# Súčasný stav skúmania presnosti paľby

Každý z výstrelov je sprevádzaný určitou vlastnou chybou. Sústavu chýb delostreleckej paľby tvorí súhrn náhodných odchýlok bodov dopadu striel od stredu cieľa alebo od zámerného bodu. V praxi sa namiesto pravdepodobná odchýlka používa pravdepodobná chyba. Táto sústava chyb má normálové rozloženie. Tento súhrn tvoria tieto chyby :

* chyba výstrelu dela
* chyba prípravy prvkov
* chyba rozptylu

## Chyby výstrelu dela

Náhodná chyba výstrelu Δ chyba pri výstrele z akejkoľvek delostreleckej zbrane v konkrétnych podmienkach na stred cieľa. Táto chyba je skúmaná v smere streľby X a v kolmom smere na tento smer Z, tvoria 2 skupiny náhodných chýb – prípravy prvkov a rozptylu . (Tieto jednotlivé chyby sú rozpísané v kapitolách 1.2 a 1.) Preto platí vzťah :

[1] Δ = +

Chyba výstrelu v diaľke je charakterizovaná ako súčet chyby prípravy prvkov v diaľke a chyby rozptylu v diaľke. [2] A chyba výstrelu v smere je definovaná ako súčet chyby prípravy prvkov v smere a chyby rozptylu v smere.[3]

[2]

[3]

Pričom:

* Chyba v diaľke je označovaná ako x

je chyba výstrelu v diaľke

je chyba prípravy prvkov v diaľke

je chyba rozptylu v diaľke

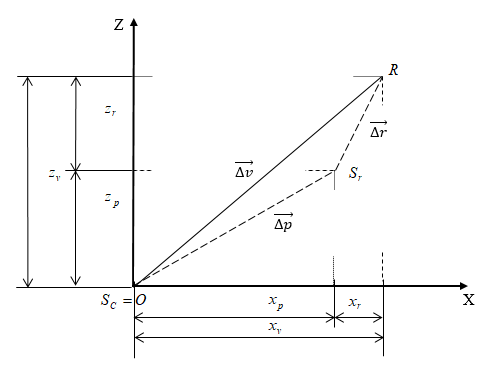
* Chyba v smere je označovaná ako z

je chyba výstrelu v smere

je chyba prípravy prvkov v smere

je chyba rozptylu v smere

Tieto jednotlivé vzťahy sú znázornené na obrázku 1.



obrázok 1 Chyby výstrelu

Ako už bolo spomínané, náhodné chyby prípravy prvkov a náhodné chyby rozptylu majú normálové rozloženie. Tieto chyby sú tiež navzájom nezávislé. Hustotu pravdepodobnej náhodnej chyby prípravy prvkov vypočítame pomocou vzorca [4]:

[4]

Pričom :

Exp , Ezp  je pravdepodobná chyba prípravy prvkov v diaľke a smere, ktoré charakterizujú presnosť prípravy prvkov na streľbu

xp , zp je náhodná chyba prípravy prvkov v diaľke a v smere

Hustota pravdepodobnosti náhodnej chyby rozptylu je vyjadrená vzorcom [5] :

[5] f () =

Pričom:

Od , oš je pravdepodobná chyba rozptylu v diaľke a v smere

xr , zr je náhodná chyba rozptylu v diaľke a v smere

Hustota pravdepodobnosti chyby výstrelu [6] sa vypočíta podobným vzorcom a to :

[6]

Pričom :

Exv , Ezv  pravdepodobná chyba výstrelu v diaľke a v smere

xv , zv náhodná chyba výstrelu v diaľke a v smere

Sústavu chýb delostreleckej paľby vedenej jedným výstrelom z dela charakterizujú tieto veličiny :

* Očakávaná hodnota chyby výstrelu

Chyby výstrelu sú systematicky rozložené okolo elementárneho cieľa, na ktorý boli určované prvky pre streľbu. (str.62 citácia). Ak cieľ stanovíme ako začiatok súradnicovej sústavy tak očakávaná hodnota chyby výstrelu je 0 , čo znamená :

[7] M(xv) = M(zv)= 0

* Pravdepodobné chyby výstrelu

Chyby výstrelu v diaľke pri zjednodušenom označení vypočítame ako odmocninu zo súčtu umocnenej na 2 pravdepodobnú chybu prípravy v diaľke a umocnenej na druhú pravdepodobnú chybu rozptylu v diaľke . Chybu výstrelu v smere vypočítame rovnako len hodnoty v diaľke vymeníme za hodnoty v smere

[8]

[9 ]

* Korelačné koeficienty chýb výstrelu

Tak ako už bolo spomínané chyby výstrelu v diaľke a v smere sú na sebe nezávislé. To znamená , že pri chybe výstrelu v diaľke nemusí nastať chyba v smere a opačne. V teórií streľby je korelačný koeficient rovný vzťahu :

[10] r (xv , zv) = 2 . ρ2 . , keďže tak aj r (xv , zv) = 0

## Chyba rozptylu

Náhodná chyba rozptylu náhodne odchyľuje bod doletu strely R od stredu rozptylu S , i v diaľke i v smere. Táto chyba je neopakujúcou , pretože pri každom výstrele sa mení zmysel a veľkosť. Príčiny rozptylu sa spravidla rozdeľujú do troch skupín.

