

O střelbě na letadla z letadlových děl malé ráže.

O letadlových dělech malé ráže.

Letadlová děla velké a střední ráže nemohou ostřelovati cílů, jež letí nízko nad zemí, hlavně tehdy ne, když nepřátelská letadla letí nízko nad vlastním územím, neboť v tomto případě by nízko vybuchující granáty více ohrozily vlastní vojsko (nebo obyvatelstvo) a objekty, než by je mohli ohroziti nepřátelští letci. Ke škodě způsobené nepřítelem přistupovala by tu ještě škoda způsobená vlastní letadlovou dělostřelbou.

Letadlová děla větší ráže nemohou ostřelovati cílů jim příliš blízkých ještě z jiného důvodu. Děla tato jsou příliš těžká a tudíž nejsou dosti obratná a otáčivá, aby mohla nepřetržitě sledovati cíl prudce letící poblíže nich.

Proto se na př. povelové tabulky pro letadlová děla větších ráží obvykle omezují na prostor, jehož dolní základna jest ve výši 800 m až 1000 m nad zemí.

Avšak není přípustno ponechati nepřátelským letadlům v prostoru do této výše nad zemí volné pole působení. Jest v živé paměti, že za světové války velké eskadry nízko letících letadel účastnily se bitev pěchoty. Čím níže letí nepřátelské letadlo, tím jistěji vrhá své bomby, tím přesněji pozoruje a fotografuje.

Z těchto důvodů vysvítá, že jest nutno míti účinné zbraně, jimiž by bylo možno s úspěchem bojovati s nízko letícími letadly.

Nejúčinnější takovou zbraní — je-li ihned ve vteřině potřeby po ruce — jest ovšem zase letadlo vlastní, jež jest stejně dobrou zbraní defensivní jako ofensivní. Avšak právě že zbraň tato není vždy po ruce ve vteřině nutné obrany, jest nutno používatí kromě ní ještě jiných zbraní, jež by vůči letadlům byly třeba jen ryze defensivním prostředkem, za to však by měly výhodu stálé, okamžité pohotovosti.

Takovou defensivní zbraň hledáme v letadlových dělech (kulometech) malé ráže.

Jaký jest úkol této zbraně? Chrliti proudy střel na letadlo prudce letící nízko nad zemí. Zasáhnouti cíl a to buď tak, že střela zapálí nepřátelské letadlo, nebo udeří do vitální části letadla a prorazí ji takovou silou, že letadlo bude poškozeno, nebo k dalšímu letu vůbec neschopno.

Rozsah prostoru (vzdálenost cíle, výška cíle nad zemí), v němž bude moci letadlové dělo malé ráže splniti svůj úkol s určitou pravděpodobností úspěchu, závisí na balistických vlastnostech tohoto děla, na jeho výkonnosti.

Bude eventuelně možno přisouditi tomuto dělu větší rozsah pole působnosti (do větší výšky nad zemí), než jaký mu výhradně vybývá při součinnosti s letadlovým dělem větší ráže. Ale není úkolem konstruktéra dáti tomuto dělu co možno největší rozsah působnosti, třebaže zvětšení rozsahu působnosti jest přičisti ku kladným vlastnostem děla, již proto, že tím současně se zlepšují i jiné žádoucí vlastnosti (průbojnost střely, nebo váha střely, krátká doba letu střely, delší setrvání cíle v ohni děla).

Jak právě výše bylo naznačeno, závisí od velikosti rozsahu působnosti děla a od doby letu střely až k hranicím působnosti děla též ona doba, v níž cíl se vystavuje ohni děla při letu nad dělem. Nesetrvá-li letadlo z vlastní vůle (úmyslně) déle v rozsahu působnosti děla, pak můžeme určití maximum doby použitelné k palbě na cíl, jenž v průměru nad dělem proletí okruhem působnosti děla ze vzorce $\frac{2r}{c}$, kde r = poloměr působnosti děla

(použitelný horizontální dostřel), c = rychlost letadla. Praxe nás poučuje, že doba tato bude poměrně velmi krátká, nanejvýše 40 až 60 vteřin. A to jest ještě doba maximální. Proletne-li letadlo okruh působnosti děla v tetivě, zkracuje se doba tato úměrně s délkou tetivy, někdy až na dobu bezvýznamné krátkou. Půjde tudíž o plné využití neočekávaných a velmi krátkých dob, takřka okamžiků, čehož má si býti dobře vědom ten, kdo posuzuje bojovou schopnost takového děla a způsob jeho střelby.

