

PĚCHOTNÍ ROZHLEDY

Redaktor: Podplukovník Bohumil Boček.

Major pěch. Jan Valníček:

Puška jakožto zbraň protiletadlová.*)

A. V poslední době je velmi často v odborných časopisech vedena diskuse o tom, jak se hodí puška ke střelbě na letadla. Jsou tím míněny zajisté letouny, nízko létající a napadající pozemní vojska.

Zkušenosti ze světové války, na něž se tak často rádi odvoláváme jakožto na nejvyšší autoritu, nám po té stránce nedávají jasnou odpověď na otázku, zda se puška hodí k postřelování letounu, čili nic. Je ovšem velmi těžké očekávat, že najdeme ve zpracovaných zkušenostech ze světové války přesné údaje o tom, kolik letounů a za jakých okolností bylo puškami sestřeleno. Mám při tom totiž na zřeteli vědecký rozbor všech podmínek, za nichž se tak stalo, a to nejen v jednom případě, který může býti dílem náhody, nýbrž v několika případech, soustavně sledovaných a analysovaných. Ve světové válce nebylo na to dosti času a nebylo ani dosti odborníků, kteří by přímo na místě mohli zachytit všechny údaje, potřebné k provedení analýsy. Sledujeme-li příslušnou literaturu, vidíme, že se takový soustavný rozbor neprováděl ani u mnohem důležitějších paleb pozemních, neboť jinak by se na př. v tak tradičním časopise, jako je *Revue d'Infanterie*, nevyskytovalo široké teoretické pojednání o účinku kulometných přehradných paleb s různými nesrovnalostmi. (Viz *Revue d'Infanterie* ročník 1933 a 1934, úvahy commandantů Paillého, Maffrea, lieut. col. Welverta a anonyma STR.) Prozrazuje to, že i zkušenostmi bohatá francouzská armáda musí nyní v míru racionálním postupem pracně získávat data o účinnosti přehradných paleb skoro tak, jako kdyby nebylo dlouhé světové války.

My všichni, kteří jsme prožili tuto válku, víme, že jsme si odnesli zkušenosti, že střelba z pušek proti letounům je vůbec bez účinku. Víme sice, že skoro všechny armády měly předpisy pro střelbu z pušek proti letadlům, ale víme zrovna tak dobře, že tyto směrnice a předpisy byly dělány narychlo a třebaš i bez zkoušek, nehledě ani k málo vhodným střelám, jako byla na př. rakouská střela vz. 93 s $V_0 = 620 \text{ m/sec.}$, a nehledě k nedokonalým tabulkám střelby, které byly počítány metodami přibližnými vzhledem k metodám dnešním, a to jen pro prvky v úrovni ústí. Proto se nelze divit, že účinky střelby nebyly zvláště příznivé. Každý z nás prožil jistě případy, kdy letoun byl puškami silně postřelován, ale bez účinku, a to aspoň bez účinku, který by se byl hned projevil. Připomínám si při tom obrázek na Ukrajině začátkem roku 1918. Jeden z našich legionářských pluků se nakládal na kteréśi ukrajinské stanici. Když byl v nejlepším, objevil se německý letoun a začal postřelovat nakládající se pluk. Tu všichni, kdo měli pušky, spustili rychlou palbu na letoun. Nebudu kalkulovat, kolik těch výstřelů mohlo být — jistě několik tisíc — ale výsledek byl ten, že Němec spokojeně odlétl. Rozumí se samo sebou, že není

*) Považuji za povinnost poděkovati pan pplk. tech. zbroj. Janu Gebaurovi, hon. docentu vnější balistiky na českém vysokém učení technickém v Praze za prohlédnutí této práce a za pokyny, které mně při tom dal.

možné zjistit, kolik střelců a s jakým lineárním nadběhem a hledím střílelo, ani jak byl letoun vysoko a jakou rychlostí letěl; proto není možná analýza a není možné učinit závěr, podložený argumenty kvantitativního smyslu. A tak je to, myslím, všude, i když to všude nedopadlo tak jako s oním německým letcem na Ukrajině, ač nevím, zda neodlétl proto, aby někde nutně přistál, poněvadž byl poškozen, tedy vlastně sestřelen. Připomeneme si tedy i jiné výsledky praktických střelb, které byly úspěšně provedeny ve světové válce:

31./6. 1917 anglická letka o 6 letounech postřelovala s malých výšek Němce, kteří se bránili palbou z pušek a z kulometů; všechny letouny musily nutně přistát za vlastními liniemi, poněvadž byly poškozeny palbou. Němci o tom ovšem nevěděli a jejich dojem byl, že střelba nebyla úspěšná.

Německá 37. letka útočila 23./3. 1918 s malých výšek na Angličany, kteří se bránili palbou z pušek a z kulometů a donutili 2 letouny k nutnému přistání za vlastními liniemi. Ani tu Angličané nevěděli o úspěchu svých ručních zbraní.

V březnu 1918 u Arrasu-Amiensu postřelovalo 44 letounů z kulometů pěchotu, a ta jich sestřelila puškami a kulomety 17. (Všechna data o výsledcích střelb čerpám z článku ital. pplk. Garrona v Rivista militare italiana, únor až duben 1933; nemluví však o tom, zda to byly letouny německé či francouzské.)

V Tripolsku při akcích italské armády od r. 1919 bylo sestřeleno několik italských letounů arabskými puškami, ač nikoho jistě nenapadne tvrdit, že se Arabové zabývají podobným studiem lineárních nadběhů a změn záměrného úhlu ve funkci úhlu polohového.

Čínanům — podle novinářských zpráv — se též podařilo palbou z pušek přinutit několik japonských letounů k přistání.

Ani v těchto vyjmenovaných příznivých případech nejsou uvedeny podrobnosti, které by mohly být podkladem k vědeckému vyhodnocení účinků protiletadlové střelby z pušek. Proto není divu, že se nyní, v míru, musí jít na věc znovu a to po racionálním odvození pravidel střelby provádět praktické zkoušky. A tu jsme právě u faktů, které, jsou-li pravdivé, hrozí vyvrátit naše zkušenosti ze světové války. Uvedu z nich pokusy, provedené v Americe a Polsku.

35. americký pěší pluk provedl pokusnou střelbu na balonky s tímto výsledkem:

	Počet balonků	Vystřeleno ran	Sestřeleno kusů	%	Počet ran k se- střelení balonku
Kulomety	216	12430	105	48,6	118
Pušky	132	1959	130	98,5	15

Pak střílel 12. pěší pluk na vlečný rukáv, při čemž měly zase pušky lepší výsledky než kulomety, a to pro malé výšky v poměru 33 : 18%, pro větší výšky v poměru 1,02 : 0,44%.

V dubnu 1931 provedla I. dělostřelecká brigáda americké armády srovnávací střelbu mezi kulomety a puškami na vlečný rukáv, pohybující se rychlostí 130 km/hod. až 150 km/hod. Střílela četa těžkých kulometů o 4 kulometech a pěší četa 12 střelců z automatických pušek Browning. Všichni střelci absolvovali výcvik podle amerického Cvičebního řádu za 38 hodin. Kulomety střílely 15krát na výšky 60 m až 350 m, při čemž byla vodorovná vzdálenost 75 m. Z 4331 ran bylo 130 zásahů. Automatické

pušky Browning střelily 14krát na stejný cíl za stejných podmínek; z 1810 ran měly 106 zásahů, tedy poměr 3 : 5,86 v prospěch pušek.

V Polsku provedli tento pokus: u dělostřelecké baterie vycvičili a vyzbrojili 7 mužů automatickými puškami Browning. Baterie pochodovala. Při leteckém poplachu (vlečný rukáv 130 km/hod.) střelci seskočili a běželi stranou, ostatní mužstvo se krylo. Každý ze střelců vystřelil při pokuse 80 až 90 ran, z nichž *třetina zasáhla cíl*.