Do prvej skupiny sa zaraďujú príčiny, ktoré majú vplyv na kolísanie začiatočnej rýchlosti jednotlivých striel. Patria k nim najmä drobné odchýlky hmotnosti striel, teploty prachových náplní, ich chemických vlastností, odchýlky v dorážaní striel pri nabíjaní, rôzne vedenie strely v opotrebovanej hlavni a iné. (str. 69 citacia)

Do druhej skupiny sa zaraďujú príčiny, ktoré spôsobujú kolísanie uhla výstrelu a odmeru. Zaraďujú sa tu náhodné chyby nastavenia diaľky, libely a strany, spôsobené nepresnosťou mieridiel, rozptylom uhla zdvihu a bočným posunom hlavne pri výstrele. (str.69 citácia)

Do tretej skupiny sa zaraďujú príčiny, ktoré spôsobujú kolísanie podmienok letu strely na dráhe po opustení hlavne. Tu sa zaraďujú rôzne dodatočné pôsobenia plynov na strelu v okamihu, keď strela opúšťa hlaveň, rôzne odchýlky od rozmerov a tvaru strely a zapaľovača, rozdiely v polohe ťažiska strely, opracovaní jej povrchu, drobné zmeny v homogénnosti prostredia, v ktorom strela letí a iné. (str. 69 citácia)

Všetky uvedené skupiny náhodných chýb pôsobia spoločne, v náhodnej kombinácii a ich výslednicou je náhodná chyba rozptylu. Číselné hodnoty pravdepodobných chýb rozptylu v diaľke, v smere i výške sa v delostreleckej praxi nazývajú pravdepodobné odchýlky v diaľke, v smere a vo výške a sú pre každý delostrelecký zbraňový komplet uvedené v príslušných tabuľkách streľby.

## Chyby prípravy prvkov

Náhodná chyba prípravy prvkov náhodne odchyľuje stred rozptylu S , od stredu cieľa Sc v diaľke i smere. Pri skupine za sebou idúcich výstrelov , ktoré boli vystrelené rovnakými prvkami pri rovnakých podmienkach má náhodná chyba rovnaký zmysel a približnú veľkosť.

Neoddeliteľnou súčasťou určovania prvkov pre streľbu úplnou prípravou je výskyt náhodných chýb. Náhodné chyby topografických prvkov sú dôsledkom náhodných chýb v určovaní súradníc a nadmorských výšok cieľa i palebného postavenia, orientácie diela do HS a nepresnosťou použitých metód. (str. 79 citácia)

Hypotézy náhodných chýb prípravy prvkov

* Náhodné chyby prípravy prvkov majú normálne rozloženie s nulovými očakavanými hodnotami
* Náhodné chyby prípravy prvkov v diaľke a v smere sú vzájomne nezávislé
* Zdroje chýb úplnej prípravy :
* Chyby v určení polohy cieľa xc, zc
* Chyby pripojenia a zamierenie dela x**G**, z**G** , z**OR**
* Chyby meteorologickej prípravy xp , zp
* Chyby balistickej prípravy x**B**,
* Chyby technickej prípravy x**T** , z**T**
* Chyby tabuliek streľby x**TS** , z**TS**
* Chyby metódy určovania prvkov streľby x**M** , z**M**
* Celková náhodná chyba prípravy prvkov je tvorená týmito skupinami :
* V diaľke

[11] x= xc + x**G** + xp + x**B** + x**T** + x**TS** + x**M**

* V smere

[12] z= zc + z**G** + z**OR** + zp + z**T** + z**TS** + z**M**

Opakujúce sa chyby prípravy prvkov sú charakterizované týmito číselnými charakteristikami :

* Očakávaná hodnota chyby prípravy prvkov – zámerný bod je totožný so stredom cieľa, preto očakávaná hodnota chyby prípravy prvkov je M(xp) = M(zp) = 0
* Korelačné koeficienty prípravy prvkov – keďže chyby prípravy prvkov v diaľke a v smere sú navzájom nezávisle tak potom korelačné koeficienty prípravy prvkov sú rovné 0 ; r(xp) = r (zp) = 0
* Pravdepodobné chyby prípravy prvkov – sú tvorené čiastkovými náhodnými chybami úplnej prípravy
* V diaľke

[13] Ex =

* V smere

[14] Ez =

Pričom :

pravdepodobná chyba určovania súradníc cieľa v diaľke i v smere

pravdepodobná chyba pripojenie dela v diaľke i v smere

pravdepodobná chyba orientácie dela v smere

pravdepodobná chyba meteorologickej prípravy v diaľke i v smere

pravdepodobná chyba balistickej prípravy v diaľke

pravdepodobná chyba technickej prípravy v diaľke i v smere

pravdepodobná chyba tabuliek strelieb v diaľke i v smere

pravdepodobná chyba metódy určenia prvkov v diaľke i v smere

Tieto jednotlivé čiastkové chyby vieme sledovať oddelenie, tak preto výpočet hodnôt tých čiastočných náhodných chýb prípravy prvkov bude jednoduchšie.

Pre výpočet pravdepodobnej chyby určovania súradníc cieľa budeme používať vzťah:

[15]

[16]

Pričom:

pravdepodobná chyba určenia súradníc cieľa v diaľke a v smere

pravdepodobná chyba určenia nadmorskej výšky cieľa

uhol doletu strely

Hodnota chyby určenia súradníc cieľa v diaľke a v smere i určenia nadmorskej výšky cieľa závisí od spôsobu, prostriedkoch a podmienok, v ktorých bol prieskum vykonaný.