Abý letadlové dělo malé ráže mohlo s úspěchem vyhověti svému úkolu, musí vyhovovati následujícím podmínkám:

1. Musí to býti dělo o středním pivotu, s rozsahem stranového otáčení od 0° do 360° a s rozsahem elevace od 0° do 90° . Udílení elevace a otáčení stranového musí se díti velmi snadno tak, aby bylo možno v okamžiku zaměřiti na objevivší se cíl. Oproti tomu při střelbě musí býti osa hlavně dělové dosti stabilní (zachovávatí svůj směr), aby rozptyl — zejména při střelbě seriové — nebyl příliš veliký.

2. Počáteční rychlost střely musí býti dosti značná, jelikož podmiňuje krátkou dobu letu střely a žádoucí konečnou rychlost (průbojnost) střely.

3. Dělo musí býti velmi rychlopalné, pokud možno má střeliti automaticky (dle potřeby) celé serie střel rychle za sebou. Tato vlastnost děla má paralysovatí nevýhodu malé váhy jeho střely.

4. Dělo musí býti opatřeno zvláštním zaměřovačem pro střelbu na letadla.

5. Střely musí býti svítící, průbojné a eventuelně též zápalné. Žádoucné jest, aby měly všechny tři tyto vlastnosti současně. Střely nebudou časovány.

6. Dělo musí býti dosti lehké, aby bylo možno je umístiti v nejpřednější linii a bylo možno je snadno a rychle transportovati a to jak v celku potahem koňským, tak i ve stavu rozloženém lidmi.

7. Jelikož podmínky 2., 3., 6., a částečně 1., 5. klademe též na dělo zákopové, naskytá se možnost použití letadlového děla malé ráže současně též jako děla zákopového, ovšem musí dělo toto pak vyhověti ještě určitým podmínkám, jež se dále na zákopové dělo kladou (zaměřovač, střela).

8. Dělo musí býti dosti jednoduché a tedy laciné, aby bylo možno opatřiti si tuto zbraň ve velkém množství kusů, jak to bude v příští válce vyžadovati výzbroj dlouhých front a všech důležitých, nepřátelskými letci ohrožených míst za frontou na celém území státu. Možnost použití tohoto děla jako děla zákopového zvětšuje jeho použitelnost a vojenskou cenu, zbraň se lépe vyplatí, čili bude levnější.

Podotýkáme ihned, že výše vytčeným sedmi (resp. osmi) podmínkám nevyhovuje dosud žádné letadlové dělo malé ráže. Existují sice již zbraně, jež vyhovují dokonale určitým z 8. uvedených podmínek, avšak neexistuje dosud zbraň, jež by ve vhodné míře splňovala podmínky ony všechny.

Zejména podmínka 4. nebyla dosud splněna způsobem, jenž by aspoň poněkud uspokojoval. Podmínky 2. 3. s podmínkou 6. (a částečně též 1.) jsou ovšem protichůdnými požadavky, při nichž můžeme slevovati jen k určité mezi a jest třeba uvážiti, jaké výhody na druhé straně nám vzejdou, když z jednoho požadavku v přípustné míře slevíme.

Ku podmínce 3. připojuji následující úvahu, jež má poučiti o tom, v jaké míře možno vyrovnati automatickou střelbou nevýhodu malé váhy střely oproti velké váze střely, vržené neautomatickým dělem velké ráže.

Ku srovnání vezmeme případy dosti extrémní, totiž 10 kg těžkou střelou těžkého letadlového děla, jež střílí při použití povelových tabulek 6 ran za minutu a 0.015 kg těžkou střelou 0.8 cm kulometu, střílejícího 450 ran za minutu.

Hmoty střel vržených k cíli za stejnou dobu dělem a kulometem jsou k sobě tedy v poměru asi 60:6.75, čili asi v poměru 9:1.

Dle toho by mělo jedno takové těžké letadlové dělo v boji s nízkou letícím letadlem asi stejnou výkonnost jako má 9 kulometů ráže 8 mm.

Ovšem v případě tomtoto nebyla vzata v úvahu větší rychlost a průraznost střepin granátu, jeho větší donosnost, oproti tomu však též větší pravděpodobnost zásahu při velkém množství malých 15 gramových střel oproti menšímu množství granátových střepin, dále větší potřeba mužstva k obsluze 9 kulometů oproti obsluze jednoho děla. Rovněž byly nechány nepovšimnuty podmínky střelby na nízkou letící cíl, o nichž jsme se zmínili hned na počátku tohoto pojednání.

