieľa môže trvať ešte veľmi dlho. Automatizované systémy sa rovnako ukazujú v súčasných konfliktoch ako veľmi zraniteľné a je preto nevyhnutnosťou vyvíjať a ovládať aj postupy v štandardnom, neautomatizovanom prostredí. (Šustr, 2021, Mušinka, Uchaľ, 2021)

Napriek dlhoročnému členstvu SR v Severoatlantickej aliancii nebola doposiaľ problematike postupov palebnej podpory v súlade so štandardami NATO venovaná dostatočná pozornosť. Jednou z príčin bolo zrušenie Katedry delostrelectva na Vojenskej akadémii v Liptovskom Mikuláši v roku 2004, kde sa interoperabilitou s NATO do tej doby významne zaoberali viacerí odborníci katedry a v ich práci sa následne nepokračovalo. Veliteľstvo pozemných síl OS SR síce vydalo v roku 2010 služobnú pomôcku SPG-3-22 Delostrelecké postupy (B), ktorá je z prevažnej miery tvorená prekladom v tej dobe platného NATO štandardu AArtyP-01, no jej samotné vydanie takmer nijako neovplyvnilo výcvik, cvičenia, prípadne materiálne a technické vybavenie OS SR, ktoré by smerovali k zvýšeniu interoperability s partnerskými krajinami NATO v prípadnom spoločnom ťažení.

Medzi ďalšie príčiny je možné zaradiť aj to, že delostrelecké ani manévrové jednotky OS SR neboli v období rokov 2004 až 2020 nasadzované do aliančných operácií mimo územia SR spôsobom, kde by boli vo výraznejšej miere konfrontované s nutnosťou využívania NATO postupov v oblasti palebnej podpory. Výnimkami boli napríklad pôsobenie jednotiek špeciálnych síl v Afganistane, alebo nasadenia mechanizovaných rôt v rámci predsunutej prítomnosti (eFP) NATO v Lotyšsku. (Turaj, 2019)

Od decembra 2020 tvorí príspevok SR do eFP kontingent zložený prevažne z jednotiek palebnej podpory. Už počas prvej rotácie sa prieskumné družstvá, palebná batéria, ale aj funkcionári zodpovedajúci za palebnú podporu mnohonárodnej bojovej skupiny stretli s nejasnosťami spôsobenými nesúlalom národných a aliančných postupov pri plnení palebných úloh.

Tento nesúlad bol logickým následkom faktu, že interoperabilite s jednotkami NATO nebola dlhodobo venovaná dostatočná pozornosť a napriek tomu, že postupy využívané jednotkami palebnej podpory OS SR nie sú diametrálne odlišné od stanovených postupov NATO, rozdielov je dosť na to, aby bola nutná ich hlbšia analýza. Jej logickým vyústením by

mala byť úprava vojenského predpisu Del-2-1 Vojenský predpis o pravidlách streľby a riadenia paľby pozemného delostrelectva OS SR (ďalej len Del-2-1).

Snahou delostreleckých jednotiek pri príprave paľby je dosiahnuť takú presnosť, aby nebolo potrebné vykonávať zastrieľanie cieľa, ale naopak, aby bolo možné ciele vyradiť prekvapivou a efektívnou účinnou streľbou bez zastrieľania. Pre dosiahnutie takej presnosti musí byť splnených súčasne viacero podmienok – súradnice cieľov aj palebných postavení musia byť určené s dostatočnou presnosťou a v účelnej miere musia byť eliminované vplyvy meteorologických podmienok a neštandardné vlastnosti zbraní a munície. Aj pri maximálnej snahe o splnenie všetkých vyššie spomínaných podmienok budú však vypočítané prvky streľby zaťažené určitou chybou (Varecha, Mušínska, 2019), ktorá hlavne pri streľbe na väčšie vzdialenosti spôsobí nutnosť vykonávania opráv účinnej streľby, alebo dokonca nutnosť začatia účinnej streľby až po zastrieľaní cieľa. Pri nesplnení všetkých podmienok, hlavne pri nedostupnosti aktuálnych údajov o meteorologických vplyvoch, alebo nedostatočnej presnosti určenia polohy cieľa, je zastrieľanie cieľa spravidla nutnosťou (Ivan, 2021).

Cieľom článku je identifikovať rozdiely medzi postupmi stanovenými predpismi platnými v SR a štandardami NATO v oblasti určovania opráv paľby delostrelectva pozorovateľom. Po identifikovaní rozdielov navrhnúť úpravu postupov tak, aby umožňovali pozorovateľovi z OS SR spolupracovať pri opravovaní paľby delostrelectva s ľubovoľnou jednotkou palebnej podpory NATO – v súlade s prijatými štandardizačnými dohodami.

Pri zisťovaní odlišností v postupoch bola vykonaná komparatívna analýza pre zistenie stanovených, ale aj odvodených rozdielov medzi postupmi popísanými v AArtyP-01 a Del-2-1 pri hlásení opráv paľby pozorovateľom. Z analýzy rozdielov vyplynula nutnosť stanovenia vhodných metód na prevod pozorovaných uhlových odchýlok výbuchov na pravouhlé opravy smeru. Preto bola vykonaná hlbšia, tvorivá analýza smerujúca k porovnaniu existujúcich metód prevodu uhlových odchýlok na pravouhlé opravy smeru zavedených v OS SR v iných oblastiach (dielcové pravidlo), metód využívaných v niektorých členských krajinách NATO (OT faktor, OT faktor USA) a boli navrhnuté ďalšie možné metódy (grafická metóda, využitie prevodovej tabuľky).

## **1 ROZDIELY MEDZI POSTUPMI NATO A OS SR PRI HLÁSENÍ OPRÁV PAĽBY POZOROVATEĽOM**

V prostredí NATO sú stanovené postupy, akými prebieha výmena informácií medzi pozorovateľom a miestom riadenia paľby. V mnohonárodnej spoločnej operácii môže delostrelecká batéria jednej krajiny poskytovať palebnú podporu a reagovať na vyžiadanie paľby od viacerých pozorovateľov z iných krajín. Je preto nevyhnutné, aby používali spoločný jazyk a spoločné procedúry.

AArtyP-01 definuje 2 spôsoby zastrieľania/opravovania streľby:

1. zastrielenie pomocou pravouhlých opráv (Target Grid Procedure),
2. zastrielenie s laserovým diaľkomerom (Laser Range Finder Procedure).

Z ustanovení AArtyP-01 je zrejmé, že za štandardný postup sa považuje zastrielenie pomocou pravouhlých opráv. Aj pri zastrielení s laserovým diaľkomerom, v prípade použitia dedikovaného prístroja, dokáže pozorovateľ hlásiť pravouhlé opravy, ktoré odčíta priamo z displeja prístroja. V prípade použitia laserového diaľkomera len na určovanie polárnych súradníc výbuchov je postup prakticky identický ako v Del-2-1. Naopak, pri zastrielení pomocou pravouhlých opráv sú rozdiely podstatné a vyžadujú si úpravu pravidiel streľby platných v OS SR. Najdôležitejší rozdiel je v spôsobe, akým pozorovateľ odovzdáva miestu riadenia paľby výsledky pozorovaní výbuchov.

Del-2-1 stanovuje, že opravy prvkov streľby určí miesto riadenia paľby na základe pozorovaní odchýlok hlásených pozorovateľom. Odchýlka výbuchov v smere a výška rozprasku sa meria v dielcoch od stredu cieľa a odchýlka výbuchu v diaľke sa meria prieskumnými prostriedkami, výnimočne odhadom a ak nie je možné určiť veľkosť odchýlky výbuchu od stredu cieľa v diaľke v metroch, pozorovateľ ju hodnotí len ako dlhú alebo krátku ranu. Napríklad pri pozorovaní výbuchu 75 dielcov vpravo od cieľa a 200 metrov za cieľom, bude hlásiť pozorovateľ miestu riadenia paľby pozorovanie „Vpravo 0-75, dlhá 200“, prípadne len „Vpravo 0-75, dlhá“ (ak pozorovateľ nedokáže prieskumným prístrojom zmerať odchýlku výbuchu od stredu cieľa v diaľke ani odhadnúť jej veľkosť). Hodnoty pozorovaní sú závislé na polohe pozorovateľa vzhľadom k cieľu. Pre určenie opráv prvkov streľby preto musí miesto riadenia paľby poznať polohu pozorovateľa, resp. musí vedieť s dostatočnou presnosťou pozorovaciu vzdialenosť aj smerník pozorovania.

