

PĚCHOTNÍ ROZHLEDY

ROČNÍK IV.

Redaktor: Podplukovník Bohumil Boček.

ČÍSLO 7.—8.

Major pěch. Jan Valníček:

Nepřímé zamíření kulometů.

A. Úvod.

Účelem tohoto pojednání je seznámiti důstojníky pěchoty s hlavním problémem nepřímé střelby z těžkých kulometů, se zamířením baterie těžkých kulometů. Nepřihlížím zde k taktické hodnotě nepřímé palby z těžkých kulometů, ač rozbor a hlavně ocenění této hodnoty se stanoviska kvantativního je velmi poučné a zajímavé a je vlastně základem pro další úvahy, kdy a jak nepřímé střelby užívat. O tom někdy jindy; v těchto státech se budeme zabývat problémem nepřímého zamíření výhradně se stanoviska zamíření.

Čtli jsme zde sice už několik pojednání o tomto předmětu, ale žádné z nich nepodávalo organický přehled metod zamíření, nebyla v nich probírána otázka superposice chyb při zamíření a při střelbě a nebyly v nich popsány moderní počítačí a úhломěrné pomůcky a zaměřovače. Proto myslím, že další stati, které v rámci možností vyčerpávají celé tema, přijdou vhod našim kulometníkům. Měl-li by pak některý z čtenářů zvláštní dotaz anebo přání, nechť se obrátí na redakci, rád na něm odpovím.

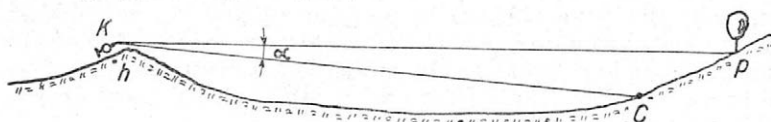
Při této příležitosti považuji za povinnost poděkovat panu pplk. J. Gebauerovi, přednostovi I/4. odděl. VTLÜ, hon. docentu pro vnější balistiku na Českém vysokém učení technickém v Praze za to, že tuto mou skromnou práci prohlédl a pomohl mně svou radou.

B. Způsoby zamíření.

(Za nepřímé zamíření bude považováno to, když střelec řídicího kulometu nevidí v prodloužené záměrné cíl ani při přípravě střelby, ani při jejím provádění.)

1. Zamíření s použitím pomocného cíle.

Nejjednodušeji můžeme zamířit nepřímo kulomet s pomocí dílcové stupnice, používající buď universálního měřítka nebo nitkového kříže dalekohledu neb i milimetrového měřítka, které držíme 50 cm od oka a na němž je pak $1\text{ mm} = 2\text{ dc}$.



Obr. 1.

Na obr. 1 máme kulomet K , který se nepozorován doplnil za hřbet h tak, že střelec může zamířit na pomocný bod-strom p , ale ne na cíl C . Stanoviště zbraně je voleno tak, že strom p je právě ve výstřelné rovině. Střelec odhadne tedy vzdálenost $K-C$, postaví příslušné hledí a zamíří na strom p . Pak čte na zubatce úhel E . Poté se zvedne tak, aby viděl, jak pomocný

cíl p , tak vlastní cíl C , a změří zorný úhel α a o hodnotu tohoto úhlu zmenší prve čtený úhel E . Dostane tak nový úhel E' , který nastaví na zubatce, a má zaměřeno na cíl. Přesvědčí se ještě (u kulometu š zamířením přes záchyť opěradla a výfuk) může-li přestřelovat temeno hřebtu h , a je-li tomu tak, může stříleti.

Není-li pomocný bod p právě ve výstřelné rovině, snadno si vypočítáme opravou odměru, při čemž stranový (odměrový) úhel: pomocný bod-cíl = β změříme dílcovým měřítkem a po zamíření na pomocný bod jej na stupnici kluzavky vyloučíme, t. j. zamíříme na pomocný bod, čteme odměr α_1 a pak otočíme na kluzavce kulomet tak, aby sánky ukazovaly o změřený stranový úhel β více nebo méně podle toho, na které straně je pomocný bod. Pak provedeme opravu náměru o úhel α a máme zaměřeno na cíl. Pomocný bod d je nám zde tedy současně odměrným bodem.

Příklad 1. Dálka střelby $D = 1500$, úhel $\alpha = 180$ dc, stranový úhel mezi pomocným bodem a cílem $\beta = 105$ dc, pomocný bod je vlevo. Postavíme hledí 15, zamíříme na pomocný bod a čteme na kluzavce na př. 308, na zubatce 370 dc.

Připočteme k úhlu čtenému na kluzavce úhel β tedy $308 + 105 = 413$, na něž postavíme sánky podstavce, a pak nastavíme zubatku na $370 - 180 = 190$ dc a máme zaměřeno na cíl.

Další popsání těchto způsobů s praktickými poznatky najde čtenář v říjnovém čísle Vojenských rozhledů, roč. 1931, od mjr. Dorschnera.

2. Zamíření vytyčením směru před baterií:

a) s obyčejnou libelou.

Máme-li obyčejnou libelu, můžeme udělit náměr pomocí ní. Věc je sice trochu složitější než výše uvedený způsob, ale za to nemusí býti kulometry umístěny hned za hřebenem, na němž by byly ohroženy, nýbrž mohou býti dále vzadu. Provádíme to takto:



Obr. 2.

Na překážce (skrytu) h zapícháme dva bodáky nebo koly 1, 2, tak aby jejich spojnice ukazovala na cíl. Tím máme vytyčenu výstřelnou rovinu a do ní postavíme kulomet K tak, aby jeho výstřelná rovina byla v koincidenci s vytyčenou rovinou. Z tabulek střelby najdeme záměrný úhel, příslušející k dálce $K-C$, a opravíme denní a zvláštní vlivy (vítr, teplota, tlak, vliv polohového úhlu po jeho zjištění viz dále), takže dostaneme opravený záměrný úhel ξ . Pak zjistíme polový úhel cíle vzhledem ke kulometu, a to buď z mapy nebo měřením z temene skrytu h . Poslední způsob provedeme tak, že změříme úhel τ_1 a τ_2 . Pak polohový úhel τ_c , který hledáme, bude:

$$\tau_c = \frac{hC \cdot \tau_1 - Kh \tau_2}{KC} \quad 1,$$

kde τ_1, τ_2, τ_c = úhly v dc, hC, Kh, KC = vzdálenosti v km.