Čísla tato, jsou-li pravdivá, mluví velmi přesvědčivě o tom, že puškou lze dosáhnout velmi dobrých výsledků, a nutí k hledání vysvětlení. Dříve, než se pokusíme tak učinit, bude na místě několik úvah o nízkých náletech letounů a o vlastnostech obrany proti nim.

B. Možnosti nízkých náletů a charakteristika obrany proti nim.

Dejme si nejprve zásadní otázku: Jak chce letectvo aktivně zasahovat do boje pozemních vojsk? Odpověď najdeme v knize gen. Simoviče: „Taktika letectva“, v níž píše na str. 73, v stati: Součinnost letectva s pozemními vojsky:

„Za boje ostatních druhů zbraní má letectvo povinnost v příhodných okamžicích, a když toho bojová situace vyžaduje, zasáhnout do boje za účelem součinnosti a podpory vlastních vojsk a způsobení ztrát nepříteli. Svým nenadálým objevením se a palebným účinkem, postřelováním nepřátelských jednotek kulomety a vrháním pum (malých a ručních) může nepříteli způsobit materiální ztráty a zejména naň působit značně i morálně. Letecké jednotky stíhací a bombardovací mohou společně katastrofálně působit na morálku nepřítele za příhodných okolností, hlavně proti nekrytým a seskupeným vojskům.

Útok letce na vojska v postaveních, zejména v krytech, nemá žádného výsledku; mimo to je spojen s velikými ztrátami pro letectvo.

Hlavním úkolem tohoto způsobu činnosti je, aby nepřátelská vojska byla v rozhodném okamžiku demoralisována.

Cíle k provedení takového leteckého útoku mohou být

za útoku — důležité body odporu, které je nutno napadnout současně za zteče pěchoty; dále jednotlivé baterie a kulometná hnízda, která svým mocným palebným účinkem ruší činnost vlastních vojsk;

v obraně — pěší proudy a baterie, které jsou seskupeny k útoku, jakož i k uzavření důležitých směrů (soutěsek, mostů a p.), které vedou na bojiště;

při pronásledování — nepřátelská ustupující vojska, zejména valné voje, a při průchodu soutěskami;

za ústupu — nepřátelské pronásledovací proudy, zejména jezdeckto, vpřed posunuté baterie, vojska, která jsou převážena na autech, nepřátelské komunikace a letiště;

v střetném boji — blízký tyl nepřítele: baterie, zálohy, automobilní kolony.

Tyto útoky mohou být prováděny samostatně, bez součinnosti ostatních druhů zbraní; na počátku války, v době koncentrací na železniční křižovatky, letiště, pochoduující proudy, zejména na jízdní vojska (jezdeckto a dělostřelectvo) v soutěskách.

Za války dosáhlo letectvo po této stránce značných úspěchů; letíc nízko, podporovalo svou palbou útok vlastní pěchoty. Z toho důvodu zavedli Angličané a Němci speciální druh letectva a zvláštní letouny.“

Dále píše na str. 94:

„Palebný účinek bitevních letounů proti jednotlivci nebo proti vojskům v zákopech nemá skoro žádného výsledku.

Zato však útok, provedený ve vhodném okamžiku proti nekrytým pozemním živým cílům, jako pochodovým proudům, shromaždištím vojsk a transportům, může mít veliký účinek a může vést k jich rozptýlení a k opožděnému vstoupení v boj, což může být často osudné vzhledem k průběhu boje. Tento způsob je výhodný zejména v kritických periodách, kdy lze nepřítele snadněji zjistit a nalézt.“

Na str. 57 píše konečně gen. Simovič:

„... útok kulometry na pozemní cíle pod 300 až 400 m.“

A sledujeme-li názory na tento způsob boje i v jiných armádách, můžeme se dočíst, že autoři doporučují provádět bojové nálety na pozemní cíle s výšek nejmenších. Na př. Rus Turčanskij píše v časopise „Těchnika vozdušnago flota“, roč. 1929, sešit 1: „Je třeba provádět nálet ve výši 5 m až 25 m, aby letec mohl využívat terénu tak, že jej obránce spatří v posledním okamžiku, na vzdálenost nějakých 500 m. Letec zasype cíl pumami při letu 100 m až 150 m dlouhém, otočí o 180° a při zpátečním letu působí kulometry.“

V témže časopise, roč. 1931, seš. 5—6 doporučuje Panin nálet co možná v malé výšce, neboť tím se umožní překvapení; nálet se ukončí pikováním. Při pikování z větších výšek je relativní úhlová rychlost letounu (vzhledem k cíli-obránce) rovna nule, takže postřel vzdušného cíle dává velmi dobré výsledky (není třeba odhadovat a udílet lineární nadběh).

V témže časopise, roč. 1931, sešit 7. znovu poukazuje Ljapčinskij na výhody náletu v malých výškách, kdy úhlová rychlost je veliká, což zneškodňuje zamerění ručních zbraní.

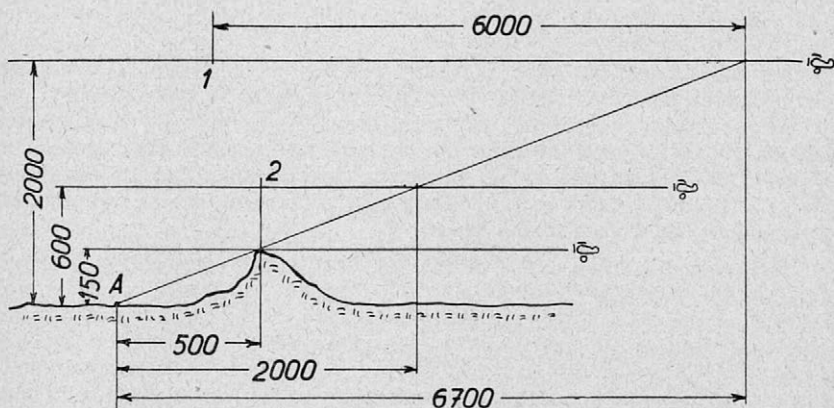
Mínění Rusů připisují zde značnou závažnost, neboť studiem jejich předpisů o střelbě lze se přesvědčit, že jí věnují mnoho pozornosti. Namátkou uvádím, že užívají na př. i u pěchoty pro daleké palby kulometů trojrozměrných terčů, což je jistě v úplné shodě s charakteristikou střelby s velkými úhly doletu, a že v svém předpise pro střelbu kulometů proti letadlům pamatují i na postřelování desantu, spouštějícího se pomocí padáků (viz nedávné pokusy americké, kdy bylo takto „vyloďeno“ celé dělo i s obsluhou).

Též autoři jiných armád píší souhlasně jako citovaní autoři ruští.

Připomeňme si dále, že nízký nálet bude působit na pozemní vojska silně morálně hukotem motoru a výbuchem pum, a hlavně, že letec bude mít velikou výhodu překvapení na své straně, při čemž mu značně pomůže i to, že směr nízko letícího letounu nelze rychle postřehnout, neboť oko ani ucho nestačí dojmy zpracovat tak rychle, jak je třeba. Světová válka nám dává mnoho příkladů ohromujícího účinku nízko letících letounů, a odkazují čtenáře na pojednání škpt. pěch. O. Botheho v lednovém čísle Leteckých rozhledů z r. 1932: „Vývoj kulometné obrany proti letadlům během světové války“, kde je těchto příkladů několik. Připomeňme si ještě, že v některých státech, na př. v Itálii, existují speciální školy pro výcvik nízko létajících posádek. Sem patří i připomínka, že ke konci světové války vydalo rakousko-uherské vrchní velitelství rozkaz, že nízko létající letouny, jichž bylo na italské frontě až přespráši, musí být postřelovány všemi palebnými prostředky, i z pistolí. Podnět k tomuto rozkazu byl podle

svědectví frontových důstojníků dán jen tím, že se pozemní vojska cítila úplně deprimována odvážlivostí nízko létajících letounů a že bylo třeba podniknout něco rozhodného, aby nabyla opět potřebné sebedůvěry. Konečně i náš Polní řád v čl. 161 připouští obranu pochodu jících vojsk výjimečně střelbou z pušek.