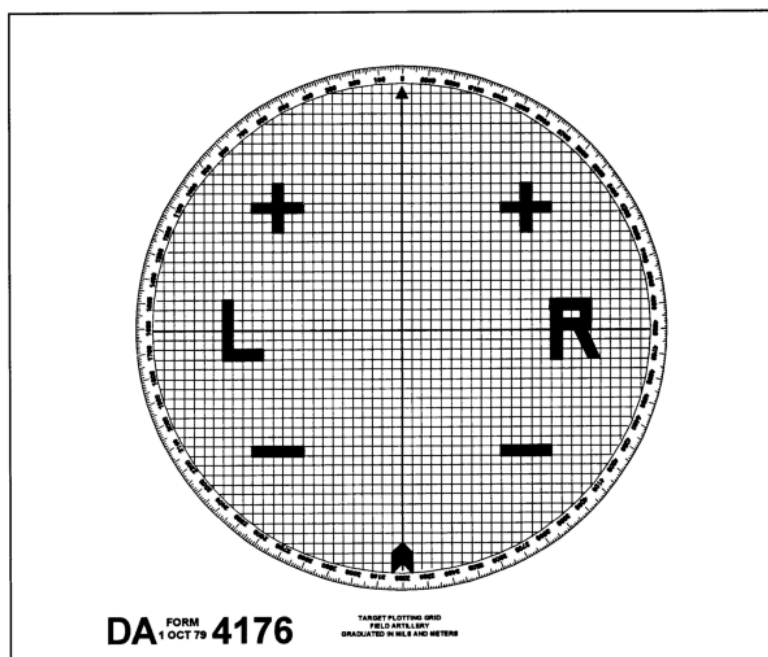
Tabuľka 1 Hlásenie opráv výbuchov

| <b>POLOHA VÝBUCHU</b>                          | <b>OPRAVA</b>   | <b>MERNÁ JEDNOTKA</b> |
|--|-----------------|-----------------------|
| Vpravo od pozorovacej priamky/ vzťažného smeru | Doľava (Left)   | metre                 |
| Vľavo od pozorovacej priamky/ vzťažného smeru  | Doprava (Right) | metre                 |
| Za cieľom (dlhá)                               | Menej (Drop)    | metre                 |
| Pred cieľom (krátka)                           | Viac (Add)      | metre                 |
| Nižšie ako požadovaná výška rozprasku          | Vyššie (Up)     | metre                 |
| Vyššie ako požadovaná výška rozprasku          | Nižšie (Down)   | metre                 |

*Zdroj: AArtyP-01/upravené autorom*

Pri zastrieľaní pomocou pravouhlých opráv podľa postupov ustanovených v AArtyP-01 pozorovateľ nehlási miestu riadenia paľby pozorovania odchýlok výbuchov (spottings) ale opravy (corrections) vzhľadom k cieľu a pozorovacej priamke (či inému vzťažnému smeru):

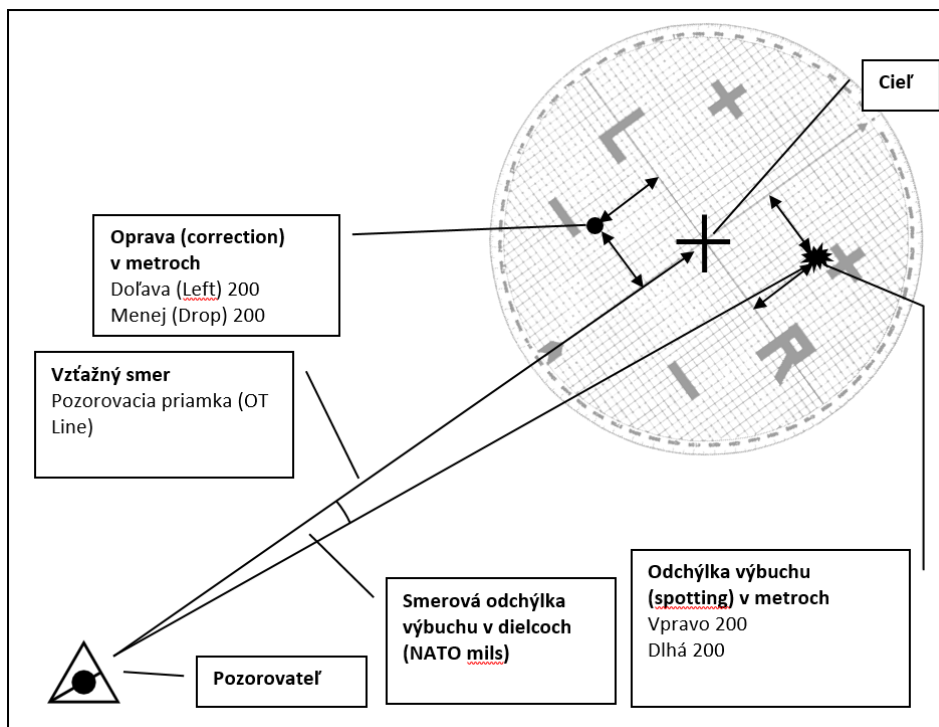
Princíp určenia pravouhlých opráv (Target Grid Corrections) spočíva v premietnutí pozorovaní odchýlok výbuchov (spottings) na pomyselnú súradnicovú sieť (Target Grid) vid' obrázok 1, ktorej stred spočíva v strede cieľa a súradnicová sieť je orientovaná do vzťažného smeru. Opravy potom majú opačné hodnoty ako pozorovania, vid' obrázok 2.



Obrázok 1 Pomôcka Target Grid

Zdroj: TC 3-09.81, 2016

Hodnoty pravouhlých opráv nie sú závislé na polohe pozorovateľa. Pre určenie opráv prvkov streľby s využitím hlásených pravouhlých opráv od pozorovateľa potrebuje miesto riadenia paľby disponovať len údajom o smerníku pozorovacej priamky, prípadne iného smeru, ktorý pozorovateľ zvolil za vzťažný. Môže ísť napríklad o spojnicu delo – cieľ (GT Line), svetovú stranu, prípadne iný smer. Tento smerník hlási pozorovateľ miestu riadenia paľby najneskôr bezprostredne pred hlásením prvej pravouhlej opravy. Za štandardný postup sa považuje použitie smerníka pozorovacej priamky (OT line) (AArtyP-01, 2021).

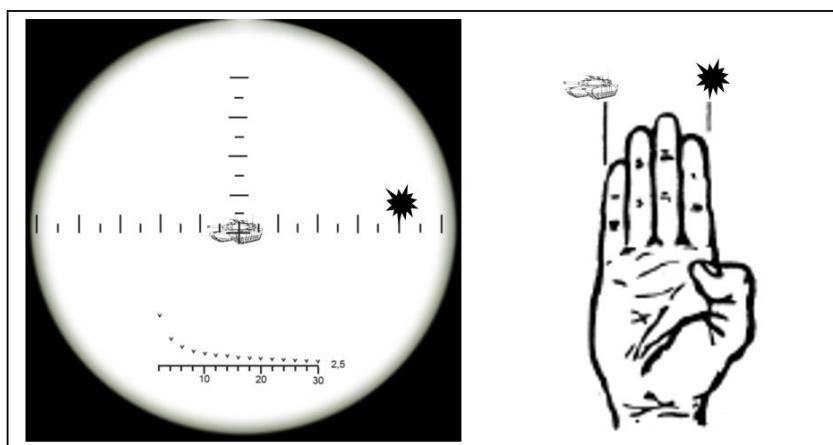


Obrázok 2 Vzťah pozorovania odchýlok výbuchov a opráv

Zdroj: vlastné spracovanie

Pri určovaní opráv vzdialenosti sa pozorovateľ podľa Del-2-1 aj AArtyP-01 riadi zásadami, ktoré v OS SR označujeme ako zastrielanie rámovaním, bez podstatných rozdielov.

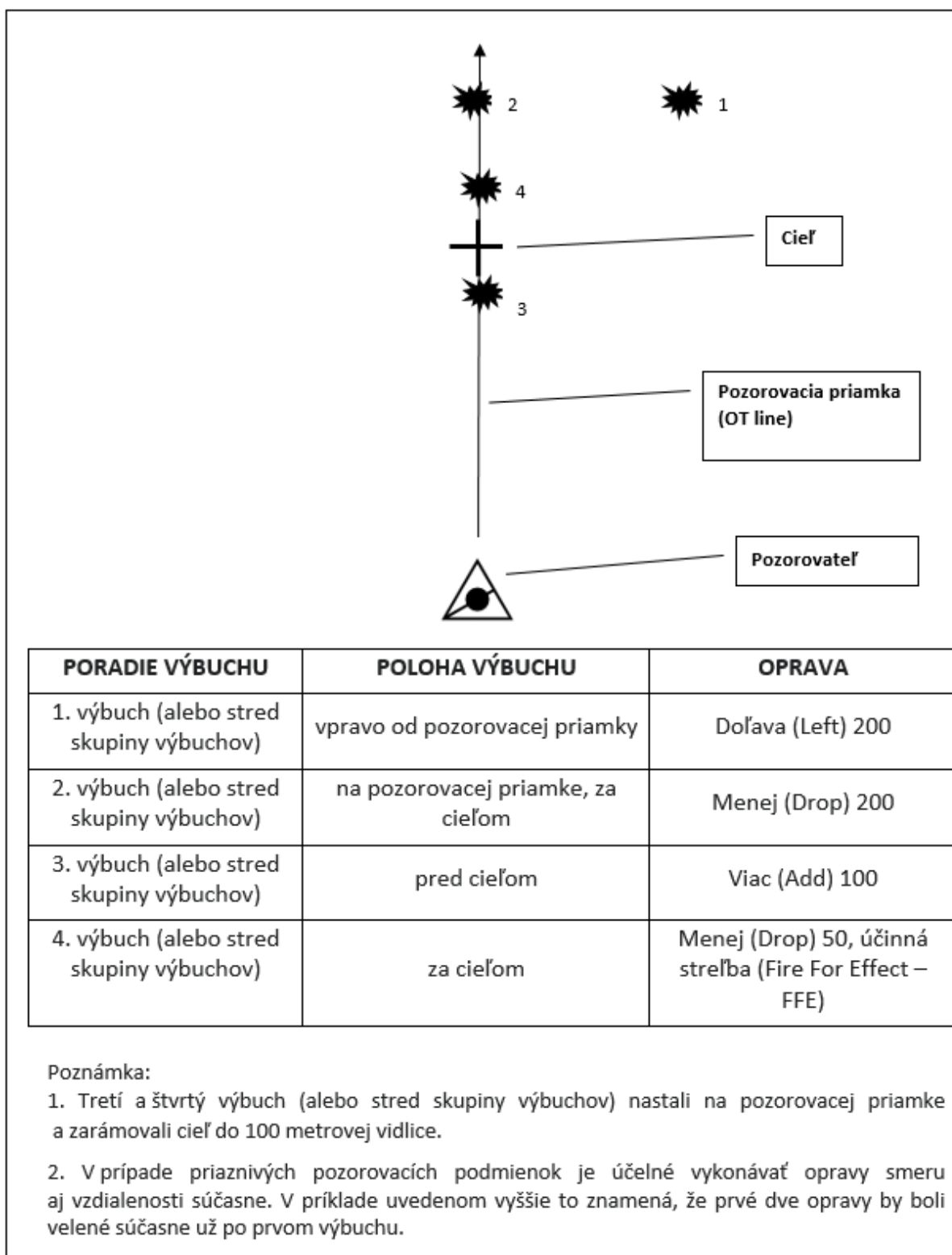
Pri určovaní opráv smeru pozorovateľ určuje najprv odchýlku výbuchov v smere v uhlovej miere, vid' obrázok 3. V OS SR sú ako merná jednotka využívané dielce, štandardom v NATO sú tzv. mils. Na to, aby pozorovateľ určil odchýlku (a následne pravouhlú opravu) smeru v metroch, musí hodnotu odchýlky v smere previesť z uhlovej na dĺžkovú mieru.