Avšak již takto nás právě uvedený příklad dosti přesvědčivě poučuje, že kulomet malé ráže jest při střelbě na nízkou letící cíl výhodnější zbraní, než letadlové dělo velké ráže, neboť snáze a levněji pořídíme 9 kulometů, než jedno takové těžké letadlové dělo, nehledě ani k tomu, že kulomet má volnost střelby nad vlastním územím, kteráž volnosti nemá těžké letadlové dělo.

O způsobu střelby z letadlového děla malé ráže na nízkou letící cíl.

Střelení serií výstřelů z automatické zbraně na letící cíl vyžaduje nutně zcela jiného způsobu střelby (metody střelby, zaměřování), než jaké používáme u letadlových děl větší ráže. Není pomýšlení na použití nějakých povelových tabulek. Udělení prvků střelby hlavní dělové musí se díti tu velmi jednoduše, ba pokud možno automaticky již s mířením na cíl a se sledováním cíle.

Poznatek o nevhodnosti metody povelových tabulek při střelbě na nízkou letící (blízké) cíle uvolnil cestu lákavé představě ideálního letadlového děla malé ráže, vrhajícího jako stříkačka svítící proud střel na letící cíl. Zdá se totiž na první pohled, že dělo takovéto nebude potřebovati zaměřovače, stejně jako jej nepotřebuje hasič řídící dopad vodního proudu, vrhaného stříkačkou, pouze dle směru tohoto proudu.

Avšak úkol letadlového děla není tak jednoduchý. Mluvíme u tohoto děla sice též o „proudu střel“, avšak proud tento bohužel není tak spojitý, jako vodní proud stříkačky. Uvažujme vše na příkladě: 2 cm Beckerův kulomet střílí serie svítících granátů, o maximálním počtu 15 střel v serii, počáteční rychlostí 530 m/sek., v rychlopalbě všech 15 ran za 3 vteřiny, na cíl vzdálený 1500 m od kulometu a letící rychlostí 60 m/sek ve výši 500 m nad zemí.

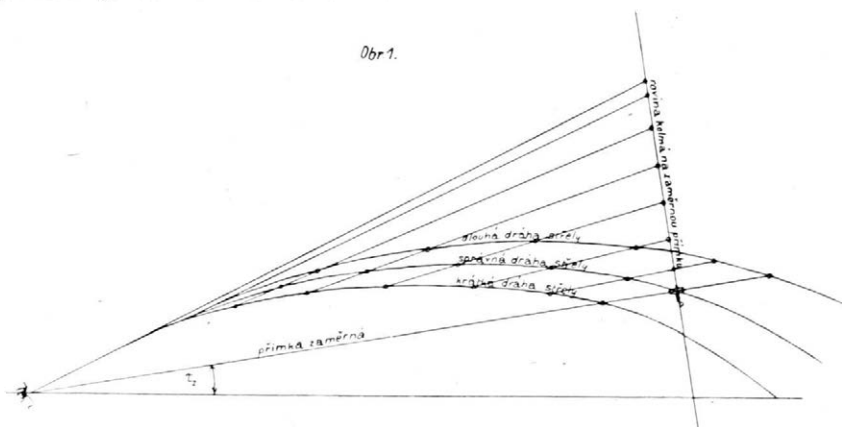
Doba letu střely k cíli bude 4.5 vteřiny. Za tuto dobu urazí cíl dráhu 270 m. Nebylo by tudíž správné mířiti dráhu letu střely na bod, v němž jest cíl v okamžiku výstřelu, ale jest nutno dáti střele nadběh před cíl, aby se letící střela s letícím cílem srazila.

Proud střel vrhaných kulometem jest tak přetržitý, že jedna střela za druhou následuje teprve ve vzdálenosti 100 metrů.

Střelec má usouditi, zda svítící střela (kterou od kulometu pozoruje) na své dráze letu prochází drahou letu cíle současně s cílem. Avšak úkol střelce jest vlastně ještě nesnadnější, usouzení, o němž jsme se právě zmínili, nebylo by příliš snadné, neboť by znamenalo vlastně jen úkol postrehnouti, zda cíl jest či není zasažen.