K lepší ilustraci zvláštnosti nízkých náletů proberme si jeden příklad (obr. 1):



Obr. 1.

V bodě A jsou vlastní vojska, ukrytá za výšinou o relativní výšce 150 m. Na ně nalétávají letci rychlostí 50 m/sec, t. j. 180 km/hod.

Případ a). Nepřátelský letec nalétává ve výši 2000 m. Vojsko A jej zahlédne už v dálce 6700 m a uplyne 134 vteřin, než bude letec v jejich zenitu. Vzhledem k velké výšce bude jej postřelovat dělostřelectvem. Potřebuje-li k přípravě střelby jen 2 minut, začne jej postřelovat až v bodě 1, dovoli-li mu to ovšem horní hluchý kužel.

Případ b). Letec nalétává ve výši 600 m a má být postřelován těžkými kulomety. Vojsko A jej zahlédne v dálce 2000 m, a bude-li připravovat střelbu jen půl minuty (poznání cíle, povel k palbě, zamíření), začne jej postřelovat v bodě 2, při čemž jim bude při přiletu k dispozici jen asi 350 m dráhy, t. j. 7 vteřin.

Případ c). Letec nalétává ve výši 150 m a má být postřelován kulomety. Vojsko A jej zahlédne v dálce 500 m, a bude-li příprava palby trvat jako v případě b), bude letec dávno pryč, aniž kulometry budou moci vystřelit.

Z tohoto příkladu vidíme, jak velký význam má doba přípravy, rychlost a výška letu. A to jsme předpokládali, že protiletadlová zbraň je v palběném postavení v úplné pohotovosti! Kdybychom počítali ještě s jejím postavením, nemohla by vůbec střílet ani v jediném případě!

K úspěšné obraně proti nízko létajícím cílům musíme tedy stůj co stůj zmenšit dobu přípravy ke střelbě. A tu puška, která je stále pohotově, může prokázat velmi cenné služby. V uvedeném příkladě jsme neuvažovali o možnosti sledovat cíl, letící velkou úhlovou rychlostí, jaká je na př. v případě c). Lehkost pušky mluví zde ovšem zase pro volbu této zbraně.

Kromě důvodů střeleckých mluví pro použití pušky i důvody psychologické. Představme si dnešní situaci: Pěšák, polní dělostřelec, jezdec, automobilista, vozká atd. má v ruce velmi výkonnou pušku a při tom se mu říká, že tato zbraň je proti letadlům téměř bez ceny. Oč stoupne sebevědomí těchto bojovníků, budou-li vědět, že i puškou se dá dosíci dobrých výsledků proti letadlům! Poukazují zde opět na zkušenosti rak.-uhér. velení, o nichž píše výše. A na místě ne posledním jsou zde i důvody hospodářské. Na př. k ochraně pochodových proudů proti nízko létajícím letounům bychom musili mít buďto veliké množství palebných jednotek kulometů, které by musily být stále pohotové, nebo by musily být na autech. Při tom nelze očekávat překvapující výsledky proti letounům v nejmenších výškách, poněvadž na př. takový čtyřkulomet na autu nebude jistě mít žádoucí úhlovou rychlost při zaimření. Je sice pravda, že kulometry, podle okolností kulometry velké ráže, budou moci působit zase proti cílům do výšek větších než puška (ač podle amerických instrukcí lze prý střílet puškou až na dálku 1800 m (!)), ale pro tyto případy by jich v kombinaci s puškami vystačil zase menší počet.

Proto mnoho států klade důraz na protiletadlovou střelbu z pušek. Je to především Amerika, jejíž Cvičební řád píše o střelbě z pušek proti letadlům až na dálku 1800 m, jak uvedeno už dříve. (Viz též Pešadisko-Artilleriski Glasnik 1934, str. 177 a 199.) Dále Anglie má v svém předpise Infantry Training, II. díl, hlava IV. zajímavé údaje o protiletadlové palbě z pušek: „... palba z pušek je účinná asi do 2000 stop (600 m), kulometná do 3000 stop.“ V Anglii je vojsku vštěpováno, že třeba se palba může zdát neúčinnou, neviditelné poškození může letadlo vyřadit z činnosti na značnou dobu. Za pohybu nebo při rozvinutí je podle IT. obvyklou zbraní protiletadlová puška. Předpis zdůrazňuje užít palby co největšího objemu, nejlépe, střílejí-li všechny pušky. Odkazují zde čtenáře na recenzi tohoto předpisu, uveřejněnou v Pěchotních rozhledech, roč. 1932, str. 1261.

Nesmíme však přehlédnout též nedostatky protiletadlové střelby z pušek. K tomu je třeba si uvědomit, pro kterou situaci by byla puška jako zbraň protiletadlová vhodná na rozdíl od kulometů. Střelba z pušek může být spuštěna téměř okamžitě, na povel, ale musí to být palba hromadná, „velkého objemu“, jak správně vystihuje anglický předpis, tedy aspoň jedné čety pěchoty. Proto se hodí užít v takových situacích, kde jsou jednotky pohromadě. Takové situace jsou zpravidla u pochoduujících jednotek nebo při nakládání, někdy i v obraně. Naproti tomu tam, kde jsou jednotky zcela rozvinuty, tedy hlavně v útoku, mluví všechno pro použití kulometů proti letadlům.

Nelze též přehlížet, že hromadná palba vyžaduje značné střelecké kázně a že výcvik ve střelbě proti letadlům není tak jednoduchý. Ohrožení vlastních vojsk dopadajícími střelami může být větší než u kulometu, kde lze snadno vyloučit střelbu s nepříznivými úhly výstřelu.

Ujasnivše si tedy výhody a nevýhody protiletadlové střelby z pušek, pokusíme se v teoretické úvaze analyzovat problém se stanoviska kvantitativního, t. j. co do pravděpodobnosti zásahu.

C. Pravděpodobnost zásahu.

Střílíme na letoun, letící v určité výši y rychlostí v m/sek., který je vzdálen na skutečnou (šikmou) dálku D , při čemž střela potřebuje k proletění dálky D času t . Abychom letoun zasáhli, musíme jednak mířit před

nej o vzdálenost lineárního nadběhu vt , jednak musíme použít hledí, příslušejícího dále D , a polohovému úhlu cíle

$$\tau = \arcsin \frac{y}{D} \dots \dots \dots 1$$

Počítejme zatím s tím, že hledí bude vždy postaveno tak, že bude odpovídat situaci cíle a že i jiné vlivy, perturbující dráhy střel, budou vyloučeny, takže střední zásah bude v prodloužení letu cíle. Dále budeme rozlišovat dva druhy střelb:

1. *střelbu doprovodnou* s konstantním lineárním nadběhem, který byl velen na př. určitým počtem délek trupu letounu,

2. *střelbu postupujícími palebnými přehradami*, při níž je letoun nucen prolétnout přehradnou palbou.

Abychom střelbu správně pochopili, znázorníme si celý děj graficky a budeme hledat jednotlivé pravděpodobnosti zásahu aplikací Gaussova zákona chyb.

1. Střelba doprovodná.

a) Z kulometu.

Počítejme s konkrétním případem, kdy $v=50$ m/sek., $y=300$ m a střela je podobná naší střele s balistickým koeficientem $C_0=30.10^{-4}$ s počáteční rychlostí $V_0=815$ m/sek. Pro tuto výšku letu $y=300$ m si vyhledáme z grafických tabulek střelby doby letu pro proměnnou dálku D . Dále si vypočteme hodnoty lineárních nadběhů pro různé dálky D , hodnoty proměnného polohového úhlu τ a najdeme si hodnoty tabulkového rozptylu, z něhož si vypočteme hodnoty šestinasobného výškového rozptylu ve formě $6 \text{ } \dot{u}_s$ a hodnoty $1,5 \text{ } \dot{u}_s$. Totéž, co se týče pravděpodobných úchylek, učiníme i pro pušku. Na tabulce 1 jsou všechny potřebné hodnoty uvedeny.