Obrázok 3 Určenie odchýlky výbuchu od cieľa v smere v uhlovej miere pozorovateľom

Zdroj: vlastné spracovanie

Príklad priebehu zastrieľania pomocou pravouhlých opráv v súlade s postupmi NATO:



Obrázok 4 Príklad priebehu zastrieľania

Zdroj: AArtyP-01, 2021

## 2 METÓDY NA URČOVANIE PRAVOUHLÝCH OPRÁV SMERU

Cieľom nasledujúcich podkapitol je analyzovať a porovnať metódy, ktoré môže pozorovateľ použiť na prevod uhlových jednotiek na dĺžkové pri určovaní opráv streľby v smere.

### 2.1 Výpočet opráv pomocou funkcie tangens

Ide o presnú matematickú metódu. Oprava výbuchu od cieľa v smere v metroch ( $\Delta S_{poz}$ ) predstavuje odvesnu pravouhlého trojuholníka protiľahlú uhlu, ktorý má veľkosť pozorovanej odchýlky výbuchu od cieľa v uhlovej miere (uhol  $\delta S$ ). Priľahlou odvesnou tohto trojuholníka je vzdialenosť pozorovateľa od cieľa v metroch ( $d$ ). Výpočet teda vychádza zo vzťahu:

$$\Delta S_{poz} = d \times \tan \delta S \quad (1)$$

Ak pozorovateľ napríklad pozoruje výbuch 75 dielcov vpravo od cieľa vzdialeného 2500 metrov, vypočíta opravu s využitím koeficientu 0,06 pre prevod dielcov na uhlové stupne ako:

$$\Delta S_{poz} = 2500 \times \tan(75 \times 0,06) \cong 196,75 \text{ m}$$

Táto metóda je síce veľmi presná, ale spravidla vyžaduje použitie výpočtového prostriedku, minimálne kalkulačky. Je vhodná pre využitie v automatizovaných systémoch riadenia paľby a v článku posluži ako etalón presnosti pre porovnanie s ďalšími metódami.

### 2.2 Metóda dielcového pravidla

Dielcové pravidlo je odvodené zo závislosti medzi uhlovými a dĺžkovými veličinami v pravouhlom trojuholníku. Jeho nespornou výhodou je to, že pri prevode uhlových jednotiek na dĺžkové jednotky riešiteľ nemusí používať goniometrické funkcie a výpočty dokáže vypočítať aj bez kalkulačky, častokrát dokonca spamäti. Dielcové pravidlo, aplikované na podmienky pozorovania, interpretuje závislosť medzi uhlovými a dĺžkovými veličinami tak, že definuje, že úsečka s dĺžkou jedného metra, kolmá na smer pozorovania, je pozorovaná na

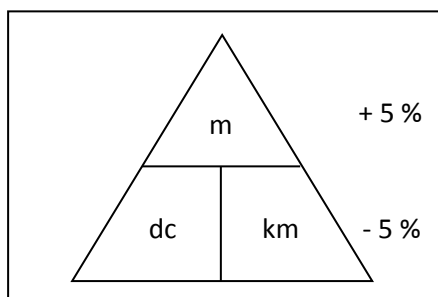


vzdialenosť jedného kilometra pod uhlom jedného dielca ( $dc$ ). Túto definíciu dielca je možné vyjadriť vzorcami:

$$dc = \frac{m}{km} \quad (2)$$

$$m = dc \times km \quad (3)$$

$$km = \frac{m}{dc} \quad (4)$$



Obrázok 5 Pomôcka na zapamätanie vzorcov dielcového pravidla

Zdroj: Děl-55-26, 1981

Pre lepšie zapamätanie vzorcov sa využíva pomôcka vo forme trojuholníka, kde čiary v trojuholníku definujú, ktoré veličiny sa navzájom delia (vodorovná čiara) a ktoré násobia (zvislá čiara). Ak je účelné dosiahnutie vyššej presnosti, výsledky výpočtov sa upravujú o 5 %. (približne 5% nepresnosť pri použití odvodených zjednodušených vzorcov je spôsobená aproximáciou hodnôt trigonometrickej funkcie tangens pre hodnotu uhla 1 dielec, ktorá v skutočnosti nie je rovná 0,001, ale približne 0,0010472) (Děl-55-26, 1981).

Pre získanie opravy v metroch pozorovateľ pri využití dielcového pravidla postupuje tak, že pozorovanie uhlovej odchýlky výbuchu od cieľa v dielcoch ( $\delta S$ ) vynásobí pozorovacou vzdialenosťou v kilometroch ( $0,001 \times d$ ). Ak pozoruje výbuch 75 dielcov vpravo od cieľa vzdialeného 2500 metrov, vypočíta opravu ako:

$$\Delta S_{poz} = \delta S \times 0,001 \times d \quad (5)$$

po dosadení:

$$\Delta S_{poz} = 75 \times 2,5 = 187,5 \text{ m}$$

V prípade uplatnenia 5% navýšenia výsledku za účelom dosiahnutia vyššej presnosti potom:

$$\Delta S_{poz} = 75 \times 2,5 \times 1,05 = 187,5 \times 1,05 = 196,875 \text{ m}$$

čo znamená chyby 12,5 m bez pripočítania 5 % a 0,125 m pri zohľadnení navýšenia o 5 % voči výsledku dosiahnutého pomocou funkcie tangens.

### 2.3 Metóda OT faktor

Ide o metódu štandardne využívanú členskými krajinami NATO, napríklad Kanadou (B-GL-371-002/FP-001, 1998). Vychádza z rovnakých princípov ako dielcové pravidlo. OT v názve metódy znamená Observer - Target (vzdialenosť pozorovateľ – cieľ vyjadrená v kilometroch, zaokrúhľená na stovky metrov), faktor naznačuje, že ide o činiteľ súčinu. Na výpočet veľkosti opráv smeru v metroch potom platí vzorec, ktorý je prakticky identický so vzorcom (5) dielcového pravidla:

$$\Delta S_{poz} = \delta S_{mil} \times OT \text{ faktor} = \delta S_{mil} \times 0,001 \times d \quad (6)$$

kde:

$\delta S_{mil}$  – je pozorovanie odchýlky výbuchu od cieľa v uhlovej miere mil.

Členské krajiny NATO využívajú ako uhlovú mieru mil a nie dielec a hodnotu pozorovania určujú v týchto jednotkách. Kým 1 dielec predstavuje 1/6000 kruhu, 1 mil predstavuje 1/6400 kruhu. Z praktického hľadiska je použitie uhlovej miery mil pre výpočet opráv smeru v metroch výhodnejšie. Keďže hodnota tangensu 1 mil (približne 0,0009817) je bližšia hodnote 0,001 než hodnota tangensu 1 dielca (približne 0,0010472), metóda OT faktor dosahuje relatívne presné hodnoty výsledku, aj bez dodatočného upravovania, čo zjednodušuje výpočet. Zároveň je táto metóda využiteľná s porovnateľnou presnosťou vo väčšom rozsahu odchýlok výbuchu od cieľa v smere ako pri dielcovom pravidle.

Z dôvodu predbežného porovnania presnosti metód bol aj pri tejto metóde vypočítaný príklad s rovnakými východiskovými hodnotami (pozorovacia vzdialenosť 2500

metrov, odchýlka výbuchu 75 dielcov). Pozorovanie odchýlky výbuchu v smere s hodnotou 75 dielcov bolo bez zaokrúhľovania prevedené na hodnotu 80 mils, tzn. uhlová odchýlka je identická. Po dosadení do vzorca (6):

$$\Delta S_{poz} = \delta S_{mil} \times OT \text{ faktor} = \delta S_{mil} \times 0,001 \times d = 80 \times 2,5 = 200 \text{ m}$$

Chyba oproti výpočtu s využitím goniometrickej funkcie tangens je pri tejto metóde približne 3,25 metra.