Nemáme-li spolehlivého sitogoniometru (v odst. C budou popsány některé typy), můžeme k měření použít obyčejné libely na pravítku, již stanovíme úroveň oka v bodě h a vzhledem k ní pak měříme úhly třeba s nitkovým křížem dalekohledu. Jiné způsoby určení úrovně oka s nouzo-

vými pomůckami najde čtenář v mém článku: „Jak použít nitkového kříže kukátka a dílcové stupnice universálního měřítka ke kontrole odhadu vzdáleností a k jiným účelům“, v zářijovém čísle Vojenských rozhledů, roč. 1931 a v rubrice „Voj. praktik“ v letošním ročníku (1934) Voj. Výchovy, kde bude uveřejněn návod, jak určit úroveň oka pomocí zásobníku s náboji.

Tak vypočteme elevační úhel cíle

[illegible]

který musíme udělit hlavní kulometu. Elevování hlavně pak provedeme tak, že přiložíme obyčejnou libelu na chladič nebo na jiné místo na kulometu, o němž jsme se přesvědčili, že jeho podélný rozměr je rovnoběžný s osou hlavně, a libelu urovnáme, manipulující náměrovým řididlem. Pak čteme na zubatce úhel ε_0 . K němu připočteme podle rovnice 2 vypočtenou elevaci ε_c a na číslo takto vypočtené nastavíme stupnici zubatky. Tím jsme udělili hlavní elevaci ε_e .

Záleží-li nám na velmi přesné práci, připravíme si jednou provždy mosazný trn, který lze těsně zasunouti do ústí hlavně v délce asi 100 mm, při čemž asi 100 mm vyčnívá z hlavně. Tato vyčnívající část je opatřena plochou, na níž můžeme přikládati libelu. Tak máme zaručeno, že při urovnání libely je osa hlavně skutečně vodorovná. Tohoto způsobu užíváme též při stanovení t. zv. stálé chyby, na př. na kulometu budeme přikládati libelu vždy na určité místo chladiče nebo pouzdra závěru a chceme určit divergenci této plochy od osy hlavně, které říkáme stálá chyba. Urovnáme tedy libelu, položenou na uvedený trn, utáhneme stavěcí svéradlo a zamíříme přes miřidla na kolmou stěnu přesně 10 m od obrtlíku. Pak přemístíme libelu na vyhlédnuté místo na kulometu a znovu urovnáme. Nyní záměrná přes stejná miřidla ukazuje na př. o 2 cm výše. Je tedy základní chyba $+2\text{ dc}$, neboť na 10 m $1\text{ cm} = 1\text{ dc}$. S touto chybou pak vždy počítáme. Máme-li na př. nastavit $\varepsilon = 63\text{ dc}$, nastavíme jen 61 dc , neboť 2 dc je už základní elevace; libelu ovšem při tom přikládáme na vyhlédnuté místo na kulometu, pro něž jsme stanovili základní chybu.

Jinak si můžeme vypomoci nouzovými prostředky, které jsou popsány v rubrice „Voj. praktik“ ve Voj. výchově, roč. 1934.

b) S náměrovou libelou.

Máme-li speciální náměrovou libelu (na př. z kulometu Hotchkiss), máme práci velmi usnadněnu tím, že elevační úhel měříme přímo touto libelou. Doporučuji však najít základní chybu pro určité místo, na něž budeme na chladič libelu vždy přikládat, a s touto chybou vždy počítat.

Příklad 2.

$$h C = 1650 \text{ m}, \quad h K = 250 \text{ m}, \quad \tau_1 = -23 \text{ m}, \quad \tau_2 = +35 \text{ d c}, \quad W_x = -6 \text{ m/sec.},$$

$$W_y = 3 \text{ m/sec. (zleva)}, \quad t = +6^0, \quad H = 775 \text{ mm}.$$

Výpočet τ_c :

$$\tau_c = \frac{-1.65 \cdot 23 - 0.25 \cdot 35}{1.9} = -66 \text{ d c}$$

Výpočet náměru (podle tabulek střelby):

Dálka střelby	1900 m
oprava vlivem W_z 5'8.—6	35 m
„ „ změny teploty — 8.—4'9	40 m
„ „ změny tlaku 1'5.25	38 m
Opravená dálka střelby	2013 m

již přísluší záměrný úhel $\xi =$	82 dc
tento úhel se zmenšuje o doplňkovou opravu O_{τ_e} . . .	— 9 dc
konečný záměrný úhel	73 dc
připočteme polohový úhel	— 66 dc
takže budeme střílet s elevačním úhlem . . .	+ 7 dc.

Výpočet odměru (jeho opravy):

Derivace pro dálku 1900 = 7'9 dc, opravit otočením hlavně doleva,

vliv větru 2'1 . 3 = 6'3 dc, opravit otočením hlavně doleva,

Celková oprava odměru = 14'2 = 14 dc = 16 dílků na hledi,

o něž hledítko přemístíme doleva a zamíříme na záměrky.

3. Zamíření vytyčením směru za baterií.

Někdy má terén takový tvar, že z návrší za palebným stanovištěm je vidět na cíl, viz obr. 3. Pak si vytyčíme výstřelnou rovinu za tímto sta-

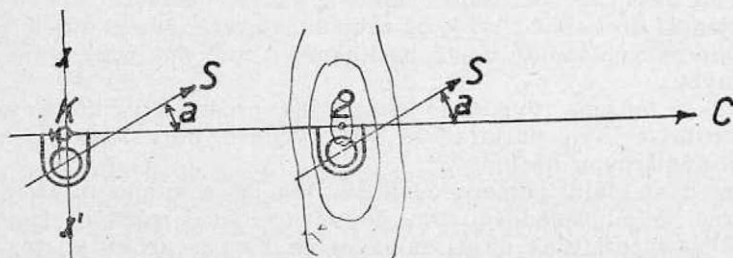


Obr. 3.

novištěm dvěma bodáky nebo kolíky 1, 2. Do této roviny pak umístíme i řídicí kulomet K. Pozorovatelnu volíme buď v místě p_1 nebo p_2 . Polohový úhel cíle vzhledem ke kulometu určíme jako v čl. 2 a elevační úhel pak nastavíme též podle způsobů popsaných v čl. 2 anebo 2b.

4. Zamíření vytyčením výstřelné roviny pomocí busoly.

Nemůžeme-li vytyčovatí směr záměrkami, můžeme použít busoly. Na krytu, v bodě 2 (viz obr. 4) najdeme azimut a spojnice kryt-cíl. S tímž



Obr. 4.

azimutem nastaveným na busole pak pohybujeme kolmo na výstřelnou rovinu v palebném stanovišti směrem xx' tak dlouho, až dosáhneme koincidence záměrné podél hrany busoly a bodu 2. Tím jsme vytyčili výstřelnou rovinu KC, kterou zajistíme kolíkem vraženým v místě K nebo přímo postavením řídicího kulometu do tohoto místa.