Tabulka 1.

	y	300	300	300	300	300	300	m
	D	300	400	500	600	700	800	m
	t	0,4	0,66	0,94	1,25	1,56	1,9	sek
	vt	20,0	33,0	47,0	62,5	78,0	95,0	m
	τ	90	48	37	30	28	22	stupňů
	$\sin \tau$	1,0	0,74	0,60	0,5	0,47	0,37	
pušky	kulom.	$6 \text{ } \dot{u}_v = 4 \text{ } \dot{u}'_v$	0,9	1,20	1,50	1,92	2,3	2,82 m
		$1,5 \text{ } \dot{u}_s = \dot{u}'_s$	0,16	0,23	0,30	0,34	0,42	0,50 m
		$4 \text{ } \dot{u}_s$	0,9	1,62	2,5	3,84	4,9	7,6 m
		$6 \text{ } \dot{u}_v = 4 \text{ } \dot{u}'_v$	0,75	1,05	1,38	1,71	2,12	2,55 m
		$1,5 \text{ } \dot{u}_s = \dot{u}'_s$	0,18	0,26	0,33	0,43	0,52	0,64 m
		$4 \text{ } \dot{u}_s$	0,75	1,42	2,5	3,42	4,50	6,9 m
		$\sqrt{n} \cdot 4 \dot{u}_s$	3,75	7,10	12,5	17,10	22,50	34,5 m

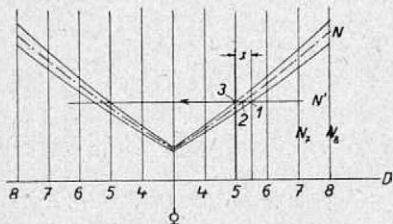
A nyní si nakresleme celou dispozici nadběhů taktů (obr. 2): Zvolme si souřadný systém, v němž na osu úseček budeme nanášet dálky cíle D a na osu pořadnic hodnoty lineárního nadběhu vt . Dostaneme řadu bodů, které spojíme křivkou N .

Počítejme dále s tím, že letoun poletí přes zenit palebného stanoviště (tedy let 6—12). Abychom si vyjádřili i prostor, ovládnutý obrazem rozptylu, nakresleme si pomocný obrázek 3. Na něm máme kreslenu dráhu cíle C ve výši y nad kulometem K . Při letu přes zenit kulometu bude letoun

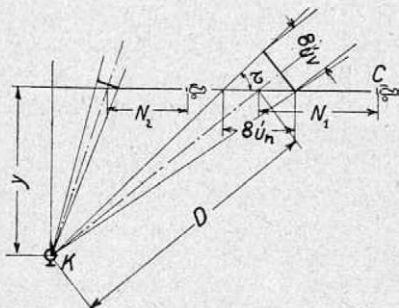
postřelován na př. v dálce D s lineárním nadběhem N_1 , při čemž bude výškový rozptyl $= 8 \text{ ú}$. Rozptyl skutečný, který bude protínat na své dráze letoun, bude:

$$8 \text{ ú}_n = \frac{8 \text{ ú}'_n}{\sin \tau} \dots \dots \dots 2.$$

V tabulce 1 máme tyto hodnoty vypočteny s předpokladem, že jsme přijali předpoklad, že rozptyl při střelbě proti letadlům je jeden a půlkrát tak veliký jako při střelbě pozemní. Tento předpoklad je nutný vzhledem k labilitě podstavce při střelbě z kulometů a vzhledem k nepřesnému zamíření při střelbě z pušek.



Obr. 2.



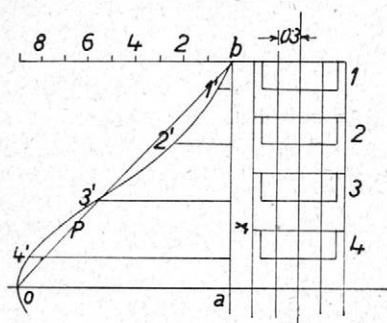
Obr. 3.

Tento skutečný rozptyl, který zmenšuje nebo zvětšuje lineární nadběh N , nanese si na křivku N tak, jak je na obr. 2. Dostali jsme tak jakýsi pruh, který nám znázorňuje rozptyl střel v různých dálkách cíle vzhledem k jeho dráze. Nazveme jej *o h r o ŷ e n ý p r u h*. Z obrázku vidíme, že kdybychom chtěli pronásledovat letoun doprovodnou palbou tak, aby se střední zásah vždy shodoval s posicí letounu, musili bychom pro každou dálku cíle udílet jiný lineární nadběh. Na př. pro zahájení střelby na $D = 800$ by byla hodnota lineárního nadběhu N_8 , pro dálku $D = 700$ by byla N_7 atd. To však není z praktických důvodů možné. Bude třeba spokojit se jedinou hodnotou lineárního nadběhu, na př. 5 délek trupu letounu. Tuto konstantní délku nadběhu vyjádříme v našem grafickém systému přímkou N' , kde oněch 5 délek letounu $= 50 \text{ m}$. Dejme tomu, že letoun přilétá ve směru šipky zprava. Pak v dálce $D = 800$ máme lineární nadběh příliš malý, liší se od správného nadběhu o hodnotu $N_8 - N'$, střely budou míjet dráhu cíle před ním. Teprve v bodě 1, t. j. v dálce $D = 548 \text{ m}$, počne vletat cíl do obrazce rozptylu kulometu; v bodě 2, t. j. v dálce 520 m , se ztotožní střední zásah se středem letounu a v bodě 3, t. j. v dálce 498 m , opouští cíl obrazec rozptylu. Odtud počínaje je udílený nadběh veliký, střely jdou za cíl. Teprve při odletu, v dálce $D = 498 \text{ m}$, se opakuje totéž jako při přiletu.

Z grafika obr. 2 čteme tedy, že letoun bude postřelován jen v dálce $548 > D > 498 \text{ m}$, tedy na dráze $x = 50 \text{ m}$, kterou proletí letoun za čas $t' = 50 : 50 = 1 \text{ vteřinu}$. Při rychlosti střely K bude moci kulomet vypálit v této době Kt' ran. Protože obvykle u nynějších zbraní je $K = 8 \text{ ran/sek.}$, bude letoun ohrožen celkem 8 střelami.

Podívejme se nyní na pravděpodobnost zásahu. Abychom ji mohli posoudit a zjistit ve funkci dynamické složky problému, nakresleme si obrazec rozptylu v měřítku, v němž $8 \text{ ú} = x$ (viz obr. 4) a 8 ú je dáno

tabulkami střelby, viz tabulku čís. 1, a to pro dálku $D = 520$ m. Obrázec rozptylu rozdělíme na 8krát 8 polí a pro každé vypočteme pravděpodobnost zásahu podle pravidla o pravděpodobnosti složené. (Takovýto obrazec rozptylu s vypočtenými pravděpodobnostmi každého políčka najdeme na př. vpředu D-VII-1, čl. 40.) Případně tedy na střední řadu políček od středu zásahů počínajíc:



Obr. 4.