V ohromné většině případů však cíl zasažen nebude a tu jest střelci usuzovati: 1. prochází-li dráha letu střely vůbec drahou cíle a když neprochází, jest mu usouditi, zda je příliš krátká, či příliš dlouhá, 2. když dráha letu střely dle zdání střelce prochází drahou letu cíle, zda jí střela prochází časově dříve nebo později než cíl.

Jak se jeví střelci letící střela vůči letícímu cíli? Vystřelená střela objeví se jako svítící bod, jehož velikost se stále zmenšuje. Proložme letadlem rovinu kolmou na přímkou záměrnou, do kteréž roviny z oka střelcova promítneme polohy střely na dráze jejího letu vůči pohybu cíle. Rovina tato představuje obraznou rovinu oka střelcova.



Střílí-li střelec s nadběhem střely před cíl ve směru jeho letu, pak se vystřelená střela od okamžiku výstřelu objevuje jako svítící bod nad cílem a před cílem (ve směru letu cíle), kterýž bod se stále zmenšuje (zprvu rychle, později zvolna) a stále klesá (zprvu zvolna, později rychle). Obr. 1. ukazuje nám případy dlouhé, správné a krátké dráhy střely. Jest pochopitelné, že střelci při střelbě na vzdálenější cíle nebude možno rozhodnouti, je-li dráha dlouhá, krátká, či správná, poněvadž právě pozoruje od kulometu a ne se strany, jak obraz je kreslen. Jen tehdy by mohl usouditi na jednu z vytčených tří poloh dráhy střely, když by střela při svém pádu shora dolů (jak se mu pohyb její jeví) právě se setkala s letadlem. V okamžiku tomto svítící bod střely by se objevil buď před ploškou obrazu letadla, nebo by byl ploškou touto zakryt.

Kdyby střelec vystřelil všech 15 ran, jež má v jednom zásobníku, v jedné serii za 3 vteřiny na cíl uvažovaný v našem případě, tu by ještě prvá z vystřelených střel nebyla u cíle a bylo by nutno nasaditi na kulomet již nový zásobník s novou serií 15 ran. Poněvadž kulomet sleduje cíl i za seriové střelby, byly by svítící body střel vůči sobě posunuty na stranu ve směru pohybu cíle. Neuvažujeme-li rozptyl, pak by po uplynutí tří vteřin a v následujících okamžicích střelec viděl následující obraz letících střel vůči letadlu, jež na příklad letí kolmo na záměrnou zprava nalevo (let 9.).

Při výstřelu prvé rány, jež objeví se v nejvyšším bodě vlevo, bude letadlo v bodě 0 vpravo. Předpokládejme, že kulomet otáčí se při střelbě stranově právě tak rychle, jako se stranově otáčí záměrná přímka. Po 3. vte-

řině (právě po výstřelu poslední 15. rány) objeví se letadlo v bodě III (za 3 vteřiny urazilo dráhu $0-III = 3 \times 60 = 180 \text{ m}$) a kdyby zbraň a střely neměly vůbec žádného rozptylu, objevil by se vpravo od ústí kulometu řetězec svítících bodů 15...1 padajících svisle dolů. V obr. 2. jsou znázorněny polohy, do nichž by spadl tento řetězec svítících bodů (jak se nám letící serie střel jeví) po uplynutí 4., 5., 6. a 7. vteřiny.

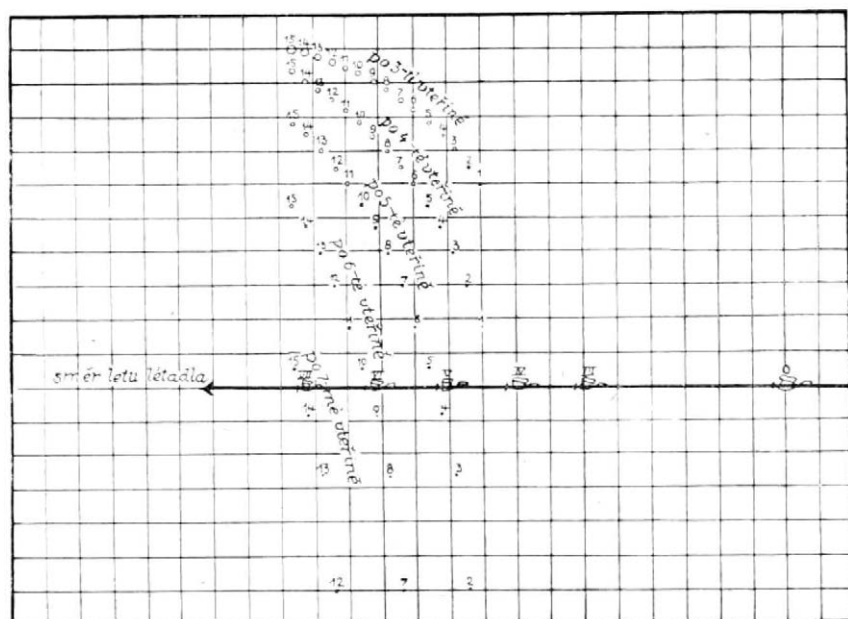
Současně na tomto obr. jsou znázorněny pro ony okamžiky polohy letadla.