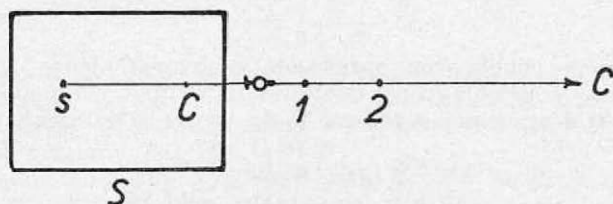
K provedení tohoto úkolu se ovšem hodí jen hodnotnější busoly, opatřené záměrnou hranou, na př. busola „Bézard“, „Valníček“ a j. Náměr udělíme některým ze způsobů 2a, 2b.

5. Zamíření pomocí plánu.

O tomto způsobu, kterého používají Francouzi, psal podrobně mjr. Dorschner v 3.—4. čísle Vojenských rozhledů, roč. 1931, takže čtenář

tam najde úplný návod. Zde jej stručně zopakuji, aby přehled všech způsobů nepřímého zamíření byl co možno úplný.

Způsob zaměření je ten, že na vhodném místě v terénu, které můžeme dobře zjistit na plánu, postavíme měřický stolek *S* (obr. 5), na němž je napjat plán. Stolek pečlivě orientujeme a označíme si na plánu vlastní stanoviště *s* co možná přesně.



Obr. 5.

Pak najdeme na plánu cíl *C*, spojíme bod *s* s bodem *C* a tento směr přeneseme průzorem (průhledítkovým pravítkem) do terénu, kde jej zajistíme zámkami 1, 2. Když pak místo zámků 1 postavíme kulomet a namíříme jej na záměrku 2, máme zaměřeno na cíl; elevaci udělíme hlavní některým ze způsobů popsaných v čl. 2a, 2b.

Jak vidíme, je zde základem pro zamíření plán s jeho nedostatky a umění najít v něm správně vlastní stanoviště a přesně přenést do terénu směr výstřelné roviny, který je též dán více nebo méně přesným nalezením cíle na plánu. Dálku a polohový úhel cíle zjišťujeme rovněž z plánu. Polohový úhel překážky (skrytu) můžeme změřit přímo z místa s, máme-li k tomu speciální pomůcku, na př. průzor s libelou (bude popsán v části C).

6. Jednotrojúhelníková úloha (odměrný bod pozorovatelná):

a) pomocí paralaxy (výpočtem).

Je-li d délka střelby D , v velká a vzdálenost: pozorovatelná — řídicí kulomet — Z malá, lze provést zamíření takto: Na pozorovatelně P změříme úhel γ , d délku pozorovací D , a základnu Z a pak vypočteme úhel α , který nazýváme paralaxou, ze vzorce:

[illegible]

kde a je v d c, D_n v km a Z v metrech.

Tento vzorec bude velmi dobře vyhovovat tam, kde se úhel γ blíží hodnotě pravého úhlu $= 1600$ dc. Kde tomu tak není, můžeme užít vzorce

[illegible]

Tento vzorec lze vyjádřit dobře nomogramem, který najdeme v Aplikované matematice pplk. Gebaura, II. díl příklad 329.

Jinak lze počítati též tak, že základnu Z zkrátíme podle této tabulky (je to vlastně hodně zkrácená tabulka sinusové funkce).

úhel γ je blízkvý: Z se zkracuje na:

100	nebo	3100 dc	1/10
500	„	2700 dc	5/10
800	„	2400 dc	7/10
1100	„	2100 dc	9/10

a takto zkrácenou základnu Z dosadíme do vzorce 3.

K výpočtu vzorcí 4, 5 a 6 je třeba tabulek goniometrických funkcí, čímž se výpočet komplikuje a stává pro polní potřebu kulometníka méně vhodným. Proto je třeba jej nějak zjednodušit anebo zmechanisovat. Jedno zjednodušení bylo už uvedeno, a to zkrácení základny Z . Jiného zjednodušení bychom dosáhli tím, kdybychom si sestavili tabulky nebo nomogramy:

[illegible]

Z těchto tabulek nebo nomogramů bychom pak prostě čtli příslušné hodnoty a dosazovali do vzorců 4, 5, 6. Kdo by chtěl tyto nomogramy konstruovat, najde spolehlivý návod v Aplikované matematice pplk. Gebaura II. díl, příklady 290, 291.

Pro dostatečně přesný výpočet v praxi by nám stačila i tato tabulka:

úhel γ ve stovkách d	$c:0$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	16	—	znaménko pro $\cos \gamma$
	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	16	+	
	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	48	+	
	64	63	62	61	60	59	58	57	56	55	54	53	52	51	50	48	—	
$\cos \gamma =$		1'0				0'9	0'8	0'7	0'6	0'5	0'4	0'3	0'2	0				
$\sin \gamma =$	0	0'1	0'2	0'3	0'4	0'5	0'6	0'7	0'8	0'9	1'0							

Na pravé straně tabulky čteme „znamenéko pro $\cos \gamma$ “; jeho význam bude uveden dále.

Příklad 4.

$$D_n = 2100 \text{ m}, \quad \gamma = 1400 \text{ d c}, \quad Z = 280 \text{ m};$$

vypočítá odměr β podle vzorců 5 a 7. Z tabulky si najdeme, že

$$\sin 1400^\circ \text{ dc} = 1, \quad \cos 1400^\circ = 0.2$$

a pak

$$\alpha = \frac{280.1}{2.1 - 0.2 \cdot 0.28} = \frac{280}{2.044} = 137 \text{ d c}$$

$$\beta = 3200 - (1400 + 137) = 1663 \text{ d c}$$

Přesně:

$$\frac{280.0'981}{2'1 - 0'195.0'28} = \frac{275}{2'046} = 135 \text{ d c}$$

$$\beta = 3200 - (1400 + 135) = 1665 \text{ d c.}$$

Podobný výpočet navrhuje belgický nadporučík de Witt v lednovém čísle Bulletin Belge, roč. 1931, při čemž jej ještě více zjednodušuje užitím nomogramů a vhodně jej doplňuje, na př. pro měření základny Z užívá tachymetrického způsobu pomocí dílcové stupnice dalekohledu. (Tento způsob bude dále popsán.)