Tímto obrazem rozptylu pak budeme posunovat obrys cíle, který si v našem případě redukuje na obrys vlečného rukávu, užívaného při pokusných střelbách, který nám reprezentuje vitální část letounu rozměrem 3×1 m. Prakticky to provedeme tak, že budeme hledat pravděpodobnost zásahu rukávu v 8 polohách vzhledem ke střednímu zásahu. Na obr. 4 jsou nakresleny polohy 1 až 4. Vedle obrazce rozptylu pak zvolíme souřadný systém, v němž se osa úseček shoduje s dráhou cíle x , a na osu pořadnic nanese pravděpodobnost zásahu v jednotlivých polohách cíle. Tuto pravděpodobnost vypočteme z geometrického poměru plochy cíle k ploše příslušných políček a tímto poměrem násobíme pravděpodobnost zásahu dotčeného políčka. Dostaneme tak body $1'$, $2'$, $3'$, $4'$. Podle zákona o souměrnosti zásahů (při zcela exaktním řešení bychom musili bráti v počet nepatrnou změnu rozptylu vlivem proměnnosti dálky a natočení rukávu vzhledem k osám souměrnosti; pro relativní srovnání nám však popsany způsob bohatě postačí) postačí výpočet pro jednu polovinu dráhy x , pro druhou polovinu budou body křivky mít stejné souřadnice vzhledem k ose souměrnosti. Spojíme-li pak všechny body, dostaneme křivku P ; vyjadřuje nám proměnnou pravděpodobnost zásahu během průletu na dráze x , a to v mezích $0 < P_{\max} = 9,0\% < 0$. Abychom mohli tuto proměnnou pravděpodobnost srovnávat s poměry u pušek a u postupujících palebných překlad, musíme najít střední pravděpodobnost P_* . Vypočteme ji, když plochu P' , omezenou osou x a křivkou P , dělíme délkou dráhy $x = 50$, tedy:

$$P_* = \frac{P'}{50} \dots \dots \dots 3.$$

Bez větší chyby můžeme nahradit onu plochu P' dvěma trojúhelníky aob a pak jednoduše

$$P_* = \frac{oa}{2} = \frac{9,0}{2} = 4,5\%.$$

Volil jsem zámyslně tento grafický způsob výpočtu, poněvadž je velmi názorný. Pohodlněji však můžeme vypočíst pravděpodobnost zá-

sahu pomocí udavatelů pravděpodobnosti, které najdeme v tabulkách střelby nebo v Gebaurově Aplikované matematice II. díl, str. 297.

Vypočteme nejdříve pravděpodobnost zasažení pásu o šířce vlečného rukávu C , jehož osa pohybu se ztotožňuje s osou souměrnosti zásahů:

$$\frac{C}{2\bar{u}} = \frac{1}{0,6} = 1,67.$$

Tomuto podílu (n) přísluší udavatel pravděpodobnosti $\psi(n)$ podle Aplikované matematiky $= 0,740 = 74\%$.

Z pásu dlouhého 50 m však připadá na část, rovnou délce vlečného rukávu $= 3\text{ m}$, jen $3:50 = 0,06$ plochy, takže můžeme v ní očekávat

$$P_* = 0,06 \cdot 74 = 4,44\% \text{ zásahů.}$$

Můžeme zde konstatovat velmi dobrou shodu výpočtu přibližnou metodou grafickou a přesnou metodou početní. Budeme nadále počítat se $4,44\%$.

Abychom tedy mohli očekávat, že letoun bude na dráze $548-498\text{ m}$ zasažen aspoň 1 střelou, musili bychom vypálit

$$100 \frac{1}{P} = \frac{100}{4,44} = 22,6 \text{ ran.}$$

Poněvadž však kulomet vypálí jen 8 ran, budeme mít pravděpodobnost zásahu těmito ranami

$$P' = 8:22,6 = 0,355 = 35,5\%.$$

Tolikéž můžeme čekat i při odletu, tedy celkem $P_* = 71\%$. Nesmí nás překvapit poměrně velká pravděpodobnost zásahu; vždyť jsme si zvolili předpoklady opravdu nepříznivější! Ve skutečnosti budou dráhy střel značně perturbovány ať už denními vlivy nebo nevhodným hledím pro šikmou dálku cíle. Víme, že vhodné hledí je funkcí nejen dálky, nýbrž i polohového úhlu a musila by to být opravdu šťastná náhoda, že by užité hledí souhlasilo právě s délkou D a polohovým úhlem τ příslušnými k bodu, v němž střední zásah koinciduje s drahou cíle. Přes to však použijeme vypočteného procenta P_* k srovnání s ostatními způsoby střelby.

b) Z pušek.

Abychom mohli učinit kvantitativní srovnání, musíme se nejdříve podívat na strukturu rozptylu při hromadné palbě z pušek (obr. 5).

Střílí-li současně několik střelců, je celkový rozptyl, daný obrazem rozptylu této hromadné palby, větší než při střelbě jednotlivcově. Projevuje se tu totiž individualita zamíření každého střelce a individualita jeho zbraně. Na obr. 5 máme nakresleny frekvenční křivky rozptylů jednotlivých střelců $g_1, g_2, g_3, \dots, g_n$. Rozptyl vyjádřený těmito křivkami se pak počítá ve výsledný rozptyl, který je zakreslen Gaussovou křivkou G . Čím více pušek bude střílet, tím je křivka G plošší; až při nekonečném počtu pušek by přešla v přímku GP . To by znamenalo, že pravděpodobnost zásahu je v každém místě obrazce rozptylu stejná.

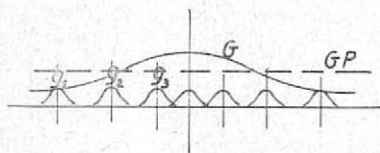
Je-li pak $\bar{u}_0$ = pravděpodobná úchylka jednoho střelce, platí pro n střelců podle hypotenusového zákona

$$\bar{u}_{pt} = \sqrt{n \cdot \bar{u}_p^2} = \bar{u}_p \cdot \sqrt{n} \dots \dots \dots 5$$

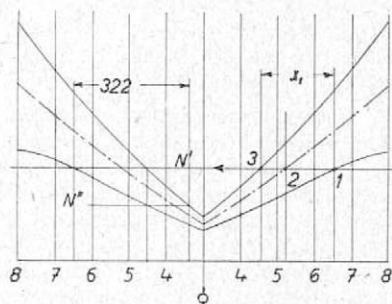
Pravděpodobná úchylka výsledná nebo, jak ji nazveme, totální $= \bar{u}_{pt}$ se bude zvětšovat v přímém poměru s $\sqrt{n}$. Dejme tomu, že $\bar{u}_0$ bude v celém průběhu dalek podobně jako u kulometu 1,5krát větší než hodnota tabulková. Tento předpoklad můžeme docela dobře při protiletadlové střelbě

učinit, neboť střílí-li těžký kulomet z podstavce, interferenční zjevy zvětšují jeho rozptyl, kdežto u pušek nemáme sice těchto zjevů, ale zato střílíme bez podepření. V tabulce 1 máme vypočteny příslušné hodnoty totální pravděpodobné úchylky podle vzorců 2 a 7.

Položme dále podmínku ekvivalence počtu ran vypálených puškami s počtem ran, které může vypálit kulomet, a dejme tomu, že velmi zručný střelec z pušky může vypálit za minutu při střelbě proti letadlům i s nutnými přestávkami s nabíjením asi 20 ran. Aby byla dodržena podmínka ekvivalence, musíme tedy dát střílet 25 střelcům ($20 \text{ krát } 25 = 500 = \text{počet ran u kulometu za minutu}$).



Obr. 5.



Obr. 6.

A nyní můžeme kreslit opět náš diagram lineárních náběhů a ohroženého pásma (obr. 6). Vidíme, že budeme-li střílet s lineárním náběhem $N' = 50 \text{ m}$, dostane se letoun do obrazce rozptylu v dálce 650 m ; v dálce 520 m se ztotožní střední zásah s drahou cíle a v dálce 455 m opustí letoun obrazec rozptylu, takže letoun byl postřelován na dráze $x_1 = 195 \text{ m}$. Vypočteme-li nyní pravděpodobnost zásahů podobně jako jsme to učinili u kulometu (zde však musíme počítat každou polovinu rozptylu zvlášť, protože osa souměrnosti zásahů nesouhlasí s osou geometrickou), dostaneme $P_{*1} = 0,53\%$.

