

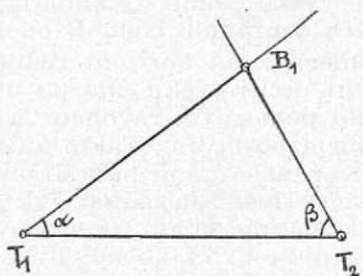
Poručík Karel Morav:

Balonové rayonování.

Novým prostředkem k zjišťování polohy (souřadnic x, y, z) nepřátelské baterie je použití rayonování z balonu. Není to vlastně nový způsob zaměřování, byl již znám a použili ho Němci za světové války; v naší armádě byl však zaveden až v roce 1929. Jeho zavedením stává se balon velice platným a užitečným prostředkem zpravodajským, a může často jediný pro dalekonosné dělostřelectvo něco učinit. Způsob zaměřování je skoro tak neznám, jako užitek plynoucí z pozorování z balonu, a proto chci jeho vysvětlením poukázat na platnost dobrých služeb pro dělostřelectvo.

Princip. Principem balonového rayonování je určení směru z koše balonu od nějakého výškově známého bodu (odměrný bod) na palici nepřátelské dělo a změření délky tohoto rayonu podle zvuku.

Pozemní práce. Protože balon vlivem větru neustále mění svou polohu v prostoru, nutno znát souřadnice balonu (pozorovatele v koši) v okamžiku, kdy pozorovatel změřil ručním teodolitem úhel mezi odměrným bodem a střelejší baterií (řídícím dělem). Proto vyměříme blízko vzestupišť souřadnicově dva body (T_1, T_2), na něž postavíme teodolity. V okamžiku měření v koši změří měřiči u teodolitů horizontální úhly α a β . Vyhodnocení souřadnic balonu (vlastně jeho průmětu B_1 do roviny mapy) se děje na plánu velkého měřítká 1:1000 až 1:5000 (pro přesné zjištění souřadnic) graficky nebo výpočtem. Je to vlastně protínání vpřed. (Obr. 1.)



Obr. 1.

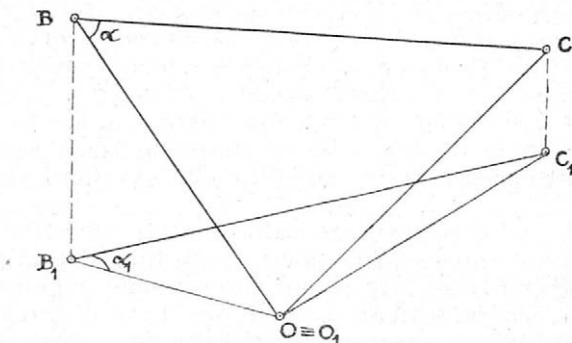
Práce pozorovatelů v koši.

K rayonování je potřebí dvou pozorovatelů. Jeden měří již uvedený úhel, druhý měří pomocí světla a zvuku délku rayonu. Stopkami změří čas, který uplyne od záblesku děla do doby, kdy zvuk dojde k balonu. Tím změřil prostorovou spojnicí BC (balon-cíl). (Obr. 2.)

Výšky bodů B, O, C nad rovinou mapy nechť jsou h_2, h_1, h_3 . Za výšku balonu h_2 berme výšku, změřenou výškoměrem v koši, při nulovém postavení dole na vzestupišti. Znalost výšky odměrného bodu h_1 předpokládáme a o výšce cíle později.

Prostorová vzdálenost $\overline{BC}$ byla změřena světlem a zvukem. Rychlost zvuku opravíme podle teploty a vlhkosti vzduchu, podle směru a síly větru a podle výšky balonu. Výškovou redukci převedeme prostorovou spojnicí $\overline{BC}$ na dálku B_1C_1 v rovině mapy.

Z obrázku je vidět, že první pozorovatel změřil prostorový úhel α , ležící v nakloněné rovině, určené body B, O, C. My však pro kreslení na plánu musíme znáti úhel α_1 , ležící v rovině mapy. Tento úhel je předmětem našich výpočtů.



Obr. 2.

B = balon (koš).
O = odměrný bod.

C = cíl (dělo, baterie).
B₁, O₁, C₁ = průměty do roviny mapy.