My však můžeme provést jiné zjednodušení. Vypočteme si pomocné tabulky s jedním vchodem, z nichž by bylo zřejmé jednak, oč se zmenší délka D , pro každých 100 m základny Z při určitém úhlu γ (t. j. menšitel ve jmenovateli vzorce 5 pro základnu $Z = 100\text{ m}$, nazveme tuto funkci $f_1(\gamma)$), jednak, kolikrát se zmenší základna Z na Z' vlivem úhlu γ (čitatel zlomku ve vzorci 5 nazveme ji $f_2(\gamma)$) rovněž pro každých 100 m základny Z , takže se vyhneme hledání v tabulkách goniometrických funkcí a výpočet zjednodušíme na pouhé násobení, sčítání a dělení; vzorec 5 nám přejde do tvaru:

$$a = \frac{\frac{Z}{100} f_1(\gamma)}{D_\beta - \frac{Z}{100} f_2(\gamma)} \cdot \dots \cdot \quad 9.$$

Tohoto způsobu užívá v některých případech pěchotní střelecká škola a má sestaveny t. zv. „Tabulky pro výpočet paralaxy“.

Dosud jsme neuvažovali o případě, kdy úhel $\gamma > 1600$ dc. Pro tyto případy snadno dokážeme, že platí vzorec 3 i 4 beze změny a ve vzorci 5 a 6 ve jmenovateli se změni jen znaménko menšitele, takže dostaneme:

$$\alpha = \frac{Z \cdot \sin \gamma}{D_p + Z \cdot \cos \gamma} \quad \dots \dots \dots 5'$$

$$\alpha = \arctg \frac{Z \cdot \sin \gamma}{D_p + Z \cdot \cos \gamma} \quad \dots \dots \dots 6'.$$

Na tabulce pro dostatečně přesný výpočet, kterou jsme si uvedli výše, nám právě „znaménko pro $\cos \gamma$ “ udává, kdy máme součin $Z \cdot \cos \gamma$ připočísti a kdy odečísti.

Příklad 5.

$$D_p = 2300, \quad Z = 320, \quad \gamma = 2600 \text{ dc};$$

je třeba vypočísti odměr β vzorcem 5' s použitím tabulky v př. 4.

$$\alpha = \frac{320 \cdot 0'5}{2'3 + 0'8 \cdot 0'320} = \frac{160}{2'556} = 62 \text{ dc.} \quad \text{Odměr } \beta = 538 \text{ dc.}$$

Přesně:

$$\alpha = \frac{320 \cdot 0'556}{2'3 + 0'832 \cdot 0'32} = \frac{178}{2'576} = 69. \quad \text{Odměr } \beta = 531 \text{ dc.}$$

Tím bychom měli vypočten odměr. Co se týká náměru, můžeme v nejjednodušším případě, kdy γ se blíží 1600 dc, přijmouti, že pozorovací dálka $PC = \text{dálce střelby } KC$; jinak vidíme z obr. 6, že můžeme s malou chybou přijmouti, že

$$KC = D'_p = D_p - p = D_p - Z \cdot \cos \gamma \quad \dots \dots \dots 10.$$

Budeme-li tedy počítat odměr podle vzorců 5 nebo 6, vyjde nám automaticky i dálka střelby, třebaže ne přesná, jakožto jmenovatel zlomku. Chceme-li však počítati úplně přesně, můžeme tak učinit některým z těchto způsobů:

I. Na obr. 6 známe odvěsny pravoúhlého trojúhelníka $KP'C$:

$$Z' = Z \cdot \sin \gamma \quad \dots \dots \dots 11.$$

$$D'_p = D_p - Z \cdot \cos \gamma \quad \dots \dots \dots 12.$$

a úhly α , β' neboť úhel α jsme vypočtli některým ze vzorců 3, 4, 5, 6 a pak

$$\beta = 1600 - \alpha \quad \dots \dots \dots 13.$$

Pak tedy:

$$D_e = \frac{D'_p}{\cos \alpha} = \frac{Z'}{\sin \alpha} = \frac{Z'}{\cos \beta'} = \frac{D'_p}{\sin \beta'} \quad \dots \dots \dots 14.$$

Příklad 6.

Střelba podle příkladu 3, řešení V.

$$D_p = 1800, \quad \gamma = 500 \text{ dc}, \quad Z = 150 \text{ m}, \quad Z' = 70'6, \quad D'_p = 1669, \\ \alpha = 43 \text{ dc}, \quad \beta = 1557 \text{ dc.}$$

$$D_e = \frac{1669}{0'999} = \frac{70'6}{0'042} = 1680 \text{ m}$$

II. Můžeme se však docela dobře obejít bez goniometrických funkcí, užijeme-li v pravoúhlém trojúhelníku $KP'C$ Pythagorovy věty:

$$D_e = \sqrt{70'6^2 + 1669^2} = \sqrt{5000 + 2,780,000} = 1680 \text{ m} \quad \dots \dots \dots 15.$$

III. V obecném trojúhelníku KPC známe strany Z , D_p a úhly α , β , γ . Můžeme pak psáti sinovou větu:

$$\sin \gamma : \sin \alpha = D_e : Z$$

a odtud

$$D_c = \frac{Z \cdot \sin \gamma}{\sin a} \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad . \quad 16.$$

V čitateli tohoto vzorce použijeme s výhodou známého už čitatele ze vzorců 4 nebo 5 nebo 6. Pro rychlý výpočet podle vzorce 16 můžeme sestavit nomogram, jímž práci znamenitě urychlíme a usnadníme. Sestavení takového nomogramu najdeme v Aplikované matematice pplk. Gebaura, II. díl, příklad 309 a 315.

Vidíme též, že tento vzorec není nic jiného než vzorec 14, v němž vy-
počítáme D_c pomocí Z' (viz vzorec 11) a funkce úhlu α .

Příklad 8.

Jako příklad 6.

$$D_c = \frac{150 \cdot 0.471}{0.042} = 1680 \text{ m.}$$

Vypočtená délka cíle D_c je ale šikmá délka, neboť délky D_s a Z měříme obvykle dálkoměrem anebo tachymetricky. Proto bychom měli tuto šikmou délku převést na délku topografickou rovnicí:

[illegible]

V praxi to však zpravidla nečiníme jednak proto, že dálku D_p i Z neznáme skoro nikdy přesně (o chybách při měření dálkoměrem bude pojednáno dále), jednak proto, že polohový úhel τ_c je obvyčejně malý a $\cos$ inus malého úhlu je vlastně stále prakticky 1. Až teprve při úhlu $\tau_c = 300$ dc dosahuje hodnoty $\cos 300 \text{ dc} = 0,95$. Je tedy chyba takto vzniklá zcela nepatrná.

b) Řešení grafické.

Jednotrojúhelníkovou úlohu můžeme řešit velmi snadno graficky, čímž si ušetříme celý výpočet. Provedeme to takto: Na pozorovatelně postavíme měřický stolec s průzorem (viz obr. 7). Zamíříme průzorem na cíl a vedeme rayon I . Na něm označíme bod P a z něho, nehnouce stolem, vedeme rayon II na kulomet K . Na nakreslené rayony pak nanese v libovolném měřítku pozorovací vzdálenost D_p a základnu Z , čímž dostaneme bod C' a K' . Oba tyto body spojíme přímkou D'_e , kterou změříme zvoleným měřítkem, a dostaneme tak hledanou vzdálenost střelby D_e . Dále změříme úhloměrem úhel β = odměr kulometu a jsme s řešením hotovi. Zbývá určit polohový úhel cíle vzhledem ke kulometu; provedeme to tak, jak je popsáno v čl. 2.