Pravdepodobné chyby pripojenia palebného postavenia dela v diaľke i v smere sa vypočíta pomocou :

[17]

[18]

Pričom:

pravdepodobná chyba určenia súradníc palebného postavenia v diaľke i v smere

pravdepodobná chyba určenia nadmorskej výšky palebného postavenia

Hodnota chyby pripojenia palebného postavenia dela v diaľke a v smere i určenia nadmorskej výšky cieľa závisí od spôsobu, prostriedkoch a podmienok, v ktorých bol prieskum vykonaný.

Pravdepodobná chyba orientácie dela v smere je daná vzťahom :

[19]

Pričom:

topografická diaľka streľby

Pravdepodobná chyba určenia smerníka orientačného smeru

Veľkosť pravdepodobnej chyby určenia smerníka orientačného smeru závisí na spôsoboch orientácie , použitých prostriedkoch a presnosti východiskových údajov.

Pravdepodobné chyby meteorologickej prípravy v diaľke a v smere sa určujú pomocou vzorca:

[20]

[21]

Pričom:

tabuľková oprava diaľky pre pozdĺžny vietor

tabuľková oprava diaľky pre zmenu teploty vzduchu

tabuľková oprava diaľky pre zmenu tlaku vzduchu

pravdepodobná chyba určenia pozdĺžnej zložky balistického vetra

pravdepodobná chyba určenia teploty vzduchu

pravdepodobná chyba určenia prízemného tlaku vzduchu

tabuľková oprava smeru pre priečny vietor

pravdepodobná chyba určenia priečnej zložky balistického vetra

Veľkosť pravdepodobných chýb meteorologickej prípravy závisí na chybách určenia pozdĺžnej a priečnej zložky balistického vetra na pasívnom úseku dráhy (PUD), teploty vzduchu a prízemného tlaku vzduchu. Tieto chyby sú tvorené chybami použitých prístrojov, chybami spracovania výsledkov merania, chybami metódy a chybami vyplývajúce zo zastarania a z miesta merania.

Pravdepodobná chyba balistickej prípravy v diaľke , je určená vzorcom:

[22]

Pričom:

tabuľková oprava diaľky pre zmenu počiatočnej rýchlosti dela

tabuľková oprava diaľky pre zmenu teploty náplne

pravdepodobná chyba určenia celkovej zmeny počiatočnej rýchlosti

pravdepodobná chyba určenia odchýlky teploty náplne

Hodnoty pravdepodobnej chyby balistickej prípravy závisia od chyby určenia odchýlky teploty náplne, chyby metódy a od chyby, spôsobenej nevylúčením všetkých balistických charakteristík strely.

Pravdepodobná chyba technickej prípravy je daná vzťahmi:

[23]

[24]

Pričom:

tabuľková hodnota jedného dielca v metroch

pravdepodobná uhlová chyba rektifikácie zameriavača v zvislej rovine

pravdepodobná uhlová chyba rektifikácie zameriavača vo vodorovnej rovine

Pri technickej príprave delostreleckých zbraňových systémov sa vykonáva rektifikácia zameriavača, určenie a započítanie opravy pre nesúhlas elevačných uhlov a opravy pre vychýlenie zámernej (citácia str. 88)

Pravdepodobné chyby tabuliek streľby v diaľke a v smere sú dané vzťahmi :

[25]

[26]

Pričom:

Z tabuľková hodnota derivácie v dielcoch

Tabuľky streľby sú základnou pomôckou na určovanie prvkov streľby. Hľadáme v nich všetky tabuľkové koeficienty. Chyby tabuliek streľby sú závislé na metóde a podmienkach tabuliek streľby.

Pravdepodobné chyby použitej metódy na prípravu prvkov v diaľke a v smere vyplývajú zo vzťahov:

[27]

[28]

Pričom:

pravdepodobná chyba grafických prác na prístroji riadenia paľby (PUO) v diaľke a v smere

Veľkosť pravdepodobných chýb použitej metódy sú ovplyvnené chybami spôsobenými zaokrúhľovaním, chybami grafických prác pri použití PUO a chybami spôsobenými používaním grafikonu vypočítaných opráv.

## Topograficko-geodetické pripojenie

Topograficko-geodetická príprava je zameraná na určovanie polohy a orientácie vlastných jednotiek. Topograficko-geodetické pripojenie zahrňuje:

* Určenie rovinných pravouhlých súradníc a nadmorských výšok pozorovateľní, stanovíšť, prostriedkov delostreleckého prieskumu, stanovíšť radiolokátorov, meteorologických stanovíšť a palebných stanovíšť riadiacich diel
* Určenie smerníkov orientačných smerov k orientácii diel a prístrojov. (cit. Voj.pred str.104)

Pripojenie sa vykonáva pomocou leteckých snímok, fotoplánov alebo ortofotomapy v mierke 1:25 000 až 1:50 000 so zakreslenou súradnicovou sieťou.

Podľa množstva času, situácie a charakteru poznáme :

1. Topografické pripojenie podľa mapy – uskutočňujú ho vlastnými silami a prostriedkami prieskumné a palebné jednotky, určenie polohy sa vykonáva pomocou

* Prístrojov od vyznačených bodov mapy (leteckej snímky)
* Pomocou topografického pripojovača tzn. navigačného zariadenia

1. Geodetické pripojenie – vykonávajú ho topograficko-geodetické jednotky, ktorí určujú súradnice pripojovaných bodov a smerníky orientačných smerov. Na určovanie smerníkov sa môže použiť gyroskopická alebo astronomická orientácia.