Abychom zjistili výšku bodu C, nanese na plánu měřítko 1:25.000 od vynesení souřadnic bodu B od směru BO naměřený úhel α a na tento směr již na horizont redukovanou délku B_1C_1 . Z plánu můžeme nyní určit výšku cíle po úvaze, zda v místech, která jsme nyní tímto pomocným rayonem a délkou zjistili, může stát baterie v palebném postavení. Takto zjištěná výška je ovšem nedokonalé vyhodnocení, neboť jsme nanесли prostorový úhel α místo správného úhlu α_1 , který dosud neznáme. Jak později ze vzorce pro úhel α_1 zjistíme, nedopouštíme se ani poměrně velkou výškovou chybou cíle velké chyby v úhlu α_1 . Výškovou chybu cíle můžeme omezit na minimum správnou volbou odměrného bodu (vzdálenosti $\overline{BO}$ a $\overline{BC}$ přibližně a co možná stejné, rovněž i absolutní výšky odměrného bodu a cíle).

V ý p o č e t ú h l u α_1 (Obr. 3):

Z prostorového trojúhelníka BOC píšme cosinovou větu:

$$S^2 = M^2 + N^2 - 2MN \cos \alpha; \dots (1)$$

Z rovinného trojúhelníka B₁O₁C₁:

$$s^2 = m^2 + n^2 - 2mn \cos \alpha_1; \dots (2)$$

Z vertikální roviny OO₁CC₁ v pravouhlém trojúhelníku:

$$s^2 = S^2 - (h_3 - h_1)^2; \dots (3)$$

Srovnáme rovnici 2 a 3, místo S² píšme pravou stranu rovnice (1) a strany M, N, vyjádřené z vertikálních trojúhelníků pomocí stran m, n a rozdílů výšek.

Bude tedy:

$$m^2 + n^2 - 2mn \cos \alpha_1 = m^2 + (h_2 - h_1)^2 + n^2 + (h_2 - h_3)^2 - (h_3 - h_1)^2 + \\ - 2 \cos \alpha \sqrt{[m^2 + (h_2 - h_1)^2] [n^2 + (h_2 - h_3)^2]}.$$

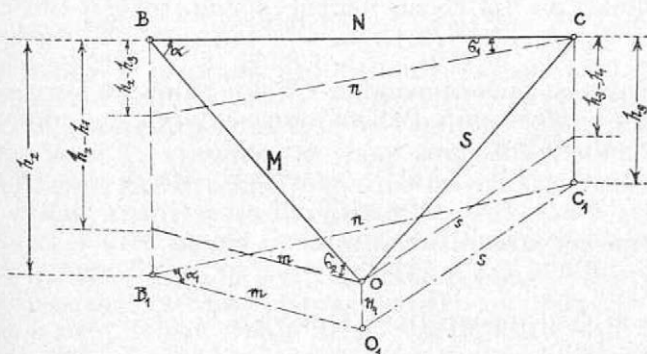
Rozvedme a upravme:

$$-2mn \cos \alpha_1 = h_2^2 - 2h_1 h_2 + h_1^2 + h_2^2 - 2h_2 h_3 + h_3^2 - h_3^2 + \\ + h_1 h_3 - h_1^2 - 2 \cos \alpha \sqrt{[m^2 + (h_2 - h_1)^2] [n^2 + (h_2 - h_3)^2]};$$

$$-2mn \cos \alpha_1 = 2h_2^2 - 2h_1 h_2 - 2h_2 h_3 + 2h_1 h_3 + \\ - 2 \cos \alpha \sqrt{[m^2 + (h_2 - h_1)^2] [n^2 + (h_2 - h_3)^2]};$$

$$-mn \cos \alpha_1 = h_2 (h_2 - h_1) - h_3 (h_2 - h_1) + \\ - \cos \alpha \sqrt{[m^2 + (h_2 - h_1)^2] [n^2 + (h_2 - h_3)^2]};$$

$$-mn \cos \alpha_1 = (h_2 - h_1) (h_2 - h_3) + \\ - \cos \alpha \sqrt{[m^2 + (h_2 - h_1)^2] [n^2 + (h_2 - h_3)^2]}.$$



Obr. 3.