Jest zřejmo, že:

1. letadlu mohou býti nebezpečny jen ony střely, jichž poloha se nám jeví výše než jest letadlo,

2. je-li řetězec svítících střel stále před cílem (ve směru pohybu cíle), jest stranové otáčení kulometu vůči stranové rychlosti letadla příliš rychle,

3. v opačném případě, když řetězec střel jde stále za letadlem, jest stranové otáčení kulometu příliš pomalé.



Obr. 2.

Kdybychom mohli spojitě stříleti libovolně a dosti veliký počet střel v serii (kdyby tedy maximum ran serie nebylo omezeno na malý počet ran, jak jest tomu na př. u Beckerova kulometu, 15 ran) a kdyby nebylo rozptylu, pak by střelec zvolněním nebo zrychlením stranového otáčení kulometu mohl docílit, že řetěz svítících střel by padal právě přes letadlo, překrýval by je, nebo byl by jím překrýván, čili stranové zaměření kulometu na letící cíl by tím bylo dobře umožněno. U kulometů s omezeným počtem ran serie jest však nutno vyměňovati zásobníky; z té příčiny uplyne několik vteřin a ztrátou tohoto času změní se podmínky střelby tak, že nelze pak již dobře užiti zkušenosti o úchylnách první serie k opravě při serii druhé.

Vzpomeneme-li pak, že často máme k dispozici vůbec jen něco málo vteřin ku střelbě, musíme usouditi, že u takových kulometů obecně naprosto nestačí použití svítivosti střel ku zaměřování na letící cíl.

Pro využití svítivosti střel ku zaměřování (a též ještě z jiných důvodů) jest velmi žádoucí, aby maximální počet ran v serii automatického letadlového děla malé ráže byl dosti veliký, ano co možno největší.

Kdyby požadavek tento byl splněn, bylo by možno a) zaměřování stranové, jak právě bylo vysvětleno, b) zaměřování výškové, jež by se dělo pak dle pozorování překrývajících se střel a cíle a to: α) kdyby cíl překryl světlo střely, jest rána dlouhá a jest nutno zmenšiti elevační úhel hlavně, β) kdyby světlo střely šlo nezakryto přes cíl, jest rána krátká a úhel elevační by bylo nutno zvětšovati tak dlouho, až by byla docílena správná dráha.

Zaměřování děla na základě pozorování svítících střel a současně odpalování děla (jež jest zde se zaměřováním nutně spojeno) jest úkolem příliš nesnadným, aby bylo lze žádati jeho plnění od jednoho muže.

Jest nutno rozdělití na dva muže práci, již vyžaduje plnění tohoto úkolu.

Dělbu této práce by bylo možno provésti usouzením dle dvou hledisek: 1. Rozdělití zaměřování děla: α) v zaměřování hrubé (sledování cíle tak, aby normální poloha osy hlavně dělové konstantně procházela cílem po celou dobu jeho letu, a β) v zaměřování jemné, spočívající v tom, že se hlavní udělí žádoucí nadběh stranový a součet z nadběhu výškového a úhlu záměrného.

Při provedení této dělby práce otáčí muž, jenž má úkol vyměřený pod písmenem α), dělo stranové a výškové a současně s dělem musí otáčeti též střelcem, sedícím na sedátku spojeném s hlavní děla. Cíl pak se nachází stále ve svislé rovině symetrie děla a střelce a sice stále v téže poloze vůči střelci, jehož úkolem jest pak již jen úkol uvedený pod písmenem β): vychýlení hlavně ze záměrné přímký o žádoucí odklon výsledný z nadběhu a úhlu záměrného.