## 2.4 Metóda OT faktor USA

Osobitným prípadom využitia OT faktora je metóda využívaná najplyvnejším členským štátom NATO – USA. Pravdepodobne z dôvodu čo najjednoduchšieho výpočtu opráv spamäti pozorovateľa USA zaokrúhľujú OT faktor podľa špecifických pravidiel. Pri pozorovacej vzdialenosti menšej ako 1000 m zaokrúhľujú OT faktor na jedno desatinné miesto, pri vzdialenosti cieľa väčšej ako 1000 m potom na celé kilometre tak, že v prípade, že vzdialenosť je strednou hodnotou medzi dvoma celými kilometrami, ako napríklad 1500, 2500 metrov a pod., zaokrúhľujú OT faktor na najbližšie celé párne kilometre, vid' tabuľka 2 (ATP 3-09.30, 2017).

Tabuľka 2 Výpočet OT faktora využívaný v USA

| POZOROVACIA VZDIALENOSŤ (v metroch) | OT FAKTOR |
|-------------------------------------|-----------|
| 4200                                | 4         |
| 3400                                | 3         |
| 2500                                | 2         |
| 1500                                | 2         |
| 700                                 | 0,7       |

Zdroj: ATP 3-09.30/upravené autorom

Po dosadení rovnakých východiskových hodnôt, teda uhlová odchýlka 80 mils pri pozorovacej vzdialenosti 2500 m, do vzorca (6), so zohľadnením spôsobu zaokrúhľovania stanoveným americkým ATP 3-09.30:

$$\Delta S_{poz} = \delta S_{mil} \times OT faktor_{USA} = 80 \times 2 = 160 m$$

Chyba určenia opravy je v tomto prípade približne 36,75 metra, v relatívnej miere vzhľadom k veľkosti správnej opravy potom približne 18,68 %. Takáto chyba sa nedá považovať za zanedbateľnú a to dokonca ani podľa ustanovení ATP 3-09.30, ktorý definuje opravy smeru do 30 metrov ako drobné opravy, ktoré by pozorovateľ nemal hlásiť, s výnimkou špeciálnych prípadov, ako napríklad pri ničení bodových cieľov (borení).

## 2.5 Grafická metóda

Na určenie opravy smeru v metroch, zo známeho pozorovania odchýlky výbuchu v uhlovej miere, je možné použiť aj grafické metódy. O konkrétnych spôsoboch, prípadne pomôckach, ktoré by pozorovateľ na tento účel využíval, štandardizačné dohody ani dostupné publikácie členských krajín NATO nepojednávajú.

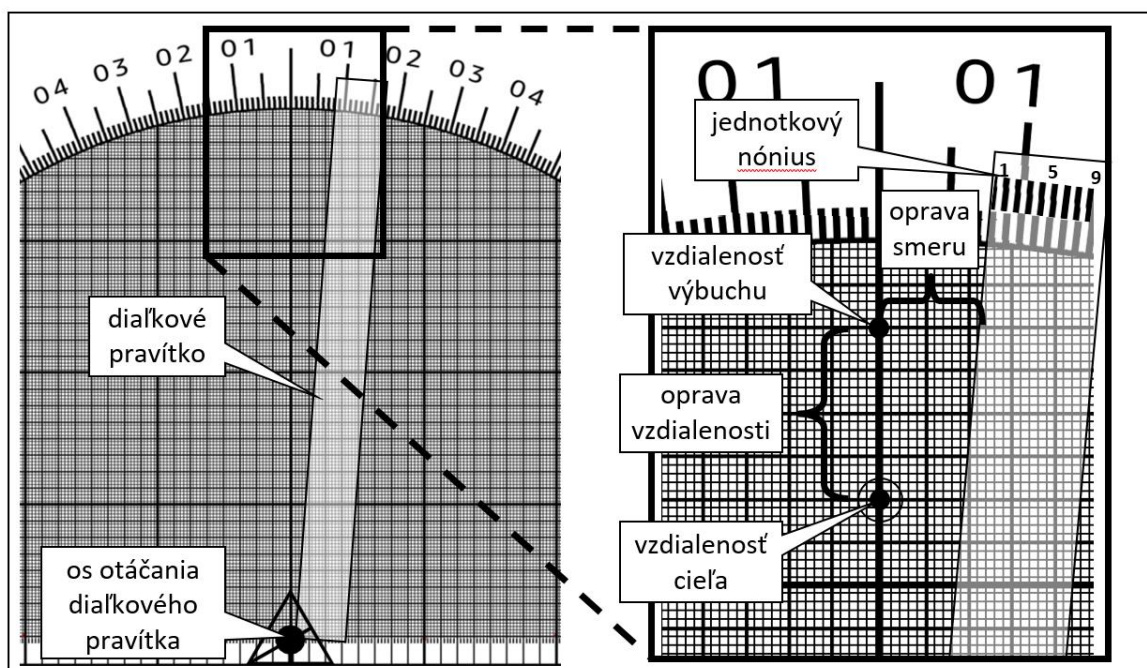
Rôzne grafické metódy sú však široko využívané v oblasti strelby a riadenia paľby delostrelectva v OS SR aj v súčasnosti a je preto možné teoreticky pojednať o možnom využití grafickej metódy aj na prevod odchýlok smeru v dielcoch na opravy v metroch.

Zo zavedených pomôcok by bolo možné využiť napríklad delostrelecký uhlomer AK-3, alebo prístroj na riadenie paľby PUO-9U/9M. Presnosť dosahovaná uhlomerom AK-3 by závisela do značnej miery na mierke použitej mapy – pri mierke 1:25 000 sa dá predpokladať, že by chyby vyčítania opráv nepresiahli 25 metrov. Prístroj pre riadenie paľby nie je závislý na topografickom podklade a preto by umožnil pozorovateľovi zvoliť mierku napríklad 1:10 000, kde by pravdepodobná chyba určenia opráv smeru bola menšia ako 5 metrov. Využitie týchto prístrojov pozorovateľom by sa však stretávalo s viacerými prekážkami. Kým presnosť dosahovaná na prístroji pre riadenie paľby je výborná, jeho rozmery a hmotnosť takmer 15 kg by výrazne obmedzili mobilitu pozorovateľa. Delostrelecký uhlomer je z pohľadu prenositeľnosti lepším riešením, ale keďže nebol projektovaný primárne pre takéto využitie, vyčítanie opráv by bolo okrem nižšej presnosti aj zdĺhavé.

Špecialisti delostrelectva OS SR už niekoľko rokov využívajú jednoduchú grafickú pomôcku na určovanie opráv prvkov strelby, tzv. Demotoč. Princiálne je podobná pomôcke Target Grid využíwanej v USA, no vďaka jednoduchému otáčaciemu mechanizmu umožňuje nad súradnicovú mriežku, na priesvitnú fóliu, vynášať polohu výbuchov vzhľadom k cieľu a následným pootočením fólie získať hodnoty relevantné pre palebné postavenie. Je ju možné univerzálne využiť aj pozorovateľom, za účelom prevedenia odchýlky výbuchu v smere v dielcoch na opravy v metroch, ale keďže bola navrhovaná pre primárne využitie na mieste riadenia paľby, presnosť výsledkov pri takomto využití je limitovaná práve jej

univerzálnosťou. Pozorovateľ totiž nepotrebuje vynášať polohu výbuchov v celom rozsahu kruhu, teda 6000 dielcov, ale postačuje mu relatívne malý výsek v okolí pozorovacej priamky.

Vytvorením podobnej pomôcky, ktorá by spĺňala špecifické požiadavky pre využitie pozorovateľom, by bolo možné dosiahnuť niekoľkonásobne vyššiu presnosť aj pri zachovaní rozmerov vhodných pre použitie v poli. Pri výške pomôcky cca 25 cm by si pozorovateľ mohol zvoliť mierku 1:10 000 pre pozorovacie vzdialenosti do 2 km, alebo 1:20 000 pre vzdialenosti do 4 km. Opravy by potom dokázal vyčítavať so zaokrúhlením na 10, respektíve 20 metrov, pričom by sa dopustil pravdepodobnej chyby 5, respektíve 10 metrov.



Obrázok 6 Princíp navrhovanej grafickej pomôcky na určovanie opráv smeru výbuchov v metroch  
Zdroj: vlastné spracovanie

## 2.6 Metóda prevodovej tabuľky

Ďalšou z možností na prevod pozorovaní uhlových odchýlok výbuchov v smere na opravy v metroch je využitie prevodovej tabuľky. Pre ľahšie vyhľadávanie a praktické využitie by mohla byť tabuľka rozdelená na dve časti, pre pozorovania do 2000 metrov a 2000 - 4000 metrov. Vyhotovená by mohla byť obojstranne, prípadne aj s posuvným bežcom pre nastavenie vzdialenosti pozorovania, vid' tabuľka 3.

V prípade pozorovania výbuchu s odchýlkou v smere 75 dielcov od cieľa vzdialeného 2500 metrov je možné v tabuľke vyčítať hodnoty opravy 184 metrov pre 70 dielcov a 13

metrov pre 5 dielcov a jednoduchým sčítaním získať hodnotu opravy 197 metrov, čo je hodnota líšiaca sa len o 0,25 metra od opravy vypočítanej pomocou funkcie tangens.

Tabuľka je spracovaná pre pozorovacie vzdialenosti skokovo narastajúce o hodnoty 100 metrov. Pozorovateľ vo väčšine prípadov odhaduje vzdialenosť k cieľu zaokrúhlenú rovnako na stovky metrov. V prípade, že by pozorovateľ určoval vzdialenosti s vyššou presnosťou, napríklad s využitím laserového diaľkomera, bolo by nutné medzi hodnotami uvedenými v tabuľke interpolovať. Napríklad pri odchýlke v smere 75 dielcov a pozorovacej vzdialenosti 2540 metrov by potom interpolované hodnoty boli približne 187 metrov pre 70 dielcov, 13 dielcov pre 5 metrov, po sčítaní 200 metrov, čo znamená nepresnosť len 0,1 metra oproti výpočtu s využitím funkcie tangens. Interpoláciu je relatívne jednoduché vykonať aj spamäti.