Dělme celou rovnici — mn a podíly nahradíme tangentami:

$$\cos \alpha_1 = -\frac{h_2 - h_1}{m} \cdot \frac{h_2 - h_3}{n} + \cos \alpha \sqrt{\frac{m^2 + (h_2 - h_1)^2}{m^2} \cdot \frac{n^2 + (h_2 - h_3)^2}{n^2}};$$

$$\cos \alpha_1 = -\operatorname{tg} \sigma_1 \cdot \operatorname{tg} \sigma_2 + \cos \alpha \sqrt{[1 + \operatorname{tg}^2 \sigma_1] [1 + \operatorname{tg}^2 \sigma_2]};$$

$$\cos \alpha_1 = -\operatorname{tg} \sigma_1 \cdot \operatorname{tg} \sigma_2 + \cos \alpha \sqrt{1 + \operatorname{tg}^2 \sigma_1 + \operatorname{tg}^2 \sigma_2 + \operatorname{tg}^2 \sigma_1 \cdot \operatorname{tg}^2 \sigma_2}.$$

Úhly σ_1, σ_2 budou normálně menší než 45° , tedy jejich tangenty menší jednotky. Můžeme tedy pod odmocninou součin druhých mocnin tangent jakožto nepatrnou hodnotu zanedbat. Rozvedeme-li binomickou poučkou hodnotu pod odmocninou a zanedbáme-li znova součiny druhých mocnin tangent z těchže důvodů jako prve a píšeme-li pro zřetelnější psaní místo tangent přímo úhly samy, dostaneme výslednou formuli:

$$\cos \alpha_1 = \cos \alpha [1 + \frac{1}{2} (\sigma_1^2 + \sigma_2^2)] - \sigma_1 \sigma_2; \dots \dots (4).$$

Vyhodnocení. Vyhodnocení provádíme na plánu 1:25.000, na nějž jsme vynesli souřadnice bodů B a O. Od směru BO nanese-

me na příslušnou stranu vypočtený úhel α_1 a na rayon takto získaný nanese redukovanou délku B_1C_1 do bodu C_1 . Tím získáváme souřadnice nepřátelské baterie.

Přesnost metody. Pojednejme nyní o přesnosti balonového rayonování. Jediná větší chyba, která se může vlouditi do výpočtů, je špatně odhadnutá výška bodu C. Menší chyby pak vzniknou nedostí hustým dělením úhlového kruhu u ručního teodolitu (nejmenší dílek je 10 minut sexagesimálních, odhad možno provést na jednu minutu) a nepřesným určením výšky balonu výškoměrem (průměrná chyba 10 m). Dokažme si vliv těchto chyb na přesnost získaných souřadnic a berme ony chyby jejich maximální hodnotou.

Pro výpočet přesnosti diferencujme danou rovnici (4):

$$\cos \alpha_1 = \cos \alpha [1 + \frac{1}{2} (\operatorname{tg}^2 \sigma_1 + \operatorname{tg}^2 \sigma_2)] - \operatorname{tg} \sigma_1 \cdot \operatorname{tg} \sigma_2.$$

Provedme:

$$\begin{aligned} d \cos \alpha_1 = & -\sin \alpha d \alpha [1 + \frac{1}{2} (\operatorname{tg}^2 \sigma_1 + \operatorname{tg}^2 \sigma_2)] + \frac{1}{2} \cos \alpha \frac{2 \operatorname{tg} \sigma_1}{\cos^2 \sigma_1} d \sigma_1 + \\ & + \frac{1}{2} \cos \alpha \frac{2 \operatorname{tg} \sigma_2}{\cos^2 \sigma_2} d \sigma_2 - \frac{\operatorname{tg} \sigma_2}{\cos^2 \sigma_1} d \sigma_1 - \frac{\operatorname{tg} \sigma_1}{\cos^2 \sigma_2} d \sigma_2. \end{aligned}$$

Odměrný bod bude normálně v boku balonu a berme proto pro náš případ $\alpha = 90$ stupňů. Pak se nám některé členy anulují. Cosiny vyjádříme tangentou:

$$d \cos \alpha_1 = -d \alpha [1 + \frac{1}{2} (\operatorname{tg}^2 \sigma_1 + \operatorname{tg}^2 \sigma_2)] - \operatorname{tg} \sigma_2 (1 + \operatorname{tg}^2 \sigma_1) d \sigma_1 - \operatorname{tg} \sigma_1 (1 + \operatorname{tg}^2 \sigma_2) d \sigma_2.$$

Přejdeme na střední kvadratickou chybu:

$$m \alpha_1 = \sqrt{[1 + \frac{1}{2} (\operatorname{tg}^2 \sigma_1 + \operatorname{tg}^2 \sigma_2)]^2 m^2 \alpha + \operatorname{tg}^2 \sigma_2 (1 + \operatorname{tg}^2 \sigma_1)^2 m^2 \sigma_1 + \operatorname{tg}^2 \sigma_1 (1 + \operatorname{tg}^2 \sigma_2)^2 m^2 \sigma_2}.$$

Volme si tyto topografické poměry:

Dálka balon—cíl	7 km
dálka balon—odměrný bod	2 km
relativní převýšení balon—cíl	700 m
relativní převýšení balon—odm. bod	300 m
chyba v relat. převýš. balon—cíl	140 m
chyba v relat. převýš. balon—odm. bod	20 m
přesnost čtení teodolitu v úhlu	5 minut sex.