Lafeta děla, jež má dáti možnost této dělby práce, musí býti konstruována tak, že oběma zaměřujícím mužům jest dána nezávisle na sobě volnost otáčení jim příslušného systému kol dvou k sobě kolmých os. Pro muže úkolu α) byly by osami těmito vertikální osa stř. pivotu, jenž nese vidlici, v níž jest uložena horizontální osa; kolem této osy se otáčí hlaveň děla se sedátkem a střelcem. Pro střelce by osami těmi byly horizontální osa čepů, jež tkví ve vidlici otáčivé kol osy kolmé na oně ose horizontální.

Oba muži by tudíž zaměřovali stranové i výškové. Výhodou této dělby práce by bylo: Jednodušší, avšak fysicky namáhavá úloha α) připadala by jednomu muži, zaměřujícímu pomocí jednoduchého puškového hledí spojitě na cíl. Střelci pak by připadl vlastní úkol určení (odhadnutí) žádoucí velikosti nadběhů, udílení jich (jednoduchým zaměřovačem) ose hlavně dělové (otočením kol jeho příslušných dvou os) a odpalování děla. Úkol tento vyžadoval by větší inteligence a menší námahy tělesné.

Aby osa hlavně dělové byla dosti stabilní v poloze jí udělené výše uvedenými čtyřmi otáčením, bylo by nutno, aby otáčení ona se děla ručními kolečky a převody.

Kdyby toho nebylo, pak by málo tlumené zpětné nárazy automaticky střelícího děla značnými impulsy velmi namáhaly střelce, resp. řidiče, jenž jen hrubě zaměřuje, činily by jemné, přesné zachycení cíle při střelbě nesnadným, ne-li nemožným a způsobovaly by veliký rozptyl střel.

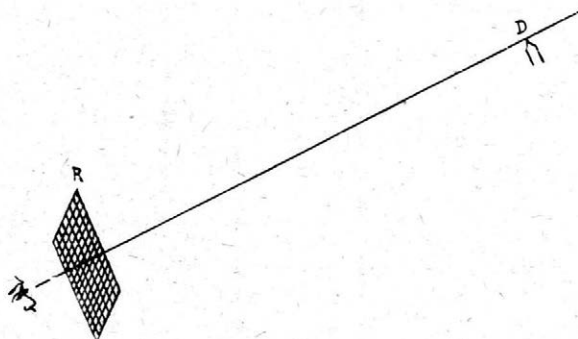
Pro rychlé zaměření děla na objevivší se cíl (po případě pro rychlé sledování cíle letícího velmi blízko kolem děla) bylo by však současně nutno, aby stranové a výškové řididlo pro hrubé zaměřování bylo opatřeno vypínacími ústroji, která by dovolovala vypnouti ozubené převody a otočiti (resp. elevovati) dělo pouhým tlakem (tahem) ruky.

Nevýhodou této dělby práce by bylo, že dělo s lafetou, konstruovanou pro tyto podmínky, bylo by značně složité. Správné plnění úkolů zaměřování pro oba muže bylo by dosti nesnadné.

2. Druhé hledisko pro dělbu práce zaměřovací jest obdobno hledisku akceptovanému při řízení letadlových děl větší ráže, kdež vzata za zásadu dělba na řízení: a) stranové b) výškové. Podobně zde možno spojití zaměřování současně s řízením a rozdělití je pak na zaměřování a řízení: a) stranové b) výškové. Oba řidiči, i stranový i výškový, zaměřovali by pak každý svým jednoduchým zaměřovačem, sestávajícím z mušky M a rámu R , v němž by vodorovnými a svislými napjatými dráty byla vymezena obdélníková políčka. Zaměření by bylo provedeno, když by přímka oko—cíl stotožnila se s přímkou, danou určitým polem zaměřovače a hrotem tenké mušky.

Úkolem řidiče stranového by bylo při zaměřování voliti pole zaměřovače stranově tak položené, aby svítící střely u cíle kryly se s cílem. Pro správnou volbu stranové polohy tohoto pole musí řidič stranový vzíti v úvahu směr letu cíle, rychlost cíle (a po př. též vzdálenost cíle) a pak hlavně pozorování vzájemné polohy svítících střel u cíle. Řidič stranový — jak patrně — přejímá zde část úkolu jemného zaměřování (udílení nadběhu

Obr. 3.



stranového). Prvé výstřely musí býti vypáleny na jeho rozkaz. Jakmile střela a cíl se kryjí, nastává vlastní úkol řidiči výškovému, jehož úlohou při prvních výstřelech bylo jen udělití hlavní dělové elevaci odpovídající úhlu polohy cíle, jeho přibližnému nadběhu výškovému a úhlu záměrnému (vzdálenosti cíle). Dle krytí cíle střelou, po případě střely cílem, zvětšuje řidič výškový úhel elevační nebo jej zmenšuje.