Je to proti střelbě z kulometu značně méně a rozdíl připadá na vrub zvětšeného rozptylu při hromadné palbě z pušek. Počítejme nyní pravděpodobnost zasažení 25 ranami. Bude zajisté $25 \cdot 0,53 = 13,2\%$.

Víme, že letoun pobude v ohroženém pásmu 4 vteřiny. Podle našeho předpokladu může střelející jednotka vypálit za tuto dobu $4/3$ salv. A skutečně, sledujeme-li dráhu letounu v ohroženém pásmu, vidíme, že musí být zasažen aspoň jednou salvou, ale může být zasažen i dvěma salvami. Pro spolehlivé vyjádření této pravděpodobnosti však užijeme koeficientu $4/3 = 1,33$, takže se procento pravděpodobnosti zvýší na $17,5\%$. Tolikéž při odletu, tedy celkem $P_{**} = 35\%$. Tento výpočet je v rozporu s výsledky pokusů. Hledejme, proč.

Řekli jsme, že předpokládáme, že střední zásah je vždy v dráze letu cíle. Tento předpoklad však není skoro nikdy splněn. Snadno se o tom přesvědčíme logickým závěrem, že kdyby tomu tak bylo, že by kulometná protiletadlová střelba dávala naději, na 70% zásahů. Ve skutečnosti však potvrzují výsledky pokusů, že toto číslo nedosahuje ani 1% . Proč? V našem konkrétním příkladě stačí, posune-li se střední zásah u kulometu

o $4u' = 1,20$ m stranou, aby pravděpodobnost rázem poklesla na nulu. A $1,20$ m v dálce 500 m znamená u zaměřovače o délce záměrné 300 mm chybu zamíření $0,8$ mm!

U pušek při tomto posunutí zůstane však provděpodobnost zásahu téměř stejná, jak jsme vypočetli, a teprve při posunutí středního zásahu o $4u'' = 6,60$ m poklesne na nulu. Zde se tedy původní nevýhoda velikého rozptylu mění rázem ve velikou výhodu, s níž je třeba počítat. Řekněme to jinak, hodně obrazným příkladem: budeme hledat ztracenou minci potmě s kapesní svítilnou, u níž můžeme měnit rozsah světelného kužele. Jestliže si nastavíme široký světelný kužel, máme větší naději, že světlo zasáhne minci, i když intenzita světla bude menší, takže ji třeba hned nepostřehneme; jestliže nastavíme úzký světelný kužel, máme zase menší naději, že na minci padne hned světlo, ale větší naději, že ji ihned při osvětlení kuzelem postřehneme.

Jak nyní ocenit tyto okolnosti se stanoviska kvantity a jak dojít k závěru? Musíme se podívat na zjevy, které způsobují úchylku středního zásahu od dráhy cíle. Mohou to být chyby v zamíření, denní vlivy, traversování letounu, špatně nastavené hledí a j. Všechny tyto chyby se řídí pravidly počtu pravděpodobnosti a posteriori, bylo by tedy velmi odvážné činit nějaké závěry a priori. Musíme zde spoolehnout jen na výsledky pokusů, a to pokusů, kterých bychom provedli veliký počet a každý podrobně vyhodnotiti. Pak bychom získali pravděpodobnost chyby, s níž můžeme počítat a mohli bychom činit i závěry, podložené úvahami smyslu kvantitativního.

Z výsledků srovnávacích střelb, které jsme uvedli, můžeme soudit, že zvětšení rozptylu při střelbě puškami má velmi příznivý vliv na pravděpodobnost zásahu.

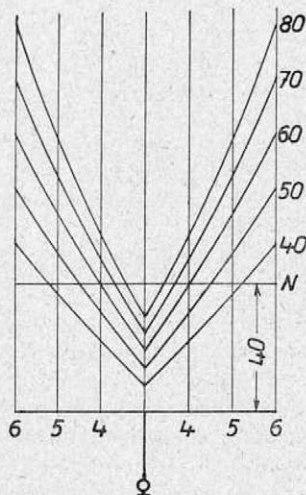
Dalo by se soudit, že čertovo kopýtko celé metody doprovodné protiletadlové palby je právě v obtížích určení vhodného lineárního nadběhu, který nemá být ani velký, ani malý, jak jsme se přesvědčili na graficích. Proto jsem nakreslil na obr. 7 poměry lineárních nadběhů pro $y = 300$ m, směr letu přes zenit kulometu, pro různé rychlosti v v mezích $40 < v < 80$ m/sek, tedy závislosti

$$N = f(v, y = 300 \text{ m}).$$

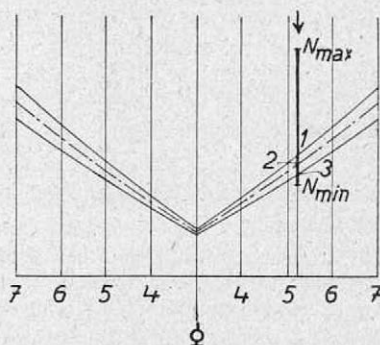
Z tohoto obrázku vidíme, že lze snadno najít takový lineární nadběh, který vyhovuje rychlosti jak 40 m/sek, tak 80 m/sek. Je to nadběh $N' = 40$ m, který protíná všechny křivky závislosti, neboli střelíme-li s tímto nadběhem na letoun, letící přes zenit palebného stanoviště ve výši $y = 300$ m rychlostí 40 až 80 m/sek., musí se naše střely někde setkat s drahou cíle. Bude to v dálkách $340 < D < 520$ m, nepřihlížíme-li k rozptylu. Touž úvahu by bylo třeba učinit i pro jiná y a pro směry letu mimo zenit zbraně a z nich pak vybrati nejvhodnější hodnoty lineárních nadběhů. Mohly by být třeba dvě: jedna pro stíhací letouny a jedna pro pozorovací letouny, neboť velitel, dávající povel k palbě, může tyto dva druhy letounů rozeznat.

Je však i jiná metoda, jak lze dosáhnout zaručeně toho, že se střely při doprovodné palbě setkají s drahou cíle. Je to rozstupňování nadběhů. Na obr. 6 na levé polovici máme takový příklad, vyjádřený graficky. Jedna četa (I) střílí s $N' = 50$ m (na př. 5 délek letounu), druhá (II) s $N'' = 30$ m/sek. (3 délky). Pak je letoun ohrožen na dráze $338 - 650$ —

322 m, neboli 6,4 sek. Tím se pravděpodobnost zásahu podstatně zvýší. Poznáme to na příkladě: Mohlo by se na př. stát, že n -tá salva obou čet byla vypálena na letoun v odletu, když byl v dálce $D = 330$ m (viz obr. 6 vlevo). Obě salvy přišly příliš brzy, takže se cíl nesetkal nikde s obrazci rozptylu, jimi vytvořenými. Obě čety opakují po 3 vteřinách salvu znovu, střelí tedy $n + 1$ salvu. Mezitím je letoun v dálce $D = 330 + (3 \cdot 50) = 480$ m, takže je zachycen salvou I. čety. Po dalších 3 vteřinách je v dálce $480 + (3 \cdot 50) = 630$ m a může být ještě zachycen $n + 2$ salvou I. čety. Význam rozstupňovaných nadběhů by vynikl ještě více tam, kde by ohrožená dráha x byla menší než v našem případě. V tomto se musí totiž setkat letoun vždy s obrazem rozptylu I. čety, protože jeho průlet ohroženým pásmem trvá 4 vteřiny, kdežto četa opakuje salvy po 3 vteřinách.



Obr. 7.



Obr. 8.

2. Střelba postupujícími palebnými přehradami.

a) Kulomety.