Pak bude:

$$\operatorname{tg} \sigma_1 = \frac{700}{7000} = 0.1, \quad \operatorname{tg} \sigma_2 = \frac{300}{2000} = 0.15;$$

$$m \sigma_1 = \frac{140}{7000} = 0.2, \quad m \sigma_2 = \frac{20}{2000} = 0.01;$$

$$m \alpha = 5'.$$

Dosaďme tyto hodnoty do vzorce střední kvadratickou chybou:

$$m \alpha_1 = [1 + \frac{1}{2} (0.1^2 + 0.15^2)]^2 \cdot 5^2 + 0.15^2 (1 + 0.1^2)^2 \cdot 0.02^2 + 0.1^2 (1 + 0.15^2)^2 \cdot 0.01^2;$$

$$m \alpha = \sqrt{25.4134} = 5.041' = 1.487 \text{ dílců}.$$

Tato chyba 1.487 dílců na vzdálenost cíle 7 km působí nám chybou v dálce balon—cíl 10.409 m zaokrouhleno 10 m. Tím je dokázáno.

že dopustíme-li se třeba i dosti značné chyby ve výšce cíle, dostáváme přes to souřadnice s dosti velkou přesností.

Balonová rota však nesetrvává na těchto souřadnicích, kontroluje je novým zaměřením z jiného vzestupišť a dodatečně je opravuje. Další kontrolu může provést letec, který letí udaným směrem, v určeném prostoru pátrá a pořídí několik snímků, jichž čtením nebo vyhodnocením můžeme baterii určit s přesností ještě větší.

Někdy pro hustou palbu nepřátelského neb i vlastního dělostřelectva není možno balonové rayonování uskutečnit, ježto nebude možno pozorovateli určit, který zvuk patří k měřenému záblesku. Nebude tedy možno určit dálku k cíli a tím ani výšku baterie. Pak zaznamenává jen směry a měřením z několika míst a z trojúhelníků chyb může pak usuzovati na palebná postavení. (Pak by bylo vhodné použití dvou balonů.) Podrobný průzkum provede pak letec.

Zavedením balonového rayonování dosáhl balon svého poslání. Jakožto zvýšená pozorovatelná nahlíží balon jednak do prostorů pozorovací rotě nepřístupných, jednak na dálku, na jakou tato rota působit nemůže.

Čas potřebný k přípravě pro balonové rayonování je otázkou hustoty známých bodů v okolí. Největší čas si vyžádá vyměření jednoho z bodů základny, řekněme T_1 (viz obr. 1). Při měření úhlů v kruhu na bodě T_1 vřadíme do visur současně visuru na T_2 , základnu T_1T_2 , změříme dvoumetrovoú invarovou latí, která doplňuje soupravu Wildova universálního teodolitu. Při volbě orientačního bodu zvolíme si arci známý (po případě již vyměřený bod), takže příprava k rayonování je otázkou nejvýše dvou hodin.

Velká stahovací rychlost připravovaného naviječe dovolí balonu přiblížit se k nepřátelské frontě až na vzdálenost 2 km. Při příznivém nočním počasí může se balonové rayonování provádět až do vzdálenosti asi 15 km. Může tedy balon obsáhnout všechny nepřátelské baterie v noci střelející.

Balonové rayonování za dne je obtížnější nežli v noci, a to pro možnost napadení nepřátelským letectvem nebo dělostřelectvem a pro možnou hustou oboustrannou dělostřeleckou činnost, která zne-
možní užití světla a zvuku a pro poměrně obtížnější zaměřování ručním teodolitem. Balon za dne přestane tedy více jen na pozorovací činnosti.

Jeho vzdálenost od fronty se ovšem zvětší podle okolností až na 5 km. Jeho ochranou se pak stává vlastní letecká převaha (místní), protiletadlová kulometná obrana, časté změny vzestupišť a velká stahovací rychlost.

Tímto způsobem se stává balon cenným prostředkem zpravodajským (nepřehlížeje ani k užítu snadno využitelných snímků) a velké finanční náklady na balon vynaložené se plně rentují.