Při tomto způsobu zaměřování dbá tedy řidič stranový toho, aby při prvních výstřelech cíl s hrotem mušky jevil se mu v určitém vertikálním poli (pruhu) mezi dráty rámu jeho zaměřovače, po pozorování střel pak aby střela a cíl se kryly. Řidič výškový pak při prvních výstřelech dbá, aby cíl s hrotem mušky jevil se mu v určitém horizontálním pruhu mezi dráty jeho zaměřovače, po pozorování krytí střely s cílem pak mění elevaci dle výše zmíněného předpisu. Určitou stranovou resp. výškovou odchylku zmíněných pruhů určí (volí) oba řidiči dle směru rychlosti a polohy cíle.

Výhody: Lafeta sestavená tak, aby vyhovovala těmto podmínkám zaměřování, jest jednodušší než lafeta sestavená dle eventualit dříve uvedené. Již proto, že postačí otáčení děla pouze okolo dvou os (okolo vertikální osy pivotu a horizontální osy čepů).

Nevýhody: Oba řidiči jsou střelci. Nejdříve střílí řidič stranový (resp. střílí se na jeho rozkaz), později střílí řidič výškový. Úkol obou mužů vyžaduje dosti značné intelligence a rychlého usuzování a střelba v celku vyžaduje nutně souhry obou řidičů v zaměřování a při střelbě.

Při zaměřování a střelbě s využitím svítivosti střel snažíme se docílit, aby střela a cíl se kryly. Cíl se jeví střelci co ploška poměrně malé velikosti. Poznatku získaného v tomto takřka nepatrně krátkém momentu pak využíváme ku nastřelení dálkovému. Při tom musíme si být dále velmi dobře vědomi toho, že se změnou podmínek, za nichž střelíme, se velmi mění též prvky střelby, takže bylo by pak nutno při každé změně těchto podmínek znovu přikročit ku nastřelování dráhy střely. Podmínky tyto pak mění se při témž prudce a blízko letícím cíli spojitě a velmi rychle (změna směru letu cíle, změna jeho vzdálenosti).

Aby střelba na tomto principu založená mohla vésti k úspěchu, bylo by tudíž nezbytně nutno:

1. aby dělo střelilo dle potřeby jak jednotlivé rány, tak i dosti veliké (co možno největší) serie výstřelů rychle za sebou;

2. aby rozptyl drah byl co možno malý a to jak dokonalostí stability osy hlavně dělové, tak dokonalostí střeliva (stranový rozptyl zbraně nesměl by být v žádném případě větší než polovina délky letadla). Neboť v případě většího rozptylu není možno docílit krytí střely a není možno usuzovati z tohoto krytí na dráhy střel, jež teprve v následujícím okamžiku v serii vypálíme.

Dle těchto zásad ještě nebyly provedeny lafety letadlových děl malé ráže. Nesnadnost střelby, založené na využití svítivosti střel, jest zřejmá a porovnávání této střelby se stříkáním vodního proudu ze stříkačky není dosud ani zdaleka správné.

Svítící střely oproti střelám nesvítivým mají větší rozptyl drah. Jejich střelba — zvláště za noci — působí sice efektnějším, mocnějším dojmem, ale jejich skutečná výkonnost oproti střelám nesvítivým jest menší, neboť veliká část objemu střely a její náplně se spotřebuje za letu střely k cíli ku svícení, jež vlastně cíli neublíží. Při nesvítivých nárazových střelách stejné váhy mohli bychom docílit větší průbojnosti, po případě větší explozivnosti, nebo zápalnosti střely.

Nesnadnost zaměřování letadlových děl malé ráže pomocí svítivosti střel vede nás zase k myšlence na upuštění od výhody svítivosti střely a ku zaměřování děl pomocí zvláštních zaměřovačů, jež by bez pozorování střel, prostě na základě balistických znalostí o jejich drahách letu a na základě dosti přesných odhadů (měření) rychlosti cíle, jeho směru a letu a jeho vzdálenosti, jednoduchým nastavením určitých těchto prvků na zaměřovači, umožnily za každé polohy cíle udělení žádoucí polohy ose hlavně dělové.