V prípadoch, keď nie je možno uskutočniť topografické a ani geodetické pripojenie, určujú sa pravouhlé súradnice a výšky bodov v miestnej súradnicovej sieti.

Overenie správnosti topograficko-geodetického pripojenia pozostáva z opakovaného určenia pripovanách bodov, ich výšok a smerníkov orientačných smerov. Pri každom meraní je potrebné zmeniť vychodiskové údaje, prístroje alebo spôsob pripojenia,

Na určenie presnosti zakreslenia polohy význačných bodov a vrstevníc na mape (Tabuľka 1) a presnosť topograficko-geodetického pripojenia (Tabuľka 2) a sa používajú stredné (kruhové) chyby.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Druh a mierky máp | Stredná chyba | |
| Polohy význačného  bodu(m) | Výšky vrstevníc v rovinatom a pahorkovitom teréne (uhol svahu do 6°) (m) |
| Topografické mapy: | | |
| 1:25 000 | 15 | 2 |
| 1:50 000 | 30 | 4 |
| 1:100 000 | 50 | 6 |
| Mapa geodetických a geofyzikálnych údajov 1:50 000, resp. Katalóg súradníc geodetických bodov (KSGB) | 20 | 4 |

Tabuľka 1: Presnosť zakreslenia polohy význačných bodov a vrstevníc na mape

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Por.č. | Určovanie hodnoty spôsoby práce | Stredné chyby | Poznámka |
| 1. | Určovanie súradníc | | |
| a)pri geodetickom pripojení  1.pomocou teodolitu  2.pomocou buzoly | 3-5m  8-10m |  |
| b)Pri topografickom pripojení pomocou topografického pripojovača (pochodová os 3km) alebo pomocou prístroja (polygónový ťah do 3km)  1.pri použití mapy geodetických a  geofyzikálnych údajov v  mierke 1:50 000  2.pri použití mapy (letecké snímky) 1:50 000  3. pri použití mapy v mierke 1:100 000 | 15m  25m  40m |  |
| 2. | Určenie nadmorskej výšky | | |
| a)pomocou prístrojov | 5m |  |
| b)podľa mapy v rovinatom a kopcovitom teréne | 5-10m |  |
|  | Určenie smerníkov orientačných smerov: | | |
| a)geodetickou orientáciou  1.pomocou teodolitu  2.pomocou buzoly PAB-2A | 0,15´V  0,003´V | n je počet meraných uhlov |
| b)gyroskopickou orientáciou  1. 1G9:  1.1 z troch bodov revízie  1.2 z dvoch bodov revízie  2. 1G11:  2.1 z troch bodov revízie  2.2 z dvoch bodov revízie  3. 1G5:  3.1 zo štyroch bodov revízie  3.2 z dvoch bodov revízie  4. 1G17 Stredná kvadratická chyba určenia astronomického azimutu | 20´´  40´´  0-00,2  0,00,3  1,0´  1,5´  do 30´´ |  |
| c)astronomickou orentáciou  1.pomocou teodolitu  2.pomocou buzoly PAB-2A | 1,0´  0-01 | dve pozorovania  dve pozorovania |
| d)pomocou magnetky buzoly v oblastiach bez magnetických anomálií a v okruhu do 10km od miesta určenia opravy buzoly | 0-04 |  |
| e)pomocou zotrvačníkového kompasu GAK topografického pripojovača (do 1h od okamžiku orientovania na východiskovom bode ) | 0-06 |  |
| f)orientácia podľa význačných bodov mapy (leteckej snímky ) |  | m je vzdialenosť na mape (cm) |

Na pripojenie prieskumných prostriedkov sa využívajú len metódy, ktoré majú presnosť topograficko-geodetického pripojenia a orientáciu so strednou chybou určenia súradníc do 30 m a stredná chyba pri  určení smerníka je do 1,5 dc.

Topograficko-geodetické pripojenie pozorovateľne a prvkou bojovej zstavy delostreleckého oddielu pozostáva z určenia súradníc a nadmorskej výšky stnovišťa pozorovacieho prístroja alebo palebného prostriedku a smerníkov orientačných smerov zo stanovišťa na jeden alebo dva vzdialené body. (cit. Del-6-3 str. 110).

Pri pripojení pozorovateľní združeného pozorovania určujeme ich súradnice a nadmorské výšky, smerníky základne (z pravej na ľavú) a dĺžky základne (vzdialenosť medzi pozoravateľňami združeného pozorovania). Pri zlej videľnoti medzi pozorovateľňami orientujeme smerník smeru z každého bodu na spoločný orientačný bod (bod pretínania).

Na topograficko-geodetické pripojenie možno použiť viacero prostriedkov:

* Systém zvukomerného prieskumu - určujeme okrem súradníc aj nadmosrskú výšku stnovišťa.
* Radiolokátor – určujeme súradnice, nadmorskú výšku a smerníky na jeden až dva orientačné body.
* Radiotechnický prieskum – určujeme súradnice a smerníky orientačných smerov.

Kontrola zamierenia pozorovacích prístrojov pomocou magnetky buzoly PAB-2A vykonávame takto:

* Buzola s a stabilizuje minimálne 50 m od prístroja a určí sa smerník smeru „buzola – prístroj“,
* zároveň prístroj zamieri do HS a zaistí sa na kotrolnú buzolu,
* čitanie na kontrolenj buzole sa pripočíta k smerníku smeru „buzola – prístroj“ výsledok je smerník HS do ktorého je prístroj zamierený. (cit. Del-6-3 str. 111)

Rozdiel medzi smerníkom, do ktorého je prístroj zamierený a zisteným smerníkom , nesmie byť väčší ako 0-05.