Tabuľka 3 Prevodová tabuľka pre prevod pozorovaní odchýlok výbuchov v smere v dielcoch na opravy v metroch

|      | 0-01 | 0-02 | 0-03 | 0-04 | 0-05 | 0-06 | 0-07 | 0-08 | 0-09 | 0-10 | 0-20 | 0-30 | 0-40 | 0-50 | 0-60 | 0-70 | 0-80 | 0-90 | 1-00 |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 100  | 0    | 0    | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 11   | 100  |
| 200  | 0    | 0    | 1    | 1    | 1    | 1    | 1    | 2    | 2    | 2    | 4    | 6    | 8    | 11   | 13   | 15   | 17   | 19   | 21   | 200  |
| 300  | 0    | 1    | 1    | 1    | 2    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 6    | 9    | 13   | 16   | 19   | 22   | 25   | 28   | 32   | 300  |
| 400  | 0    | 1    | 1    | 2    | 2    | 3    | 3    | 3    | 4    | 4    | 8    | 13   | 17   | 21   | 25   | 29   | 34   | 38   | 42   | 400  |
| 500  | 1    | 1    | 2    | 2    | 3    | 3    | 4    | 4    | 5    | 5    | 11   | 16   | 21   | 26   | 32   | 37   | 42   | 47   | 53   | 500  |
| 600  | 1    | 1    | 2    | 3    | 3    | 4    | 4    | 5    | 6    | 6    | 13   | 19   | 25   | 32   | 38   | 44   | 50   | 57   | 63   | 600  |
| 700  | 1    | 1    | 2    | 3    | 4    | 4    | 5    | 6    | 7    | 7    | 15   | 22   | 29   | 37   | 44   | 51   | 59   | 66   | 74   | 700  |
| 800  | 1    | 2    | 3    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 8    | 17   | 25   | 34   | 42   | 50   | 59   | 67   | 76   | 84   | 800  |
| 900  | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 9    | 19   | 28   | 38   | 47   | 57   | 66   | 76   | 85   | 95   | 900  |
| 1000 | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 11   | 21   | 32   | 42   | 53   | 63   | 74   | 84   | 95   | 105  | 1000 |
| 1100 | 1    | 2    | 3    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 12   | 23   | 35   | 46   | 58   | 69   | 81   | 92   | 104  | 116  | 1100 |
| 1200 | 1    | 3    | 4    | 5    | 6    | 8    | 9    | 10   | 11   | 13   | 25   | 38   | 50   | 63   | 76   | 88   | 101  | 113  | 126  | 1200 |
| 1300 | 1    | 3    | 4    | 5    | 7    | 8    | 10   | 11   | 12   | 14   | 27   | 41   | 55   | 68   | 82   | 96   | 109  | 123  | 137  | 1300 |
| 1400 | 1    | 3    | 4    | 6    | 7    | 9    | 10   | 12   | 13   | 15   | 29   | 44   | 59   | 74   | 88   | 103  | 118  | 132  | 147  | 1400 |
| 1500 | 2    | 3    | 5    | 6    | 8    | 9    | 11   | 13   | 14   | 16   | 32   | 47   | 63   | 79   | 95   | 110  | 126  | 142  | 158  | 1500 |
| 1600 | 2    | 3    | 5    | 7    | 8    | 10   | 12   | 13   | 15   | 17   | 34   | 50   | 67   | 84   | 101  | 118  | 134  | 151  | 168  | 1600 |
| 1700 | 2    | 4    | 5    | 7    | 9    | 11   | 12   | 14   | 16   | 18   | 36   | 54   | 71   | 89   | 107  | 125  | 143  | 161  | 179  | 1700 |
| 1800 | 2    | 4    | 6    | 8    | 9    | 11   | 13   | 15   | 17   | 19   | 38   | 57   | 76   | 95   | 113  | 132  | 151  | 170  | 189  | 1800 |
| 1900 | 2    | 4    | 6    | 8    | 10   | 12   | 14   | 16   | 18   | 20   | 40   | 60   | 80   | 100  | 120  | 140  | 160  | 180  | 200  | 1900 |
| 2000 | 2    | 4    | 6    | 8    | 11   | 13   | 15   | 17   | 19   | 21   | 42   | 63   | 84   | 105  | 126  | 147  | 168  | 189  | 210  | 2000 |

|             | 0-01     | 0-02     | 0-03     | 0-04      | 0-05      | 0-06      | 0-07      | 0-08      | 0-09      | 0-10      | 0-20      | 0-30      | 0-40       | 0-50       | 0-60       | 0-70       | 0-80       | 0-90       | 1-00       |             |
|-------------|----------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|
| 2100        | 2        | 4        | 7        | 9         | 11        | 13        | 15        | 18        | 20        | 22        | 44        | 66        | 88         | 110        | 132        | 154        | 176        | 198        | 221        | 2100        |
| 2200        | 2        | 5        | 7        | 9         | 12        | 14        | 16        | 18        | 21        | 23        | 46        | 69        | 92         | 116        | 139        | 162        | 185        | 208        | 231        | 2200        |
| 2300        | 2        | 5        | 7        | 10        | 12        | 14        | 17        | 19        | 22        | 24        | 48        | 72        | 97         | 121        | 145        | 169        | 193        | 217        | 242        | 2300        |
| 2400        | 3        | 5        | 8        | 10        | 13        | 15        | 18        | 20        | 23        | 25        | 50        | 76        | 101        | 126        | 151        | 176        | 202        | 227        | 252        | 2400        |
| <b>2500</b> | <b>3</b> | <b>5</b> | <b>8</b> | <b>11</b> | <b>13</b> | <b>16</b> | <b>18</b> | <b>21</b> | <b>24</b> | <b>26</b> | <b>53</b> | <b>79</b> | <b>105</b> | <b>131</b> | <b>158</b> | <b>184</b> | <b>210</b> | <b>236</b> | <b>263</b> | <b>2500</b> |
| 2600        | 3        | 5        | 8        | 11        | 14        | 16        | 19        | 22        | 25        | 27        | 55        | 82        | 109        | 137        | 164        | 191        | 218        | 246        | 273        | 2600        |
| 2700        | 3        | 6        | 9        | 11        | 14        | 17        | 20        | 23        | 26        | 28        | 57        | 85        | 113        | 142        | 170        | 198        | 227        | 255        | 284        | 2700        |
| 2800        | 3        | 6        | 9        | 12        | 15        | 18        | 21        | 24        | 26        | 29        | 59        | 88        | 118        | 147        | 176        | 206        | 235        | 265        | 294        | 2800        |
| 2900        | 3        | 6        | 9        | 12        | 15        | 18        | 21        | 24        | 27        | 30        | 61        | 91        | 122        | 152        | 183        | 213        | 244        | 274        | 305        | 2900        |
| 3000        | 3        | 6        | 9        | 13        | 16        | 19        | 22        | 25        | 28        | 32        | 63        | 95        | 126        | 158        | 189        | 221        | 252        | 284        | 315        | 3000        |
| 3100        | 3        | 7        | 10       | 13        | 16        | 20        | 23        | 26        | 29        | 33        | 65        | 98        | 130        | 163        | 195        | 228        | 260        | 293        | 326        | 3100        |
| 3200        | 3        | 7        | 10       | 13        | 17        | 20        | 24        | 27        | 30        | 34        | 67        | 101       | 134        | 168        | 202        | 235        | 269        | 302        | 336        | 3200        |
| 3300        | 3        | 7        | 10       | 14        | 17        | 21        | 24        | 28        | 31        | 35        | 69        | 104       | 139        | 173        | 208        | 243        | 277        | 312        | 347        | 3300        |
| 3400        | 4        | 7        | 11       | 14        | 18        | 21        | 25        | 29        | 32        | 36        | 71        | 107       | 143        | 179        | 214        | 250        | 286        | 321        | 357        | 3400        |
| 3500        | 4        | 7        | 11       | 15        | 18        | 22        | 26        | 29        | 33        | 37        | 74        | 110       | 147        | 184        | 221        | 257        | 294        | 331        | 368        | 3500        |

|      | 0-01 | 0-02 | 0-03 | 0-04 | 0-05 | 0-06 | 0-07 | 0-08 | 0-09 | 0-10 | 0-20 | 0-30 | 0-40 | 0-50 | 0-60 | 0-70 | 0-80 | 0-90 | 1-00 |      |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 3600 | 4    | 8    | 11   | 15   | 19   | 23   | 26   | 30   | 34   | 38   | 76   | 113  | 151  | 189  | 227  | 265  | 302  | 340  | 378  | 3600 |
| 3700 | 4    | 8    | 12   | 16   | 19   | 23   | 27   | 31   | 35   | 39   | 78   | 117  | 155  | 194  | 233  | 272  | 311  | 350  | 389  | 3700 |
| 3800 | 4    | 8    | 12   | 16   | 20   | 24   | 28   | 32   | 36   | 40   | 80   | 120  | 160  | 200  | 239  | 279  | 319  | 359  | 399  | 3800 |
| 3900 | 4    | 8    | 12   | 16   | 20   | 25   | 29   | 33   | 37   | 41   | 82   | 123  | 164  | 205  | 246  | 287  | 328  | 369  | 410  | 3900 |
| 4000 | 4    | 8    | 13   | 17   | 21   | 25   | 29   | 34   | 38   | 42   | 84   | 126  | 168  | 210  | 252  | 294  | 336  | 378  | 420  | 4000 |

Zdroj: vlastné spracovanie

## 2.7 Porovnanie presnosti metód

Pre objektívne porovnanie presnosti vyššie uvedených metód bola riešená ich aplikácia na pozorovanie odchýlky výbuchu v smere za týchto východiskových podmienok:

- pozorovacia vzdialenosť 600 až 4000 metrov, v intervaloch 100 metrov,
- pozorovanie odchýlky výbuchu v smere v dielcoch/mils zodpovedajúce oprave smeru 200 metrov zaokrúhlenej na najbližší celý dielec/mil,
- pre metódy OT faktor a OT faktor USA bola ako uhlová miera pri výpočtoch použitá uhlová jednotka mil,
- pri ostatných metódach bola ako uhlová miera pri výpočtoch použitá uhlová jednotka dielec.