Tento způsob střelby, který zavedli Němci při používání vlastní kruhové mušky a jehož se užívá v některých státech, má tu přednost, že řeší obtíže s určováním vhodného lineárního nadběhu jaksi automaticky. Má však i své nedostatky. Oboje poznáme, učiníme-li si podobnou úvahu, jako jsme učinili u střelby doprovodné.

Nakresleme si opět grafikon lineárních nadběhů (obr. 8) a zakresleme do něho ohrožené pásmo, jako jsme učinili na obr. 1. Mějme nyní kruhovou mušku obvyklého tvaru, která udílí v dálce $D = 520$ m (pro niž budeme poměry srovnávat) lineární nadběhy: maximální $N_{max} = 100$ m a minimální $N_{min} = 40$ m. Na obr. 8 to vyjádříme tak, že si na kolmici vztyčené v bodě $D = 520$ m označíme body N_{max} a N_{min} v měřítku nadběhů. Pohyb letounu si představíme ve směru šipky, t. j. přehrada stojí a letoun jí prolétává tak, že v bodě N_{max} začne kulomet střelít, v bodě 1 vlétne do obrazce rozptylu, v bodě 2 se shoduje střední zásah s drahou cíle a v bodě 3 vystoupí cíl z obrazce rozptylu, v bodě N_{min} přestává kulomet

střílet. Vzdálenost 1—3 snadno zjistíme z naší tabulky 1, neboť to bude $2 \cdot 4 \frac{1}{2} = 5 \text{ m}$, které letoun prolétne za dobu $t' = 0,1 \text{ sek}$. Vypočteme pravděpodobnost zásahu pomocí udavatelů pravděpodobnosti:

$$\frac{C}{2 u_s} = \frac{1}{0,6} = 1,67;$$

tomu odpovídá 73 % zásahů na dráze 5 m dlouhé. Vlečný rukáv je dlouhý jen 3 m, takže se pravděpodobnost zásahu zmenší na $3 : 5 \cdot 73 = P_* = 44\%$.

To však ještě není pravděpodobnost, s níž bychom mohli dále počítat. Musíme totiž uvážit, že počet střel, které vypálí kulomet za dobu t' , nevyplní obrazec rozptylu současně, jako tomu bylo při palbě z pušek nebo jako jsme mohli počítat při palbě doprovodné u kulometu, nýbrž následují za sebou v intervalech i , daných rychlostí střelby. V našem případě $i = 60 : 500 = 0,12 \text{ sek}$. Vitální část letounu (rukáv) má délku $d = 3 \text{ m}$, kterou prolétne letoun za dobu $t'' = d : v = 3 : 50 = 0,06 \text{ sek}$. Z toho vidíme, že vitální část letounu může docela dobře proklouznout mezi dvěma střelami, i když bude střelba tak přesná, že se střední zásah bude shodovati s dráhou cíle. Proto musíme do výpočtu zavést ještě pravděpodobnost setkání vitální části letounu se střelou. Tato pravděpodobnost je dána poměrem $P'' = t'' : i = 0,06 : 0,12 = 0,5$, takže pravděpodobnost, s níž budeme dále počítat, je $P_* \cdot P'' = 44 \cdot 0,5 = 22\%$.

Za dobu průletu cíle obrazem rozptylu vypálí kulomet $0,1 \cdot 8 = 0,8$ rány, takže konečná pravděpodobnost bude

$$P_{22} = 0,8 \cdot 22 = 17,5\%.$$

Při odletu zrovna tolik, takže celkem 35%.

b) Puškami.

Přehradnou střelbu puškami nemůžeme provést proto, že nemůžeme pušky upevnit tak, aby výstřelná rovina zůstala v stejném místě. Proto nebudeme o tomto způsobu střelby uvažovat.

Srovnajme nyní teoretickou účinnost jednotlivých druhů střelby, jejich výhody a nevýhody.

a) Kulometry.

Při střelbě doprovodné setrvá cíl mnohem déle v obrazci rozptylu než při střelbě přehradné, kde jím cíl prolétne za kratičkou dobu. Pravděpodobnost zásahu je proto příznivější, ale na dráze cíle a při jediném přeletu máme jen 2 místa, kde koinciduje střední zásah se středem obrazce rozptylu. Ideálním způsobem střelby by bylo, kdyby se teoretický lineární nadběh shodoval po celou dráhu cíle s nadběhem skutečným. Toho však bez komplikovaných metod nemůžeme dosáhnout.

Při střelbě přehradné setrvává cíl v obrazci rozptylu kratičká okamžik, ale opakováním přehrad můžeme dosáhnout vždy koincidence středního zásahu s dráhou cíle, pokud to dovoluje rozpětí mezi lineárními nadběhy. Toto rozpětí však nesmí být zase příliš veliké, neboť pak je střelba velmi neekonomická a naopak při malém rozpětí omezujeme zase jistotu koincidence. Nedostatkem těchto střelby je to, že letoun může vitální částí proklouznout mezi dvěma za sebou následujícími střelami, i když je dosaženo koincidence.

Střelba kulometry je velmi citlivá na správné umístění středního zásahu na dráze cíle a při malém jeho posunu klesá pravděpodobnost rychle

na nulu. Číselně to můžeme vyjádřit plochou elipsy rozptylu a pravděpodobnosti zásahu. V našem konkrétním případě vyšlo:

střelba doprovodná: plocha rozptylu $94,0 \text{ m}^2$, pravděpodobnost $35,5\%$,

„ přehradná: „ „ $9,4 \text{ m}^2$, „ $17,5\%$.

b) Pušky.

Pušky mohou střílet jen střelbu doprovodnou. Při hromadné střelbě je obrazec zásahu, vytvořený střelci z pušek veliký, takže pravděpodobnost zásahu je malá. Zato tato střelba není tak citlivá na správné umístění středního zásahu v dráze cíle, což můžeme podobně jako u kulometu vyjádřit čísly (pro náš konkrétní případ):

plocha rozptylu: 2020 m^2 , pravděpodobnost $17,5\%$.

c) Obě zbraně:

U obou zbraní můžeme násobit pravděpodobnost zásahu zvýšením počtu střilejících hlavní.

Naše teoretické úvahy, které bez potvrzení pokusy mají ovšem cenu aproximace a kterými se snažíme vysvětlit publikované výsledky střelby, provedených v cizině, říkají tedy, že pořadí účinnosti jednotlivých druhů zbraní a střelby je toto (přihlížíme-li i k citlivosti přemístění středního zásahu): 1. doprovodná střelba z pušek, 2. doprovodná střelba z kulometů, 3. přehradná střelba z kulometů.

Lze očekávat, že by zvětšením rozptylu při kulometné střelbě doprovodné bylo lze výhodně zvětšit procento zásahů. To by mělo hlavní význam pro lehké kulometry, střelící touto palbou z nouzových podpor; u nich se totiž může stát, že při palbě přehradné nevystačí dávka k absolvování dráhy cíle mezi nadběhem maximálním a minimálním.

Myslím, že se nám podařilo s dostatek osvětlit celý problém se stanoviska taktického a hlavně střeleckého, ač toto pojednání nechce být v žádném případě návodem k přípravě a provádění střelby. Jeho účelem bylo ukázat, že by nebylo rozumné, bez náležitých, vědecky založených a řízených pokusů zříkat se velikých výhod střelby z pušek proti nízko létajícím vzdušným cílům. Vedoucí kruhy každého státu, odpovědné za vyzbrojení armády, by si jistě oddechly, kdyby se jim podařilo obyčejnými nebo automatickými puškami vyřešit tento problém aspoň tak, jak se to — podle zpráv odborného tisku — podařilo v Americe. Vždyť podle zprávy Pešadisko-Artilleriského Glasniku, leden až březen 1934, jsou americké baterie vyzbrojeny automatickými puškami ráže $7,76 \text{ mm}$, a to v míru 35 kusy a ve válce 49 kusy, zvláště proti nízko létajícím letadlům!