Poznáme 2 spôsoby topograficko-geodetického pripojenia prieskumných prostriedkov:

* Topografické pripojenie podľa mapy pomocou prístrojov
* Topografické pripojenie pomocou navigačného zariadenia

### Topografické pripojenie podľa mapy pomocou prístrojov

Na základe množstva vytýčených bodov a od terénnych podmienok sa pri určovaní súradníc pripojovaných bodov podľa mapy používať tieto spôsoby pripojenia:

1. polárny,
2. pretínania,
3. polygónový ťah.
4. Polárny spôsob

Tento spôsob je základnou, najpresnejšou a najrýchlejšou metódou určovania topografického pripojenia pozorovateľní a palebných postavení. Využíva sa vtedy ak poznáme súradnice jedného význačného bodu (napríklad trigonometer, kostol), z ktorého vidíme na pripojovaný bod. Zo zámerného bodu (A) odmeriame smerník (αAP) na pripojovaný bod (P) a pozorovaciu diaľku (d) medzi zámerným bodom a pripojovaným bodom s požadovanou presnosťou. Prostredníctvom riešenia prvej hlavnej geodetickej úlohy určíme súradnice bodu P.

Pri práce v teréne postupujeme dvoma spôsobmi ,a to takto:

1. Na východiskovom (súradnicovom známom) bode (A) sa delostrelecká buzola orientuje do severu kilometrového a zmeria sa smerník (αAP), výškový (polohový) uhol (εAP) a laserovým diaľkomerom (alebo pomocou výtyčky) sa zmeria pozorovacia diaľka (dAP) na pripojovaný bod. Súradnice pripojovaného bodu sa vynesú graficky na mape pomocou delostreleckého uhlomera AK-3 alebo výpočtom.
2. Na pripojovanom (súradnicovo neznámom) bode (P) sa delostrelecké buzola orientuje do severu kilometrového a zmeria sa smerník (εAP) a laserovým diaľkomerom (alebo pomocou výtyčky) sa zmeria pozorovacia diaľka (dAP) na súradnicovo známy bod. Zmeraný smerník (αAP) zmeníme o 30-00 a pri prevýšení (ΔhAP) zmeníme znamienko. Súradnice pripojovaného bodu sa vynesú graficky na mape pomocou delostreleckého uhlomera AK-3 alebo výpočtom. (citácia str. 113)
3. Pretínanie

Pretínanie je využívané najčastejšie v otvorenom a polozakrytom teréne. Nevýhodou nie je ani členitosť terénu, ak pripojovaná bod sa nachádza na vyvýšenom mieste. Ak sa pripojovaný bod nenachádza na vyvýšenom mieste, určia sa súradnice pomocného bodu. Pomocný bod sa volí tak, aby bolo možné určiť súradnice pripojovaného bodu polárnym spôsobom alebo polygónový ťahom. Uhly pretínania by mali byť v rozmedzí 5-00 až 25-00, ak to dovoľuje rozloženie východiskových bodov. Používajú sa dva spôsoby pretínania a to vred a späť.

Pretínanie späť sa využíva, ak sa nedá použiť pripojenie polárnym spôsobom a sú vhodné význačné body. Veľkou prednosťou použitia tohto spôsobu je jednoduchosť, požadovaná prednosť a rýchlosť. Uhly medzi smermi na východiskové body mali byť väčšie ako 5-00. Poznáme 3 metódy používané pri pretínaní späť:

* z obrátených smerníkov – používa sa vtedy, ak je možné zmeranie smerníkov z pripojovaného bodu na tri význačné body grafickým spôsobom a dva body početným spôsobom. Súradnice pripojovaného bodu zistíme vynesením zmenených smerníkov o 30-00 z uvedených význačných bodov mapy.
* zo zmeraných uhlov – používa sa vtedy, ak nie je možné orientovať buzolu do severu kilometrového. Určíme 3 až 4 , čo najvzdialenejšie význačné body a  následne zmeriame uhly medzi pripojovanými bodmi (α, β). Prostredníctvom priesvitky resp. oleáty graficky zistíme polohu.
* zo zmeraných pozorovaných diaľok – používa sa vtedy, ak je možné s požadovanou presnosťou určiť pozorovacie diaľky zo stanovišťa pripojovaného bodu na 3 význačné body v teréne grafickým spôsobom a 2 body polárnym spôsobom. Vyhodnocujeme ho graficky vo veľkej mierke mapy, tak že zakreslíme význačné body s polomermi zodpovedajúcimi dĺžkam v mierke mapy. Poloha je určená priesečníkom troch oblúčikov kružníc s polomerom pozorovacích diaľok alebo stredom trojuholníka chýb(najdlhšia strana trojuholníka nesmie byť dlhšia ako 3mm).

Postup pri pretínaní späť z obrátených smerníkov:

1. Na pripojovanom bode stabilizujeme delostreleckú buzolu a nasledovne orientujeme ju do severu kilometrového.
2. Postupne zmeriame smerníky na jednotlivé význačné body (1,2,3).
3. Zmeníme odmerané smerníky o 30-00 a prostredníctvom uhlomeru sa zakreslia z význačných bodov do mapy.
4. Priesečníkom troch smerov alebo stred trojuholníka chýb (najdlhšia strana nesmie byť dlhšia ako 3mm) predstavuje polohu pripojovaného bodu.