S pomocou vzorcov definovaných pri popise jednotlivých metód boli vypočítané z pozorovaných uhlových odchýlok opravy v metroch. Tieto boli porovnané s presnou hodnotou vypočítanou s využitím goniometrických funkcií. Zaokrúhlené hodnoty vypočítaných opráv, absolútnych a relatívnych chýb pre vybrané pozorovacie vzdialenosti a veľkosť odchýlky v smere zodpovedajúcej vzdialenosti 200 metrov (po prepočítaní na najbližší celý dielec/mil) sú zobrazené v tabuľke 4.

Tabuľka 4 Porovnanie presnosti metód – výpis pre vybrané pozorovacie vzdialenosti

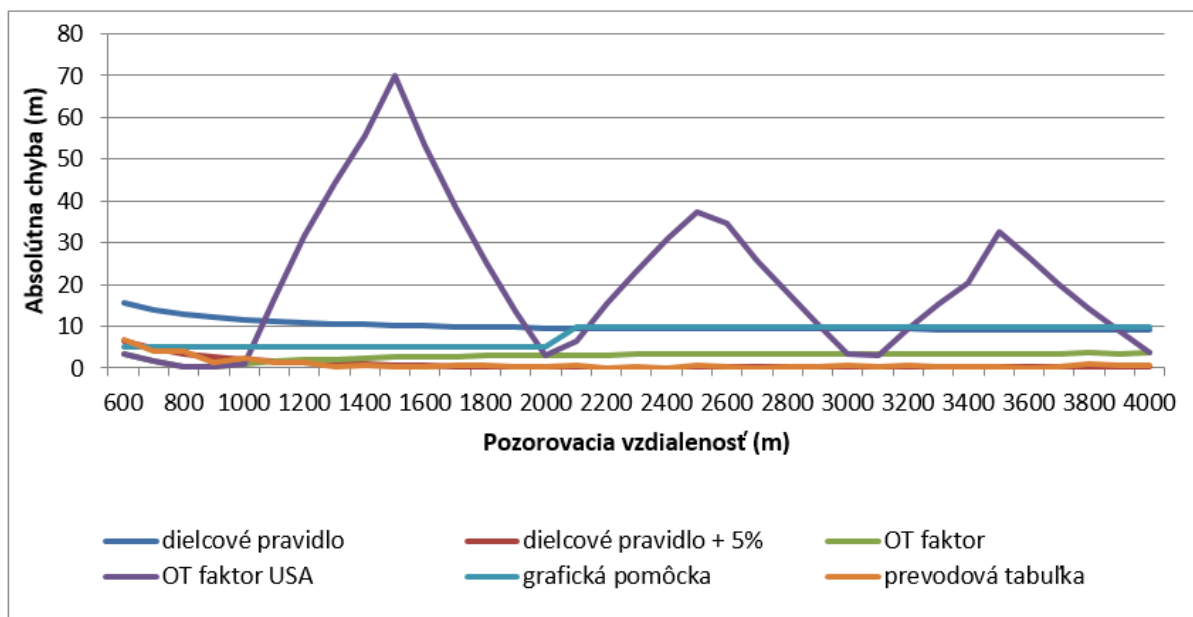
| POZOROVACIA VZDIALENOSŤ (m)      | 600   | 1000  | 1500  | 2000  | 2500  | 3000  | 3500  | 4000  |
|----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| metóda – dielcové pravidlo       |       |       |       |       |       |       |       |       |
| skutočná oprava (m)              | 199,8 | 199,5 | 200,7 | 199,6 | 199,4 | 201,4 | 201,8 | 201,2 |
| oprava určená metódou (m)        | 184,2 | 188,0 | 190,5 | 190,0 | 190,0 | 192,0 | 192,5 | 192,0 |
| absolútna chyba (m)              | 15,6  | 11,5  | 10,2  | 9,6   | 9,4   | 9,4   | 9,3   | 9,2   |
| relatívna chyba (%)              | 7,8   | 5,7   | 5,1   | 4,8   | 4,7   | 4,7   | 4,6   | 4,6   |
| metóda – dielcové pravidlo + 5 % |       |       |       |       |       |       |       |       |
| skutočná oprava (m)              | 199,8 | 199,5 | 200,7 | 199,6 | 199,4 | 201,4 | 201,8 | 201,2 |

| POZOROVACIA VZDIALENOSŤ (m) | 600   | 1000  | 1500        | 2000  | 2500        | 3000  | 3500        | 4000  |
|-----------------------------|-------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|
| oprava určená metódou (m)   | 193,4 | 197,4 | 200,0       | 199,5 | 199,5       | 201,6 | 202,1       | 201,6 |
| absolútna chyba (m)         | 6,4   | 2,1   | 0,7         | 0,1   | 0,1         | 0,2   | 0,3         | 0,4   |
| relatívna chyba (%)         | 3,2   | 1,0   | 0,3         | 0,1   | 0,1         | 0,1   | 0,2         | 0,2   |
| metóda – OT faktor          |       |       |             |       |             |       |             |       |
| skutočná oprava (m)         | 200,2 | 199,9 | 200,0       | 200,9 | 199,2       | 200,6 | 199,5       | 200,4 |
| oprava určená metódou (m)   | 196,8 | 201,0 | 202,5       | 204,0 | 202,5       | 204,0 | 203,0       | 204,0 |
| absolútna chyba (m)         | 3,4   | 1,1   | 2,5         | 3,1   | 3,3         | 3,4   | 3,5         | 3,6   |
| relatívna chyba (%)         | 1,7   | 0,5   | 1,3         | 1,5   | 1,6         | 1,7   | 1,7         | 1,8   |
| metóda – OT faktor USA      |       |       |             |       |             |       |             |       |
| skutočná oprava (m)         | 200,2 | 199,9 | 200,0       | 200,9 | 199,2       | 200,6 | 199,5       | 200,4 |
| oprava určená metódou (m)   | 196,8 | 201,0 | 270,0       | 204,0 | 162,0       | 204,0 | 232,0       | 204,0 |
| absolútna chyba (m)         | 3,4   | 1,1   | 70,0        | 3,1   | 37,2        | 3,4   | 32,5        | 3,6   |
| relatívna chyba (%)         | 1,7   | 0,5   | <b>35,0</b> | 1,5   | <b>18,7</b> | 1,7   | <b>16,3</b> | 1,8   |
| metóda – grafická pomôcka   |       |       |             |       |             |       |             |       |
| skutočná oprava (m)         | 199,8 | 199,5 | 200,7       | 199,6 | 199,4       | 201,4 | 201,8       | 201,2 |
| oprava určená metódou (m)   | -     | -     | -           | -     | -           | -     | -           | -     |
| absolútna chyba (m)         | 5     | 5     | 5           | 5     | 10          | 10    | 10          | 10    |
| relatívna chyba (%)         | 0,25  | 0,25  | 0,25        | 0,25  | 0,5         | 0,5   | 0,5         | 0,5   |
| metóda – prevodová tabuľka  |       |       |             |       |             |       |             |       |
| skutočná oprava (m)         | 199,8 | 199,5 | 200,7       | 199,6 | 199,4       | 201,4 | 201,8       | 201,2 |
| oprava určená metódou (m)   | 193,0 | 197,0 | 201,0       | 200,0 | 200,0       | 202,0 | 202,0       | 202,0 |
| absolútna chyba (m)         | 6,8   | 2,5   | 0,3         | 0,4   | 0,6         | 0,6   | 0,2         | 0,8   |
| relatívna chyba (%)         | 3,4   | 1,2   | 0,2         | 0,2   | 0,3         | 0,3   | 0,1         | 0,4   |

*Zdroj: vlastné spracovanie*

Pre lepšiu interpretáciu porovnania presnosti metód bol zostrojený graf závislosti absolútnych chýb na pozorovacej vzdialenosti:





Obrázok 6 Graf porovnania presnosti metód – odchýlka výbuchu v smere 200 metrov

Zdroj: vlastné spracovanie

Odchýlka prvého pozorovaného výbuchu od cieľa v smere vzhľadom k pozorovacej priamke s veľkosťou 200 metrov sa dá považovať za bežnú v prípade hlavného delostrelectva a tzv. skrátenej príprave prvkov streľby. V takomto prípade sa chyby prípravy prvkov streľby v smere pohybujú v rozmedzí 7-20 dielcov, čo pri vzdialenosti streľby 10 – 30 kilometrov aj pri malom pozorovacom uhle môže vyústiť do pozorovaných odchýlok výbuchov od cieľa v smere v rozsahu 70 až 600 metrov. Pri tzv. úplnej príprave prvkov streľby sa za rovnakých podmienok môžu odchýlky pohybovať v predpokladanom rozsahu 30 až 150 metrov (Děl-55-26, 1981). So zväčšujúcim sa pozorovacím uhlom sa pravdepodobné odchýlky výbuchu v smere vzhľadom k pozorovacej priamke zväčšujú, pretože sa v nich výraznejšie prejavuje aj vplyv diaľkového rozptylu.