Jestliže si místo kreslení rayonů zhotovíme trojúhelník KCP na př. z latěk opatřených stupnicemi a v bodech K, P úhloměry, výpočet jsme zmechanisovali. O takovém způsobu řešení pojednává část C.

5. Dvojtrojhelníková úloha.

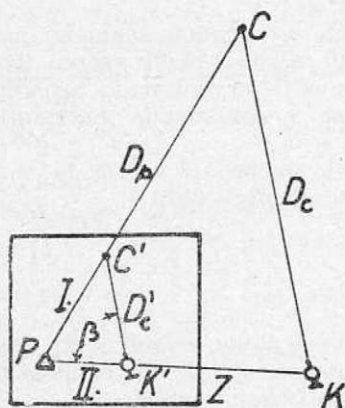
Dvojtrojúhelníkové úlohy se budou vyskytovat při nepřímé střelbě z kulometů zřídka kdy. Skoro vždy najde kulometník možnost, použít pozorovatelný jako odměrného bodu. Tam, kde by přece neviděl, z palebného stanoviště na pozorovatelnu, může nejrychleji zaměřit pomocí busoly nebo pomocí plánu, což trvá poněkud déle. Přes to si však popíšeme dva způsoby zamíření pomocí dvou trojúhelníků.

a) Odměrný bod vpředu (viz D-VII-1 čl. 134).

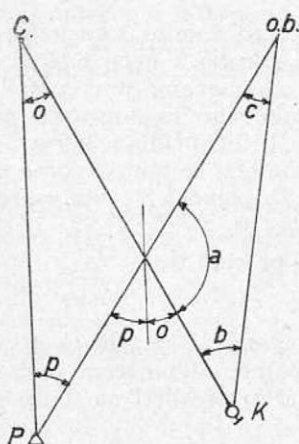
Pozorovatel P (obr. 8) vidí odměrný bod $o, b.$, který vidí i řidičí kulomet K , aniž však tento vidí pozorovatelnu P . Pozorovatel změří úhel p , vzdálenost $P-o, b.$, odhadne základnu KP a vypočte paralaxy c a o . Pak platí:

$$a = 180 - (p + o)$$

$$b = 180 - (a + c) = 180 - [180 - (p + o) + c] = p + o - c \quad . \quad . \quad 18.$$



Obr. 7.

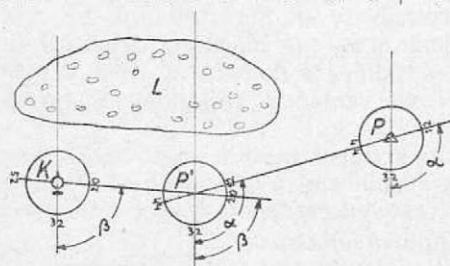


Obr. 8.

podobně, je-li odměrný bod vlevo (úhel o je i zde paralakční úhel u cíle a c u odměrného bodu) platí:

$$b = p + c - o \quad . \quad . \quad . \quad 19.$$

b) Právě popsáný způsob je málo přesný, poněvadž výpočet paralaxy je založen na problematicky zjištěných dálkách a na odhadu základny. Proto mnohem přesněji pracujeme s pomocným odměrným bodem, který volíme tak, že jej nejen vidíme z pozorovatelny a od řídicího kulometu, ale je nám i dostupný. Na př. za lesem L (obráz. 9) stojí kulomet K , který vidí na bod P' , z něhož je zase vidět na pozorovatelnu P . Pak změříme na pozorovatelně úhel α (na př. 1200 dc) a označíme bod P záměrkou. Poté se přemístíme do bodu P a zamíříme s úhlem $\alpha + 3200$ (t. j. 4400) na



Obr. 9.

záměrkou P . Směr 3200 — 6400 máme nyní rovnoběžný se směrem P -cíl. Pak otočíme visuru na kulomet K a čteme úhel β (na př. 2000). Na zaměřovací kulometu K pak nastavíme $\beta + 3200$ (tedy 5200) a zamíříme jeho optickou osou na bod P' . Hlaveň (směr 3200 — 6400) nám míří nyní rovnoběžně se směrem P -cíl. Zbývá vyloučiti paralakční úhel vypočtený z rozstupu KP a dálky k cíli, aby byl řídicí kulomet zaměřen na cíl. Při velkých vzdálenostech KP a $P'P$ nestačí výpočet paralaxy a celou úlohu rozdělíme na dva trojúhelníky: KCP' a $P'CP$, které řešíme postupně některou z popsaných metod.

6. Rovnoběžné postavení hlavní.

K úplnému zamíření baterie těžkých kulometů patří i rovnoběžné postavení hlavní jednotlivých kulometů vzhledem k řídicímu kulometu.

Nejobyčejnější způsob nastavení rovnoběžnosti je s použitím zaměřovače a je vlastně úplně shodný se způsobem řešení dvojtrojúhelníkové úlohy, popsáním v článku 5b. Jeho princip pochopíme okamžitě z obrázku 9, kde K buď řídicí kulomet, P' a P pak kulometry, o jejichž rovnoběžnost hlavní jde.

Jiné způsoby: pomocí hledítka a vytyčením popisuje podrobně škpt. Stein v článku „Střelba nepřímá“ v prosincovém čísle Vojenských rozhledů, roč. 1933.

7. Zamíření řídicího kulometu pomocí busoly.

Protože nelze busolu nasadit na kulomet, anebo na zaměřovač umístěný na kulometu, poněvadž by kovová hmota zbraně způsobila deviační úchylku magnetky, musíme při tomto způsobu zamíření umístit úhloměrný přístroj s busolou aspoň 20 m daleko od kulometu a vytyčiti výstřelnou rovinu, do níž pak kulomet postavíme. Je to vlastně tentýž úkol, jako je popsán v čl. 4 a znázorněn na obr. 4, jenže stanoviště kulometu je zde míněno ne v prodloužení pozorovacího směru, nýbrž kdekoli stranou. Příklad na obr. 4 by mohl být zvláštním případem tohoto způsobu zamíření.