Postup pri pretínaní späť zo zmeraných uhlov:

1. Vyznačíme pripojovaný bod (A) na stred oleáty a z neho zakreslíme smer na prvý význačný bod 1.
2. Od vyznačeného smeru zakreslíme ďalšie smery prostredníctvom zmeraných uhlov (α, β).
3. Jednotlivé smery označíme písmenami.
4. Oleátu priložíme na mapu a pootáčame mapu tak aby sa preložili smery zakreslené na oleáte prislúchajúcimi bodmi na mape.
5. Po premietnutí všetkých zakreslených smerov bodov na mape, prenesieme bod „A“ z oleáty na mapu.

Pri pretínaní vpred sa polohu pripojovaného bodu určujeme zmeraním uhlov na dvoch východiskových bodoch. V teréne sa zameriavame na 2 východiskové body A a B s uhlami α1 a β1, ak je určený aj tretí východiskový bod N tak je určený na kontrolu. Na bodoch B a N zmeriame uhly α2 a β2, len ak to umožňuje viditeľnosť medzi príslušnými dvojicami bodov a pripojovaným bodom.

Ak nie je medzi bodmi vzájomná viditeľnosť a ak je z bodov A a B (prípadne N) vidieť aspoň na jeden geodetický bod D, použije sa pretínanie vpred od spoločného orientačného bodu. V teréne sa meria na dva východiskové body A a B s uhlami ω1 a ω2. Ak je k dispozícií tretí východiskový bod N, použije sa na kontrolu uhol ω3. Pomocou známych smerníkov z bodov A, B, C a D zmerených uhlov ω1, ω2 a ω3 sa využívajú uhly pretínania α1, β1, α2 a, β2  pomocou vzorca 29 : (cit. Str .117)

[29]

Ak nie je medzi bodmi vzájomná viditeľnosť a pritom zo všetkých bodov A, B (prípadne N) nie je vidieť spoločný bod, môže sa použiť pretínanie vpred od spoločného orientačného bodu. Podmienkou v tomto prípade je, že z každého bodu A, B a N je visieť na ďalšie bodu D, E a F. V teréne sa merajú uhly ω1 a ω2 (prípadne ω3) a prejde sa podobne ako v predchádzajúcom prípade na uhly pretínania alebo smerníky. (cit. Str. 117)

Postup pri pretínaní vpred neorientovanými prístrojmi:

1. Zastaničíme a horizontujeme delostreleckú buzolu PAB-2A na východiskových bodoch A a B.
2. Poznáme súradnice A a B.
3. Medzi bodmi A a B je vzájomná viditeľnosť.
4. Z východiskového bodu A zmeriame uhol α na bod, ktorého chceme súradnice zistiť.
5. Z východiskového bodu B zmeriame uhol β na bod, ktorého chceme súradnice zistiť.
6. Zmerané uhly α a β nesmú byť menšie ako 5-00.
7. Uhol pretínania φ má byť väčší ako 2-50.
8. Medzi bodmi A a B musí byť neustále spojenie.
9. Výpočtom vypočítame súradnice pripojovaného bodu C (podľa formulára).
10. Polygónový ťah

Používa sa vtedy, ak z význačného bodu , ktorého súradnice poznáme, nie je vidieť na pripojovaný bod a nie je možné použiť iný spôsob pripojenia. Základom je postupné určovanie súradníc pomocných bodov (tzv. vrcholových ťahov) polárnym spôsobom. Závislosti od spôsobu vykonania poznáme tieto druhy polygónových ťahov:

1. Preložený medzi dvoma význačnými bodmi – začína sa a končí sa súradnicovo známych bodoch. Jeden z vrcholov je pripojovaný bod.
2. Uzatvorený polygónový ťah – začína sa a končí na rovnakom súradnicovom známom bode. Po dosiahnutí pripojovaného bodu sa pokračuje v meraní späť v opačnej postupnosti až na východiskový bod.
3. Voľný polygónový ťah – začína sa na súradnicovo známom bode a končí na pripojovacom bode. Pri tomto spôsobe polygónový ťah môže myť najviac 3 vrcholy.

Pri práci v teréne postupujeme takto :

1. Na východiskovom bode (A) sa delostrelecká buzola orientuje na sever kilometrového a zmeria sa smerník (α1) a pozorovacia diaľka (d1) na pomocný vrchol (1), ktorý sa vytýči výtyčkou,
2. Následne sa buzola premiestni na vrchol 1 a orientuje sa do severu kilometrového tak, že sa smerník (α1) zmení sa o 30-00, nastaví sa na čiernej stupnici buzoly a zameria sa na výtyčku umiestnenú na východiskovom bode A,
3. Orientovanou buzolou sa zaistí na ďalší vrchol (2) a opäť sa zmeria smerník (α2) a pozorovacia diaľka (d2).

### Topografické pripojenie pomocou navigačného zariadenia

Pravouhlé súradnice a smerníky osi vozidla je možné priebežne zistiť vo vozidle navigačným zariadením, ktoré pracuje samostatne alebo v prepojení s počítačom (v rámci vybavenia), vrátane prijímača globálne navigačného satelitného systému GPS (GNSS) alebo s topografickým pripojovačom.

Presnosť navigačného zariadenia závisí od týchto podmienok:

* Prístroje a navigačné zariadenie musia byť presne nastavené a pripravené na prácu na základe technickej dokumentácie k prístrojom.
* S prístrojmi a navigačnými zariadeniami manipulovať len vycvičené obsluhy a zároveň musia dodržiavať všetky technické a bezpečnostné opatrenia stanovené na prevádzku.