Po porovnaní presnosti metód aj pre extrémne odchýlky v smere (300, 400, 600 metrov) resp. pre minimálne odchýlky je možné konštatovať, že absolútne chyby metód sa so zväčšujúcou sa odchýlkou výbuchu od cieľa v uhlovej miere zväčšujú. Výnimkou je grafická metóda, kde je presnosť závislá len na použitej mierke. Je však nutné zdôrazniť výrazné chyby metódy OT faktor USA, ktoré vznikajú z dôvodu zaokrúhľovania pozorovacej vzdialenosti na celé kilometre.

Za účelom vyvodenia záverov pre využívanie jednotlivých metód v delostreleckej praxi je nutné vyhodnotiť, ktoré z metód dosahujú presnosť, ktorá je dostatočná pre bojové použitie.

Pravidlá streľby platné v OS SR vychádzajú z predpokladu, že zákon rozloženia stredy rozptylu od cieľa na konci zastrieľania sa približuje normálnemu s pravdepodobnými odchýlkami diaľkovými ( $R_d$ ) a šírkovými ( $R_s$ ), charakterizujúcimi presnosť zastrieľania,

menšími ako pravdepodobné odchýlky diaľkové ( $O_d$ ) a šírkové ( $O_s$ ), charakterizujúce rozptyl. Pre ukončenie zastreľania smeru potom platí vzorec (Děl-55-26, 1981):

$$R_s \leq O_s \quad (7)$$

Na splnenie tohoto kritéria, obzvlášť pri moderných presných zbraňových systémoch s drážkovanými hlavňami, ako napríklad 155 mm SHKH ZUZANA, bude pravdepodobne nutné v priebehu zastreľania vyhodnotiť viac ako jeden výbuch, alebo skupinu výbuchov. Na výpočet presnosti zastreľania  $R_s$  je možné potom použiť vzorec (Děl-55-26, 1981):

$$R_s = \sqrt{\frac{O_s^2 + E_S^2}{n_V}} \quad (8)$$

kde:

$E_S$  – pravdepodobná chyba určenia opravy výbuchu v smere v metroch

$n_V$  – počet výbuchov v skupine, podľa ktorých sa určujú opravy smeru

Vzorec (8) je možné upraviť tak, aby bolo možné vypočítať maximálnu prijateľnú pravdepodobnú chybu určenia opravy smeru pri určitom počte pozorovaní výbuchov a konkrétnej  $O_s$ :

$$E_S = \sqrt{R_s^2 \cdot n_V - O_s^2} \quad (9)$$

Hodnoty pravdepodobných odchylov charakterizujúcich hlavné zbraňové systémy delostrelectva OS SR sú uvedené v tabuľke č.5:

Tabuľka 5 Pravdepodobné odchýlky diaľkové a šírkové hlavných zbraňových systémov OS SR

| 81 mm<br>mínomet<br>(81-EOF) | Vzdialenosť<br>strelby | 1100 m | 1700 m | 2200 m | 2400 m | 3300 m | 3700 m | 4500 m<br>(2/3D <sub>max</sub> ) |
|------------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------------------------------|
|                              | $O_d$                  | 8,2 m  | 10,5 m | 12,1 m | 13,1 m | 16,7 m | 19,5 m | 21,3 m                           |
|                              | $O_s$                  | 1,8 m  | 4,3 m  | 5,0 m  | 7,2 m  | 9,4 m  | 13     | 20,5 m                           |

|   |                        |        |        |        |         |         |                                   |                                  |
|---|------------------------|--------|--------|--------|---------|---------|-----------------------------------|----------------------------------|
| 98 mm<br>mínomet<br>(98-EOF)                | Vzdialenosť<br>strelby | 1000 m | 1700 m | 2500 m | 3200 m  | 3800 m  | 4400 m                            | 5400 m<br>(2/3D <sub>max</sub> ) |
|   | O <sub>d</sub>         | 6,2 m  | 7,4 m  | 16,3 m | 20 m    | 17 m    | 38 m                              | 28 m                             |
|   | O <sub>s</sub>         | 1,9 m  | 2,5 m  | 8,9 m  | 13 m    | 14 m    | 19 m                              | 25 m                             |
| 155 mm<br>ShKH<br>(OFd MK/<br>OFd MK<br>DV) | Vzdialenosť<br>strelby | 4800 m | 7000 m | 9800 m | 12200 m | 20600 m | 25200 m<br>(2/3D <sub>max</sub> ) |                                  |
|   | O <sub>d</sub>         | 20,2   | 21,5   | 20,2   | 37,3    | 63,2    | 112,4                             |                                  |
|   | O <sub>s</sub>         | 1,5    | 2,2    | 3      | 3,7     | 6,3     | 11,8                              |                                  |

*Zdroj: vlastné spracovanie s využitím tabuliek strelby jednotlivých zbraňových systémov*

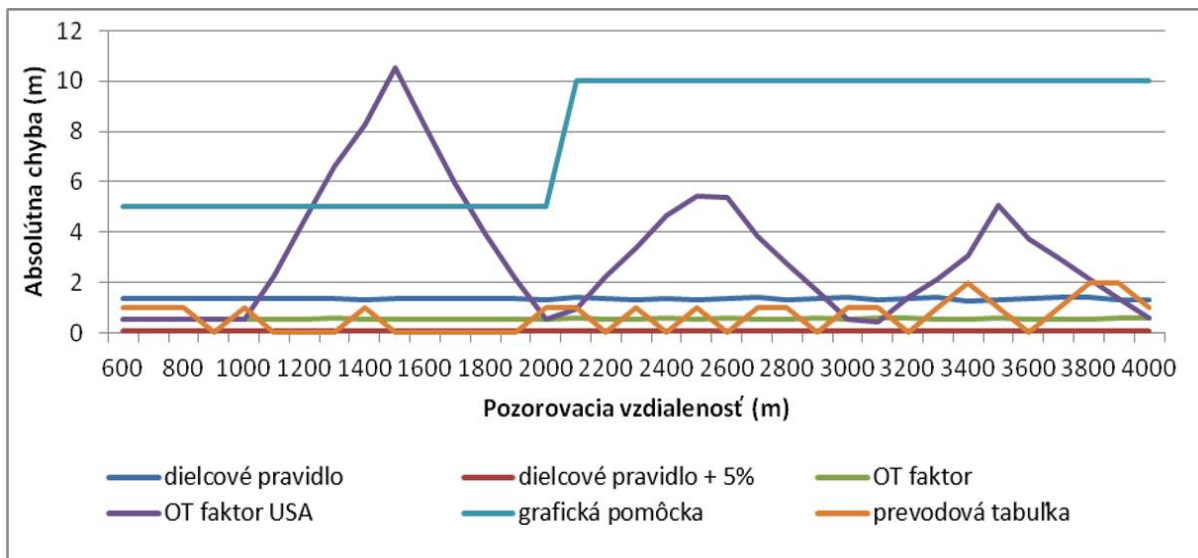
Ako bolo uvedené na príklade priebehu zastrievania (obrázok 4), pri zastrievaní pomocou pravouhlých opráv sa pozorovateľ snaží v úvode zastrievania samostatnými opravami smeru, alebo spolu s opravami diaľky, priviesť výbuch na pozorovaciu priamku. Pri následnom rámovaní cieľa do diaľkovej vidlice spravidla už nie je potrebné vykonávať opravy smeru. V prípade veľmi priaznivých podmienok, hlavne ak už prvá rana dopadne do blízkosti pozorovacej priamky, je možné cieľ zarámoviť do úzkej vidlice už dvomi ranami. Pre tento prípad je vhodné do vzorca (9) za počet výbuchov dosadiť hodnotu 2. Keďže výpočtom sa určuje maximálna tolerovateľná pravdepodobná chyba, vychádzajúc zo vzorca (7) je možné určiť  $R_s = O_s$  a teda po nahradení  $R_s$  vo vzorci (9) hodnotou  $O_s$ :

$$E_s = \sqrt{O_s^2 \cdot 2 - O_s^2} = \sqrt{O_s^2} = O_s \quad (10)$$

To znamená, že aj vo veľmi priaznivom prípade, keď by bolo zastrievanie diaľky vykonané dvomi ranami, postačuje presnosť určenia opráv smeru na úrovni odchýlky šírkovvej ( $O_s$ ) pre konkrétnu zbraň, muníciu a vzdialenosť strelby. Pri delostreleckých zbraňových systémoch sa predpokladá najčastejšie použitie na vzdialenosť strelby rovnajúcu sa približne 2/3 maximálneho dostrelu. V tom prípade je možné konštatovať, že aj pre zbraňový systém s najmenšou odchýlkou šírkovou (155 mm ShKH ZUZANA) je postačujúca presnosť určenia opráv smeru na úrovni 11,8 metra (tabuľka 5).

Rovnakým spôsobom je možné vypočítať s akou presnosťou (maximálnou tolerovateľnou pravdepodobnou chybou) je nutné určovať opravy výbuchu v smere v metroch pri určovaní opráv strelby na základe vyhodnocovania pozorovania viac ako dvoch výbuchov v blízkosti pozorovacej priamky. Pri troch výbuchoch je táto hodnota približne  $1,41 \times O_s$ , pri štyroch výbuchoch až  $1,72 \times O_s$ .