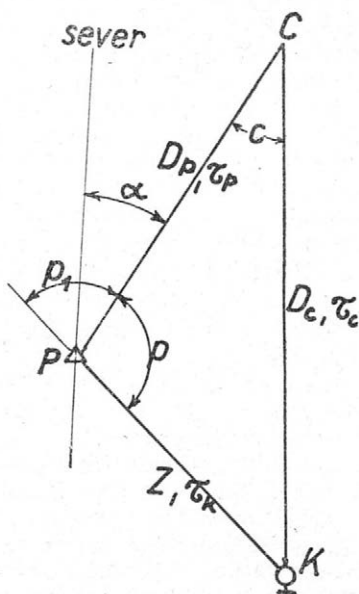
Zamíření provádíme obyčejně tak, že na pozorovatelně nebo podle mapy změříme azimut (úhel α na obr. 4). S tímž azimutem pak vytyčíme směr pro řídicí kulomet. Zamíříme-li pak řídicí kulomet vytyčeným směrem, je hlaveň rovnoběžná k původnímu směru pozorovatelná-cíl (azimutu). Po otočení o paralakerní úhel, který vypočteme z dálky střelby a z rozstupu kulometu od pozorovatelně, máme hlaveň zamířenou na cíl.

C. Pomůcky a přístroje.

Z toho, co jsme poznali při studiu jednotlivých způsobů nepřímého zamíření, mohli bychom už přibližně říci, jaké přístroje budeme potřebovat na pozorovatelně a u kulometu a jakým podmínkám mají tyto přístroje vyhovovat.

Nakreslíme si ještě jednu typické schéma nejčastější úlohy — jednotroj-úhelníkové (viz obr. 10) a podívejme se ještě jednou zblízka na to, co potřebujeme měřit na pozorovatelně a u kulometu.

Na pozorovatelně potřebujeme změřit předně pozorovací dálku D_p a základnu Z . Dále potřebujeme změřiti polohový úhel cíle τ_p a polohový úhel kulometu τ_k vzhledem k pozorovatelně, abychom z něho vypočtli polohový úhel cíle vzhledem ke kulometu, který budeme označovati τ_c . Abychom mohli řešit trojúhelník, musíme změřit stranový úhel p nebo p_1 . Nevidíme-li na řídicí kulomet, měříme azimut α pozorovací dálky. Z měřených hodnot vy-



Obr. 10.

c) Měření dálky dálkoměrem je metodou, v níž je nejvíce objektivita, a lze je provést z pozorovatelné velmi rychle. Přesnost měření je však též velmi proměnná. Všeobecně bývá uváděn pro výpočet chyby vzorec:

$$\bar{U} = \frac{f \cdot E^2}{z \cdot b \cdot 206000} \quad \dots \quad 21,$$

kde $\bar{U}$ = chyba v metrech,

f = koeficient rozlišovací schopnosti ve vteřinách,

E = délka měření,

b = délka base dálkoměru,

z = zvětšení.

Vzorec 21 je však odvozen čistě racionálně, a priori. Je to rovnice kvadratické paraboly, podle níž se zvětšuje chyba $\bar{U}$ se čtvercem vzdálenosti, t. j. na vzdálenost dvakrát větší je chyba čtyřikrát větší. Ve vzorci je velmi proměnnou veličinou koeficient rozlišovací schopnosti f . Za něj lze podle individuality měřiče dosadit $f = 10''$, ale je-li měřič unaven, i $f = 60''$, což znamená, že se chyba zvětšuje šestkrát. V hodnotě f jsou započteny jen chyby osobní, ale nikoli chyby přístrojů a chyby poměrů. Je jisté, že přístroj, jehož justace je porušena, bude měřit s mnohem větší chybou, a rovněž tak je jisté, že při koincidenčním invertním dálkoměru budeme měřit na roh pole s mnohem větší chybou, než na telegrafní tyč. (Podle pokusů se chyba zvětší až dvakrát.) Též je-li dálkoměr na prudkém slunci a ohřeje-li se velmi, může nastati vlime dilatace teplem možnost zvětšení chyb. Proto je jedině správné určit chybu pokusem a vyhodnotit počtem pravděpodobnosti a posteriori. Provedeme-li to, dostaneme velmi zajímavou tabulku:

dálkoměr monostatický, koincidenční, invertní, base $b = 70 \text{ cm}$, zvětšení $z = 11\times$

Dálka m	Chyba, vypočtená vzorcem 21 s $f = 30''$, která se obvykle udává jako nejmenší chyba, při čemž největší chyby mohou býti až $3\times$ větší	Pravděpodobná chyba totální, vyšetřená z úchylek přesnosti a správnosti daných pokusů, vyhodnocenými podle Gaussova zákonu chyb
500	1'6 m	10'5 m
1000	6'3 "	20'4 "
1500	14'2 "	37'5 "
2000	25'2 "	60'0 "
2500	39'4 "	84'0 "
3000	56'7 "	109'0 "

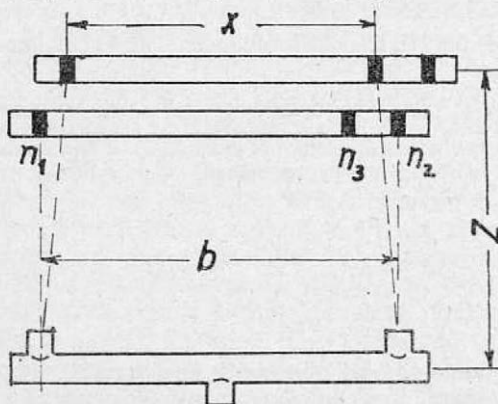
(Pravděpodobná úchylka přesnosti je úchylka, vypočtená z rozptylu měření, pravděpodobná úchylka správnosti je úchylka, vypočtená z rozdílů dálek skutečných od měřených. Obě úchylky se počítají v úchylku totální podle hypotenusového zákona.)

Z hořejší tabulky vidíme, že na př. pro dálku 2000 m máme pravděpodobnost 1:1, že chyba měření nebude větší než $\pm 60 \text{ m}$, a máme morální jistotu, že skutečná délka D bude v mezích 2000 ± 40 , tedy $1760 < D < 2240 \text{ m}$. Při zcela přesně rektifikovaném dálkoměru (rektifikace by musila být provedena na dálku 2000 m) může tato chyba klesnout na $\pm 135 \text{ m}$. Zároveň vidíme, jak velice se liší prakticky zjištěné úchylky od teoretických, které obvykle nacházíme v továrních cenících. Vidíme též, že dálkoměr je sice velmi dobrý přístroj k měření dálek, ale přesnost, s nímž pracuje, není nikterak obdivuhodná, a je tedy třeba střizlivě hledět na možnosti, které nám dává při přípravě střelby.