Určovanie súradníc pozorovateľne navigačným zariadením ja zahrnuté v týchto krokoch:

* prípravné práce,
* určenie pravouhlých súradníc,
* určenie smerníkov orientačných smerov.

Ku prípravným prácam zaraďujeme:

1. voľby osi presunu, východiskového bodu (VB), kontrolných bodov (KB),
2. príprava mapy,
3. príprava navigačného zariadenia na meranie vo východiskovom bode.

Súradnice východiskového bodu a kontrolných bodov možno zistiť z katalógov geodetických bodov, z GNSS alebo z mapy geodetických údajov, prípadne sa vypočítajú z mapy. Súradnice východiskových bodov okrem spomínaných spôsobov možno určiť aj s využitím laserového diaľkomeru, a to polárnym spôsobom alebo pretínaním späť zo zmeraných pozorovacích diaľok. Východiskový a koncový bod, či aj kontrolné body by mali umožňovať orientáciu na orientačný bod.

Odporúčania:

* Os presunu sa volí čo najkrajšia.
* Ako kontrolné body sa na osi presunu volia význačné body mapy (križovatky, mosty a pod.).
* Súradnice týchto bodov a smerníky z nich na orientačné body sa vypočítajú vopred. (cit. Str. 120)
  + 1. Spôsob určovania smerníkov orientačných bodov

„Presnosť merania smerníkov závisí od veľkosti chyby orientácie prístroja, od správneho určenia a zraniteľnosti zámerného bodu a od druhu použitého prístroja. Ak je prístroj orientovaný do severu kilometrového alebo hlavného smeru, potom veľkosť chyby orientácie prístroja závisí od použitého spôsobu orientácie.“ (Salaganič a kol., 2012, s. 120)

Existuje niekoľko spôsobov určovania smerníkov orientačných smerov:

* geodetickou orientáciou,
* gyroskopickou orientáciou,
* astronomickou orientáciou,
* magnetickou orientáciou,
* Podľa význačných bodov mapy (leteckej snímky). (Salaganič a kol., 2012)

Smerníky môžeme zistiť aj prenosom orientácie od smerov so známym smerníkom, a to smerovým ťahom alebo súčasným zamierením na nebeské teleso.

Geodetická orientácia – východiskové smerníky na orientačné body zistíme výpisom z katalógu súradníc geodetickej siete alebo výpočtom druhej hlavnej geodetickej úlohy zo súradníc bodov geodetickej siete.

Gyroskopickou orientáciou – určujeme presný azimut orientačného smeru (A) alebo osi vozidla. Toto určenie azimutu alebo osi vozidla je nezávislé od počasia, ročnej a dennej doby, polohy a nadmorskej výšky prístroja.

Astronomická orientácie – prostredníctvom azimutálneho podstavca ANB-1 k delostreleckej buzole PAB-2A prieskumné delostrelecké jednotky zistia smerníky orientačných bodov smerov. Smerník počas dňa zistíme pomocou hodinového uhla Slnka a v noci zistíme smerník meraním na Polárku.

Magnetická orientácia – je menej presná ako geodetická, astronomická a gyroskopická orientácia. Slúži ako jednoduchý a rýchly spôsob na určovanie smerníkov orientačných smerov. Nepresnosť vyplýva z toho , že poloha magnetického severu sa mení v čase a priestore. Tieto zmeny určujeme ako miestne, ročné a denné zmeny deklinácie. Presnosť tejto orientácie závisí od zmeny deklinácie a ako sa dajú vylúčiť tieto zmeny. Táto orientácia sa využíva len v miestach bez magnetických anomálií.

Podľa význačných bodov mapy na zistenie smerníka postupujeme takto, že zvolíme na mape a v teréne 2 význačné body medzi, ktorými je vzájomná viditeľnosť. Minimálna vzdialenosť medzi týmito význačnými bodmi je minimálne 10cm. Vyčítame súradnice oboch význačných bodov. Riešením druhej geodetickej úlohy vypočítame smerník z východzeho bodu na význačný bod. Namierime delostreleckú buzolu na význačný bod vypočítaným smerníkom. (Salaganič a kol., 2012)

Prenos orientácie smerovým ťahom spočíva v prenesení známeho smerníka orientačného smeru do priestoru záujmovej činnosti. Smerový ťah začína sa na súradnicovo známom bode, z ktorého je vidieť na ďalší súradnicovo známy bod pre smerové pripojenie. (Salaganič a kol., 2012, s.124)

Prenos smerníka pomocou nebeského telesa vychádzame z toho, že z rôznych bodov zeme na nebeské telesa sú smery rovnobežné. Vďaka tomu, smerníky zistené z rôznych bodov (dané body sú od sebe vzdialené do 10km) sú rovnaké. Slnko sa zaisťuje na pravý okraj a mesiac na vypuklejšiu stranu mesiaca.

* + 1. Meranie vzdialenosti

Na zistenie vzdialenosti pri topograficko-geodetickom pripojení používame:

* meracie pásmo (šnúra),
* teodolitom alebo dvojmetrovou (Balla) latou,
* delostreleckou buzolou a diaľkomernou latou,
* pretínanie pomocou krátkej základne,
* koincidenčnými diaľkomermi,
* laserovým diaľkomerom,
* radiolokátorom.

Meracie pásmo – meranie vykonávajú dvaja merači. Je to pás (oceľový invarový alebo platový) so stupnicou, ktorý je dlhý 50m a skrútený do kotúča.