Vzhľadom na presnosti metód, ktoré boli použité na privedenie výbuchu na pozorovaciu priamku a smerovému rozptylu zbraňových systémov predpokladajme odchýlky výbuchu od pozorovacej priamky v smere v tejto fáze zastrielenia (teda po privedení výbuchu do blízkosti pozorovacej priamky) s maximálnou hodnotou 30 metrov. Presnosť porovnávaných metód je v tomto prípade nasledovná:



Obrázok 7 Graf porovnania presnosti metód – odchýlka výbuchu v smere 30 metrov

Zdroj: vlastné spracovanie

Z grafu na obrázku 7 vyplýva, že po privedení výbuchov do blízkosti pozorovacej priamky všetky porovnávané metódy spĺňajú presnosť vyhovujúcu podmienke  $E_s \leq O_s$  pre vzdialenosti streľby nad  $2/3$  maximálneho dostrelu a to aj pri vyhodnotení odchýlky v smere len dvoch výbuchov. V prípade vyhodnotenia odchýlky v smere väčšieho počtu výbuchov je presnosť metód dostačujúca v ešte väčšom rozsahu diaľok streľby.

V prípadoch, keď je nutné dosiahnuť vysokú presnosť zastrielenia smeru, napríklad pri borení obranných stavieb, ničení jednotlivých cieľov alebo streľbe na malé vzdialenosti, je nutné vylúčiť metódy OT faktor USA a grafickú metódu. Všetky ostatné metódy vykazujú absolútnu chybu menšiu, ako odchýlky šírkové delostreleckých zbraňových systémov zavedených v OS SR prakticky v celom rozsahu využiteľného dostrelu.

Nedostatky metódy OT faktor USA sa prejavujú najviac vtedy, keď je výbuch značne vzdialený od pozorovacej priamky (vzťažného smeru), teda spravidla na začiatku zastrielenia. Nepresnosti vnesené metódou dosahujú pri pozorovacej vzdialenosti 1500 metrov približne  $1/3$  hodnoty odchýlky výbuchu v smere. V prípade odchýlky prvého výbuchu veľkosti 200 metrov je pri tejto pozorovacej vzdialenosti nutné vykonať minimálne 2 opravy smeru pre privedenie výbuchu do blízkosti pozorovacej priamky, čo môže zbytočne predĺžiť zastrielenie cieľa. Rovnako pravidlo platné v USA, že opravy smeru menšie ako 30 metrov sú

zanedbateľné a nie je potrebné ich strieľajúcej jednotke hlásiť, vnáša do presnosti zastrielenia smeru zbytočnú chybu, ktorá sa prejaví vo zvýšenej spotrebe munície potrebnej počas účinnej streľby na cieľ. Je však nutné uvedomiť si, že pravidlá streľby využívané v USA vychádzajú z iných spôsobov ostreľovania cieľov než sú stanovené v OS SR. Ciele menšie ako 200 x 200 metrov delostrelectvo USA považuje za bodové ciele a štandardne takéto ciele ostreľuje kruhovým vejárom s polomerom 100 metrov (ATP 3-09.30, 2017).

## ZÁVER

Pri analýze spôsobov zastrielenia a opravovania účinnej streľby delostrelectva zavedených v OS SR a spôsobov stanovených NATO boli identifikované podstatné rozdiely v spôsobe hlásenia výsledkov streľby pozorovateľom. Pri NATO metóde Target Grid Procedure, ktorá je považovaná za štandardnú metódu, totiž pozorovateľ v prostredí NATO miestu riadenia paľby hlási pravouhlé opravy slúžiace pre privedenie výbuchov na cieľ a nie odchýlky výbuchov od cieľa. Navyše pravouhlé opravy smeru pozorovateľ hlási v dĺžkových jednotkách (metre) a nie uhlových jednotkách (dielce).

Aliančné dokumenty ani pravidlá streľby platné v OS SR nestanovujú akým spôsobom pozorovateľ prevedie pozorované uhlové odchýlky na pravouhlé opravy smeru v dĺžkovej miere. Bolo teda identifikovaných a navrhnutých spolu šesť možných metód využiteľných v praxi. Po ich analýze a porovnaní dosahovanej presnosti boli vyvedené tieto závery:

- za veľmi presné metódy, využiteľné univerzálne v celom rozsahu dostrelu zbraňových systémov delostrelectva OS SR, je možné považovať metódy dielcové pravidlo (aj bez pripočítania 5 %), OT faktor a metódu prevodovej tabuľky,
- z dôvodu existencie štandardnej uhlovej miery NATO, ktorou je mil a nie dielec, ako primárnu metódu na prevod uhlových odchýlok na pravouhlé opravy smeru je vhodné využívať metódu OT faktor. Odhadovanú pozorovaciu vzdialenosť zaokrúhľovať na stovky metrov a nie na celé kilometre, ako je vykonávané v USA,
- na kontrolu výpočtu pomocou OT faktora a ako záložnú metódu pre prípad práce v degradovanom prostredí (bez možnosti využitia kalkulačky alebo automatizovaného systému) využívať metódu prevodovej tabuľky,
- je žiadúce čo najrýchlejšie dokončiť proces zavádzania postupov a merných jednotiek NATO do postupov a prístrojov využívaných v OS SR. Využívanie rôznych postupov a rôznych uhlových jednotiek pre prácu v národnom a medzinárodnom prostredí znásobujú riziko vzniku omylov a chýb a zvyšujú záťaž zodpovedného personálu.

Na to, aby miesto riadenia paľby delostreleckej jednotky dokázalo spracovať pravouhlé opravy hlásené pozorovateľom, musí využívať k tomu prispôbené postupy. V súčasnosti platné pravidlá streľby delostrelectva OS SR takéto postupy nedefinujú, nie sú

stanovené ani štandardizačnými dohodami NATO. Úlohou do budúcej práce je preto identifikovať, analyzovať a navrhnúť vhodné postupy využiteľné na miestach riadenia paľby delostreleckých jednotiek OS SR pri spolupráci s pozorovateľom pracujúcim v súlade so štandardami NATO.

## ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- AArtyP-01. *NATO joint fire support (JFS) procedures for land operations*. Edition D, Version 1. NSO. 2021.
- ATP 3-09.30. *Observed Fire*. Washington, USA: Headquarters, Department of the army, 2017.
- B-GL-371-002/FP-001. *Field artillery volume 2: Duties of the battery commander and observer*. Canada: Defence staff, 1998.
- Del-2-1. *Vojenský predpis o pravidlách strelby a riadenia paľby pozemného delostrelectva (delo, čata, batéria, oddiel)*. Bratislava : Generálny štáb ozbrojených síl Slovenskej republiky, 2010, 159 s.
- Děl-55-26. *Střelba a řízení palby pozemního dělostřelectva, učebnice*. Praha 1981, 853 s.
- HRNČIAR, Michal - KOMPAN, Jaroslav. 2020. Spôsobilosť OS SR pôsobiť v operáciách proti povstaniu – ambícia verzus realita: Manažment poznatkov ako výzva. In *Vojenské reflexie*. Roč. XV, č. 2, 2020. s. 173 - 183. ISSN 1336-9202.
- IVAN, Ján a kol. 2021. Zhodnocení možných přístupů k manuálnímu určování prvků pro střelbu úplnou přípravou po zavedení automatizovaného systému řízení palby dělostřelectva. In *Vojenské rozhledy*. 2021 (3/2021), 75-92. ISSN 1210-3292
- MUŠINKA, Miroslav – UCHAĽ, Marek. 2021. DELOSYS prostriedok velenia, automatizovaného riadenia paľby a prieskumu delostrelectva Ozbrojených síl Slovenskej republiky. In *New Approaches to State Security Assurance: 15th Annual Doctoral Conference proceedings*. Brno : Univerzita obrany v Brne, s. 154-162. ISBN 978-80-7582-104-1.
- ŠUSTR, Michal. 2021. Příprava prvků pro střelbu dělostřelectva AČR po zavedení děl ráže NATO. In *15th Annual Doctoral Conference proceedings: New Approaches to State Security Assurance*. Brno : Univerzita obrany v Brně, s. 250-257. ISBN 978-80-7582-104-1.
- TC 3-09.81. *Field artillery manual cannon gunnery*. Washington: Headquarters, Department of the army, 2016.
- TURAJ, Milan. 2019. Bezpečnosť vlastných vojsk počas priamej leteckej podpory. In *Národná a medzinárodná bezpečnosť 2019*. Liptovský Mikuláš : Akadémia ozbrojených síl generála Milana Rastislava Štefánika, 2019. s. 503-510. ISBN 978-80-8040-582-3.
- VARECHA, Jaroslav – MUŠINKA, Miroslav. 2019. Vplyv použitia rôznych spôsobov topografického a geodetického pripojenia na presnosť úplnej prípravy prvkov pre strelbu delostreleckých zbraňových systémov. In *Vojenské reflexie*. Roč. XIV, č. 2, 2019. s. 6.-35. ISSN 1336-9202.

mjr. Ing. Michal VAJDA

Externý doktorand katedry bezpečnosti a obrany

Akadémia ozbrojených síl generála Milana Rastislava Štefánika

Demänová 393, 031 01 Liptovský Mikuláš

Tel.: +421 960 423 162

E-mail: [michal.vajda@aos.sk](mailto:michal.vajda@aos.sk)