Koho zajímá podrobný rozbor superposice chyb, i důsledky, které vznikají sčítáním se pravděpodobných úchylek měření a rozptylu, najde podrobnosti v mé studii „Chyby při přípravě střelby pomocí dálkoměru“ v březnovém čísle Vojenských technických zpráv, kde je kreslena výsledná Gaussova křivka chyb i provedena její grafická integrace.

Často se vyskytuje otázka, jak měřit dálkoměrem dálky menší, než je rozsah jeho dálkové stupnice. V našem případě to bude hodně často při měření základny. U moderních dálkoměrů je na to pamatováno t. zv. zařízením pro *polostadimetrické měření*. Snadno tomu porozumíme z náčrtu (obr. čís. 11). Na rektifikační latí je kromě normálních značek n_1 , n_2 ještě třetí značka n_3 . Při postavení indexové značky v dálkoměru na nekonečno dosáhneme při správně rektifikovaném dálkoměru koincidence značek n_1 a n_3 . Sledující cestu světelných paprsků, vidíme, že tomuto případu odpovídá na obr. 11 rovnoběžník, jehož jednu stranu tvoří základna přístroje, dvě strany tvoří paprsky, vysílané z objektivu a čtvrtou stranu tvoří rektifikační lať — jakoby obrázek značek, koincidujících v nekonečnu.

Měříme-li určitou dálku, konvergují paprsky a protínají se na objektu, jehož dálku měříme. Dosáhli-li jsme koincidence značky n_3 se značkou n_1 , odpovídá to určité vzdálenosti fiktivního cíle, jemuž příslušné paprsky mají konvergenci x v dálce Z . Tak můžeme z postavení značky n_3 a dálkové stupnice dálkoměru určití dálky od 25 m. Na př. v dálkoměru Goerz je $x = 0,9 b$ a pak při dosažené koincidence značky n_1 a n_3 čtené číslo na dálkové stupnici dělíme prostě 10, abychom dostali dálku Z .



Obr. 11.

Jinak můžeme měřit základnu výhodně tachymetricky. Tohoto způsobu používal na př. rakouský kružník vz. 5; též v belgické armádě se ho užívá. Rakouský kružník pracoval s tachymetrickou základnou $z = 2$ m, t. j. s dvoumetrovou tyčí, jejíž zorný (dálkoměrný) úhel se měřil dílcovou stupnicí nitkového kříže. Na noze stativu pak byla dvojestupnice

$$Z = \cotg . a \dots \dots \dots 22,$$

takže bylo lze ihned přímo čísti velikost základny Z z úhlu a .

Pro přípravu nepřímé střelby z těžkých kulometů lze doporučit podobný postup, ale s tachymetrickou základnou větší, aspoň 10 m. Pro výpočet dálky potřebnou goniometrickou funkci v rovnici 22 pro dílcové

dělení kvadrantu lze dostati antilogaritmováním z logaritmicko-trigonometrických tabulek, vydaných *MNO*, takže metoda je přístupna i tomu, kdo neumí počítati logaritmicky. Blíže jsem popsal tento způsob měření dalek v článku „Ještě o výeviku v odhadování vzdáleností“, kde najde čtenář i dvojestupnici, z níž může čísti přímo dálku ke změřenému úhlu α .

Podle přesnosti úhloměrné pomůcky a podle spolehlivého vytyčení tachymetrické základny kolísá se zde pravděpodobná chyba od 0,3 do 3 m pro dálky kolem 100 m. Pro nitkový kříž polního kukátka můžeme přijmouti asi pravděpodobnou chybu $\epsilon_0 = 1,3$ m, t. j. máme morální jistotu, že základna (se skutečnou délkou = 100 m) bude v mezích $95,8 < Z < 104,2$ m. Na větší dálky se ovšem chyba zvětšuje.

II. Měření polohových a stranových úhlů.

a) měření polohových úhlů.

Poněvadž jde obvykle o větší dálky, zejména dálku pozorovací, je polohový úhel zpravidla malý a k jeho spolehlivému měření potřebujeme dostatečně přesného přístroje opatřeného optikou. U zbraní s plochou drahou střely záleží mnoho na správném měření polohového úhlu, protože tento úhel je součástí úhlu elevačního, s nímž střelíme, a dopustíme-li se při jeho měření i nevelké chyby, projeví se velkou změnou dostřelu. Proto u těchto přístrojů trváme na dostatečné citlivosti libely, která je podstatným činitelem při měření polohového úhlu a na dostatečně přesném měřicím zařízení přístroje.

Libely přístrojů vhodných k měření polohových úhlů pro přípravu střelby pracují obvykle s přesností asi 0,5 až 1 dc, t. j. posunutí bubliny o vzdálenost rysek vyrytých na skle (obvykle 2 mm) způsobí změnu o 0,5 až 1 dc. Čím je libela citlivější, tím je sice přesnější, ale nesnadněji se urovnává, a musí být proto volen kompromis mezi citlivostí libely, účelem měření a přesností přístrojů.

Měření provádíme buď po urovnání libely pomocí stupnice umístěné vně dalekohledu se stupnicí spojeného, při čemž pohyb optické osy je indikován na stupnici, nebo je libela pevně spojena s dalekohledem a pak po urovnání libely měříme stupnicí nitkového kříže. Zajímavé řešení tímto druhým způsobem najdeme u úhloměru říšsko-německé armády, jehož popis bude v dalších statích.

Polohový úhel cíle τ_p a řídicího kulometu τ_k měříme vzhledem k pozorovatelně; z nich pak vypočítáváme polohový úhel cíle vzhledem k řídicímu kulometu. Užijeme-li obvyklé terminologie, jak je uvedena na obr. 10, můžeme psáti:

$$\tau_c = \frac{D_c}{D_p \cdot \tau_p - Z \cdot \tau_k} \quad \dots \quad 23,$$

kde D_p , Z a D_c je km, τ_c , τ_p , τ_k v dílcích.

V dalším popise úhloměrných přístrojů si u každého popíšeme, jak se jím měří polohové úhly, neboť měření těchto úhlů zpravidla spojujeme s měřením úhlů stranových. Při té příležitosti si pak též uvedeme míru přesnosti měření ve formě pravděpodobné úchyly.

b) Měření stranových úhlů.

Stranové úhly můžeme měřit nejrozličnějšími pomůckami, počínaje palcem ruky až přepychovým teodolitem v ceně několika desítek tisíc Kč. Ovšem chyba měření bude nepřímou úměrnou ceně přístroje.

Víme, že náš výpočet trojúhelníka bude zatížen chybou, již jsme se dopustili v měření dalek vinou nedokonalosti měřicích metod a přístrojů.