Meracia šnúra – je to pomôcka zhotovená zvyčajne prostriedkami prieskumnej jednotky. Je to silný povraz dĺžky 50m, ktorý je po 1m značený značkami.

Delostreleckou buzolou pomocou diaľkomernej laty – na meranie vzdialenosti od 50 – 400m. Najpresnejšie meranie je do 200m. Vzdialenosť odčítame na horizontálnej alebo vertikálnej stupnici v zornom poli ďalekohľadu buzoly.

Meranie vzdialenosti pretínaním pomocou krátkej základne – sa spravidla používa pri pripojení pozorovateľní pri združenom pozorovaní.

Laserovým diaľkomerom – používa sa na bezdotykové meranie vzdialenosti. Meranie vykonáva len vycvičený diaľkomerač, pričom musí dodržiavať všetky bezpečnostné opatrenia. Vzdialenosť je vypočítaná pomocou rýchlosti šírenia vyžarovaného elektrického vlnenia k cieľu a späť ,a času za aký sa vráti. Vzdialenosť je polovica súčinu rýchlosti a času.

Teodolit a dvojmetrová lata – používa sa na meranie vzdialenosti od 50m do 250m tak, že dvojmetrovú latu umiestnime do tohto rozmedzia kolmo na teodolit. „Zmeria sa uhol medzi ľavým okrajom laty, stredom a pravým okrajom a stredom laty v dvoch polohách teodolitu dvakrát a riešením pravouhlého trojuholníka sa vypočíta vzdialenosť lata – teodolit. Táto vzdialenosť sa použije na meranie a výpočet vzdialenosti na orientačné body.“ (Salaganič, 2012, s.129)

# Spôsoby topograficko-geodetického pripojenia

Ako sme už spomínali poznáme niekoľko spôsobov topograficko-geodetického pripojenia. V tejto podkapitole si bližšie charakterizujeme pár spôsobov, ku ktorým v 4.kapitole vypočítame jednotlivé charakteristiky a určíme vplyv presnosti jednotlivých spôsobov na úplnú prípravu. Medzi základné spôsoby topograficko-geodetického pripojenia patria:

* Pripojenie pomocou mapy a prístrojov,
* Pripojenie pomocou buzoly,
* Pripojenie pomocou navigačného systému MAPS
* Pripojenie pomocou navigačného systému TALIN
  + 1. Pripojenie pomocou mapy a prístrojov

Mapa je pomôcka, ktorá je využívaná všetkými druhmi vojsk. Na mape sa zobrazuje zjednodušený zemský povrch alebo časť z neho. Každá mapa je vytvorená v určitej mierke. Mierka je pomer, v ktorom je mapa vytvorená. Predstavuje pomer zmenšenia zemského povrchu, ktorý je mape zobrazený. Zmenšenie má vplyv aj na presnosť určovania polohy. Čím je mierka mapy väčšia, tým sa zmenšuje presnosť určovania polohy. Presnosť mapy (leteckej snímky) v mierke 1:50 000 je 25m a presnosť mapy v mierke 1:100 000 je 40m.

* + 1. Pripojenie pomocou buzoly

Delostrelecká buzola PAB-2A je najpoužívanejším prístrojom u delostreleckej jednotky. Je používaná k meraniu magnetických azimutov, vodorovných a zvislých uhlov v teréne tiež k meraniu diaľok pomocou 2m laty. Pomocou buzoly sa riešia úlohy na pozorovateľni, v palebnom postavení ale aj pri topografických prácach pri pripojovaní bojovej zostavy. Delostrelecká buzola PAB-2A má presnosť pri geodetickom pripojení 8-10m.

* + 1. Pripojenie pomocou navigačného systému MAPS

Navigačný systém MAPS môžeme použiť na vyhľadávanie, preskúmanie a hľadanie trás, určovanie vlastnej polohy, meranie vzdialeností. Pri topograficko-geodetickom pripojení nás z týchto možností použitia najviac bude zaujímať určovanie polohy a meranie vzdialenosti. Navigačný systém MAPS určuje našu aktuálnu polohu a meranie vzdialeností na základe:

* GPS – tento systém používa na určenie našej polohy satelity a dokáže určiť polohy s presnosťou približne 20m. Na nepresnosť určovania polohy ma vplyv aj aktuálna poloha, napr. ak sa nachádzame v nejakej budove alebo podzemí, zvýši sa nepresnosť určovania aktuálnej polohy.
* Wi-Fi – na určovanie polohy používa polohu okolitých sietí Wi-Fi.
* Vysielacia veže mobilnej siete – pri tomto spôsobe určovania polohy sa používa pripojenie k mobilnej sieti. Tento zdroj poskytuje presnosť s možnou odchýlkou až niekoľko tisíc metrov.

Celková vzdialenosť sa zobrazuje v míľach (mi) ale aj v kilometroch (km).

* + 1. Pripojenie pomocou navigačného systému TALIN

Technológia spoločnosti TALIN poskytuje riešenia snímania pohybu pre delostrelectvo, systémy riadenia požiarnej ochrany, protivzdušnej obrany a vysoko presných radarových systémov. Poskytuje presnú navigáciu pre niekoľko ťažkých a stredných bojových vozidiel vo viac ako 20 krajinách. TALINTM 500 poskytuje spoľahlivú a presnú navigáciu. Presnosť horizontálneho a vertikálneho určovania polohy je 10m pri dobrej viditeľnosti satelitov. Čas určenia presnej polohy je do 10 minút.