Aby naše úvahy byly co možná úplné, podívejme se ještě na to, jak se cvičí protiletadlový střelec z pušky v státech, kde je tato střelba zavedena.

D. Výcvik protiletadlového střelce z pušky.

Charakteristikou protiletadlové střelby z pušek bude:

1. rychlost zamíření a zahájení palby,
2. mohutnost palby (velký objem), t. j. velký počet střilejících,
3. rychlost palby, t. j. nutnost v nejkratším čase vystřelit co nejvíce mířených ran.

Nejněsnadnější bude střelba na letoun, letící přes zenit obránce anebo bočně; střelba na cíl pikující se neliší v zamíření od střelby na

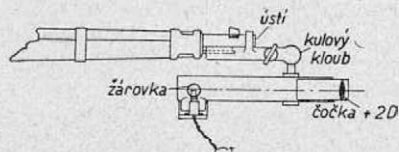
cíle pozemní, ale vyžaduje obrovské chladnokrevnosti střelců, neboť ti nemají záruku, že i když zasáhnou plně cíl, že se na ně přímo nezřítí.

Stručný náčrt programu výcviku, který dále uvedu, je vzat z programu anglické a americké armády.

1. Teorie střelby proti letadlům: charakteristika letounů a jejich taktické užití se zvláštním zřetelem ke střelbě na letouny nízko létající. Teorie střelby na cíle rychle se pohybující, volba správného nadběhu vyjádřená v délkách letounu. Jak se mění hledí s polohovým úhlem cíle. Jak se mění obrazec rozptylu při hromadné střelbě a pravděpodobnost zásahu. Historické příklady sestřelení letounů z pušek. Rozeznání nepřátelských letounů, pomůcky pro odhad dálky a rychlosti.

2. Cviky průpravné. Cvičení v rychlém zamíření nahoru v poloze stoje, sedě a leže, cvičení svalu. Praktická cvičení v odhadu dálky, spolehlivost odhadu limitní dálky střelby (na př. 600 m).

3. Cviky v zamíření na pevný model. Udílení nadběhu. K těmto cvikům užívají Američané terčové plochy, na níž je umístěn obrys vitálních částí letounu. Podle počtu velených délek zamíří střelec před obrys ve směru jeho osy a fixuje na tomto místě terčik, který je v rukou cvičitele. Na hlášení „Zamířeno“ označí cvičitel bod. Zamíření se třikrát opakuje, až se získá trojúhelník chyb. Angličané užívají elektrooptické indikace, t. j. pod ústím pušky je malý projekční přístroj, jehož žárovka je napájena proudem z kapesní baterie. Optická osa je natočena od osy hlavně tak, aby průsečík obou os v rovině terče dával lineární nadběh. (Je to tentýž přístroj, který jsem navrhl a popsal v článku: „Projekční přístroj ke kontrole míření“ ve Vojenských rozhledech, roč. XII., čís. 2, jenže poněkud menší a není napájen proudem ze sítě, má však též menší výkonnost. Alternativa řešení přístroje podle mého návrhu z r. 1930,



Obr. 9.

aplikující Newtonův vztah $x \cdot x_1 = f^2$, je na obr. 9. (Hlásí-li střelec, že má zamířeno, zapojí cvičitel proud, při čemž světelný boč musí padnout na model letounu (jeho obrys). Ovšemže se dá tohoto zařízení s výhodou použít tam, kde se model (obrys) pohybuje, ale to už je cvičení další.

4. Cviky v zamíření na pohyblivý model letounu. Pro tento výcvik, který je nejdůležitější částí výcviku vůbec, hodí se pro objektivní kontrolu jen elektrooptická indikace, která je popsána v 3. cvičení. Připomínám, že v Anglii zamířují na modely vzdálené jen 9 m.

5. Střelba jednotlivce redukovaným střelivem (též z malorážek).

6. Hromadná střelba redukovaným střelivem, cvičení palebné kázně. (Střilet předpokládám salvami, ale lze uvažovat i o střelbě jednotlivců. Předválečné studie rakouské Armeeschule dokonce doporučují tento druh střelby, viz Streffleur Mil. Ztschr. 1913, červnové číslo.)

7. Ostrá střelba jednotlivce na protiletadlové školní střelnici.

8. Ostrá střelba hromadná na protiletadlové školní střelnici.

P o z n á m k a ke cvičením 5 až 7: Protože nelze redukovat dobu letu střely, bylo by třeba pro tyto střelby zařízení, které by v okamžiku salvy zastavilo pohyb terče, aby bylo lze kontrolovat nadběh a hledí.

9. Ostrá hromadná střelba polní na vlečný rukáv. S počátku svítícím střelivem pro kontrolu i pro názornost.

10. Bojový nálet vlečného rukávu na pochodující nebo odpočívající jednotku a jeho odrazení.

Major pěch. Jaroslav Pazdírek :

Střelba malorážné zbraně na vzdušné cíle.

Letadlo jako cíl se pohybuje v prostoru čtyřrozměrném. K řešení jeho polohy je proto třeba čtyř souřadnic. Jsou to obyčejně: dálka, polohový úhel, rychlost a směr letu cíle. Souřadnice převádí obsluha zbraně na t. zv. prvky střelby. Čím větší přesnost střelby se vyžaduje, tím přesněji musí být dány souřadnice a tím přesnější musí být také převod. U moderní protiletadlové velkorážné jednotky se měří souřadnice velmi výkonnými výškoměry o značné několikametrové základně a převádějí se v prvky střelby přesnými počítacími stroji v ústředí jednotky. Prvky jsou buď veleny nebo přímo mechanicky přenášeny na mechanismus jednotlivých děl. U malorážných zbraní zjišťuje obsluha většinou odhadem, zda cíl je v okruhu účinnosti jednotky, a prvky střelby nastaví pak samostatně proložením záměrné na zvlášť upraveném jednoduchém zaměřovacím zařízení.

Každá protiletadlová zbraň má svůj okruh účinnosti. Je dán určitou pravděpodobností zásahu. V tomto okruhu jsou hluché prostory, a to: hluché kužele, které vznikají proto, že zbraň dosáhne jen určité elevace, nebo že nelze proložit záměrnou při určité elevaci, a hluchý prostor, který vznikne, jakmile je úhlová rychlost letadla větší než úhlová rychlost odměrového a náměrového mechanismu zbraně.

Tento hluchý prostor se vyskytuje u zbraní velkých ráží a musí být proto ovládnut zbraněmi malých ráží, které mají úhlovou odměrovou a náměrovou pohyblivost značně větší. Úhlová rychlost letadla jako cíle těchto zbraní bude tedy velká, a proto bude mít obsluha velmi málo času na měření a přesné nastavování prvků střelby, neboli pracovní doba musí být minimální.

Souřadnice směr a rychlost cíle vyhodnocují často protiletadlová mířidla malorážných zbraní principem homotetických trojúhelníků. Středem homotetie jest oko střelce, skutečnými stranami pak

$$s_1 = v_* \cdot t_*, \quad s_2 = v_* \cdot t_*$$

(v_* rychlost letadla, v_* střední rychlost střely, t_* doba letu střely).

Střední rychlost střely (v_*) jest závislá na dálce a záměrném úhlu střelby, rychlost letadla (v_*) může být případ od případu různá. Proto vzniká při různých střelbách velký počet homotetických útvarů v rozsahu, který zhruba je určen minimální a maximální rychlostí letadla. Prokládá-li střelec při střelbě plynule tyto homotetické trojúhelníky, vznikají palebné přehrady. Ve skutečnosti je tento způsob palby úmyslným zvětšením šířkového rozptylu, a to tak, aby vznikla určitá pravděpodobnost, že cíl je v rámci šířkového rozptylu. (Při střelbě na pevný cíl bychom zvětšili šířkový rozptyl rozsevem.)