Při měření stranových úhlů přistupuje chyba nová, t. j. chyba, s níž změříme stranový úhel a která se sčítá ještě s chybami, zaviněnými metodou výpočtu anebo jeho mechanisací. To však ještě není výsledná chyba, která se nám objeví v konečném efektu naší přípravy; je nutno připočísti ještě chybu zaměřovače, chyby zaviněné při střelbě příčnými perturba-cemi drah (vítr, derivece) a hlavně chybu šířkového rozptylu zbraně.

Bylo by jistě pošetilé žádati pro zbraň s velkým šířkovým rozptylem (na př. minomet) velmi přesné měřicí a zaměřovací přístroje. Kulomet je však zbraň poměrně přesná a tu se nám rozumně volený stupeň přesnosti dobře vyplatí. Vedlo by příliš daleko, kdybych chtěl zde provést podrobnou analýsu chyb na podkladě kvantitativní úvahy; učiním tak někdy jindy ve zvláštním článku. Zde se spokojme konstatováním, že budeme od našeho úhloměrného přístroje požadovat ekonomicky volenou přesnost, účelnost, pohotovost, trvanlivost, jednoduchost manipulace, rozumnou cenu, malou váhu a velkou skladnost.

Popíšeme si nyní zhruba pomůcky od jednoduchých k složitým, které by mohly sloužit k měření stranových úhlů. Při tom se hned zmíníme o možnostech měření polohových úhlů a azimutů (t. j. úhlů mezi magnetickým poledníkem a směrem střelby nebo pozorování).

1. Universální měřítko nebo i milimetrové měřítko je sice velmi jednoduchý, ale málo přesný přístroj k měření stranových úhlů. Tato přesnost je dána jednak vůbec přibližným způsobem měření tím, že měříme ne oblouk, nýbrž tětívu. Měřítka má rozsah 130 dc, t. j. $7^{\circ} 19'$, jejichž $\text{arcus} = 0,1277$. Děláme tedy základní chybu na každou délku měřítka 2,3 dc, která se násobí tolikrát, kolikrát jsme při větším úhlu než 130 dc „nastavili“ měřítko. Další chybu děláme při držení měřítka od oka, takže podle pokusů dostaneme na konec asi tyto pravděpodobné úchyly:

měření v rozsahu stupnice (asi 90 dc) z volné ruky $u_v = 7$ dc,

měření v rozsahu stupnice (asi 90 dc) s provázkem $u_v = 2$ dc,

měření s trojnásob. nastavením (asi 400 dc) z volné ruky $u_v = 21$ dc,

měření s trojnásob. nastavením (asi 400 dc) s provázkem $u_v = 11$ dc.

Budeme tedy užívat universálního měřítka výjimečně k měření malých úhlů (do 100 dc) a budeme měřit vždy s provázkem. K měření polohových úhlů se vůbec nehodí, protože nemáme možnost objektivního určení úrovně oka, kterou pak musíme odhadovat. Z nouze si lze vypočítati způsobem, který jsem popsal v článku: „Jak použití nitkového kříže kukátka a dílcové stupnice universálního měřítka ke kontrole odhadu vzdáleností a k jiným účelům“ v zářijovém čísle Vojenských rozhledů, roč. 1931.

2. Nitkový kříž polního kukátka je úhloměrnou pomůckou velmi přesnou, bohužel má malý rozsah, takže s ním obvykle nevystačíme a musíme „nastavovat“ stupnice. Máme-li dalekohled podepřen, je to věc snadná a chyba není velká. Tak byla pokusně zjištěna tato chyba při dalekohledu 6×30 , upevněném na stativu:

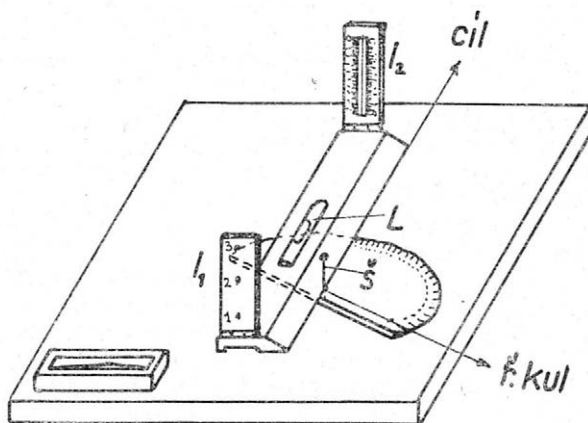
úhel v rozsahu stupnice (asi 90 dc) $u_v = 0,8$ dc,

úhel při trojnásobném nastavení (asi 340 dc) $u_v = 4,0$ dc.

Měření je poněkud zdlouhavé a při „nastavování“ stupnice je možnost hrubých chyb. Polohový úhel nemůžeme měřit z důvodů, které jsou uvedeny u universálního měřítka. Proto budeme používat tohoto způsobu jen

zřídka kdy při přípravě střelby, zato velmi často na př. při určování přestřelitelnosti vlastních vojsk.

3. Úhloměr s průhledítkovým pravítkem (průzorem) tvoří jakýsi prototyp úhloměrného přístroje, neboť máme na něm jednak limb, t. j. úhloměr, jednak alhidádu, t. j. hranu průzoru. Optická osa je zde definována dvěma lamelami l_1 a l_2 (viz obr. 12), na němž je schematicky nakreslen průzor, zavedený ve francouzské armádě. Tento průzor má též libelu L , která umožňuje měření polohových úhlů. doplníme-li kombinaci průzor-úhloměr-libela-stolek ještě magnetickou střílkou, můžeme měřit i azimuty a celá souprava pak tvoří úhloměrný přístroj v nejjednodušší alternativě.



Obr. 12.

Stranové úhly měříme buď tak, že si narýsujeme rayony k cíli a k řídicímu kulometu tužkou a pak prostě přiložením úhloměru změříme úhel, nebo tak, jak je nakresleno na obr. 12, kdy se obejdeme bez kreslení. Zde je však třeba upozornit na to, aby stupnice úhloměru přilehla vždy buď ke kresleným rayonům, anebo k hraně pravítka, abychom vyloučili paralakční chybu, vzniklou tloušťkou celuloidu a šikmým pohledem na stupnici. Do vrcholu měřeného úhlu, představujícího vlastní stanoviště, s výhodou zapichujeme špedlík $\bar{s}$ nebo „pikýrku“, okolo níž otáčíme hranu průzoru.

(Příště dále.)

Sigma:

Vojenská přísaha u nás a jinde.

(Srovnávací úvaha.)

Většině nás se zdá samozřejmým akt přísahy, akt slavnostního prohlášení před plukovním praporem a tváří v tvář velitelům, kteří zastupují v tomto významném okamžiku vládu a správu republiky zákony stanovenou. Tímto slavným slibem jsme vzali my sami a každoročně berou naši branci na sebe souhrn všech povinností řádného velitele nebo vykona-