Úspěch střelby s užitím takového zaměřovače předpokládá tedy: 1. spolehlivé znalosti balistických dat o děle a střele (dráhy střel, doby letu střel); 2. dobrého zaměřovače, co možno jednoduchého a teoreticky co možno nejlépe vyhovujícího; 3. spolehlivého a dosti přesného určení a udělení určitých prvků střelby, vztahujících se na cíl (směr letu, rychlost, vzdálenost) na zaměřovači děla.

Střelba prováděná dle tohoto principu jest sice složitější, v jednotlivých úkonech však neklade na inteligenci obsluhy děla ani takových nároků, jako střelba s použitím svítivosti střel. Čím lépe budou splněny výše vytčené tři požadavky, tím blíže budou střely proletovati kol cíle. Nastřelování odpadá. Celého krátkého času, jež cíl ku střelbě skytá, možno použít k intenzivní střelbě seriové.

Svítivost střel není nutná. Jsou-li v použití svítící střely, jest střelci pak možno pozorování letu střel využít ku opravám střelby.

Jest žádoucí, aby výše vytčené tři podmínky, na něž jest vázána střelba právě uvažovaná, byly splněny tak přesně, aby již postačilo prostě použití automatického úmyslného rozptylu střel a přirozeného rozptylu jejich

drah ku vytvoření rozptylového prostoru, jenž by byl dosti hustě pronikán střelami a v jehož nebezpečném nitru by byl ostřelovaný cíl.

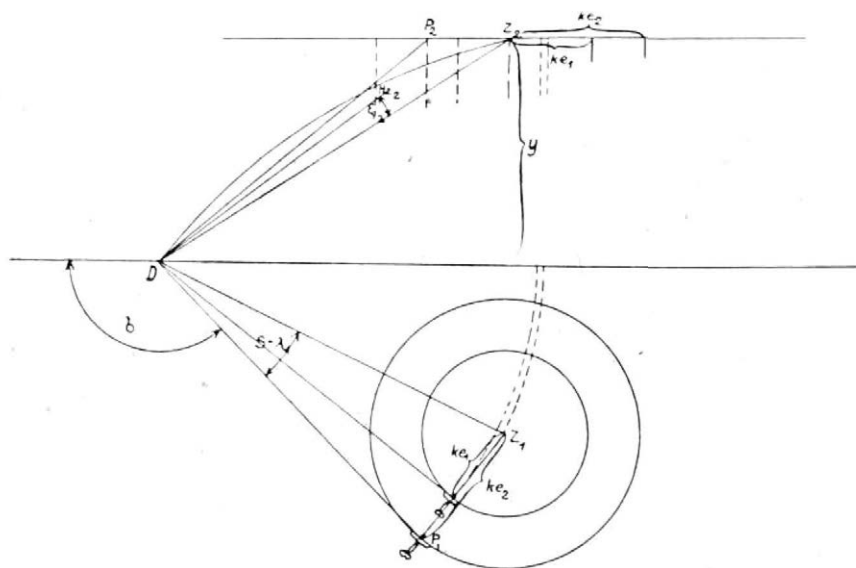
Čím přesnější bude výkon zaměřovače, čím přesněji bude zbraň střelena a čím přesněji bude možno určit a udělit zaměřovači měřené „prvky cíle“, tím užší lze zvolit rozptylový prostor, tím hustěji bude prostor tento pronikán střelami a tím větší bude pravděpodobnost zasažení cíle.

V další části tohoto pojednání podávám v teorii svůj návrh zaměřovače pro letadlová děla malé ráže.

Návrh (teorie) zaměřovače pro letadlová děla malé ráže.

Úkolem zaměřovače jest dáti ose hlavně dělové v okamžiku výstřelu takovou polohu, aby střela proletěla (po uplynutí její doby letu) současně s cílem bodem zásahu Z . Při tom jest nutno se spokojiti tím, že zaměřovač bude řešiti svůj úkol pro horizontální lety cíle.

Obr. 4



Mysleme si, že ku témuž bodu zásahu Z , ležícímu ve vzdálenosti Z od děla a ve výši y nad úrovní ústí děla, směřují se všech stran horizontálním letem letadla letící touž určitou rychlostí c metrů za vteřinu. V bodě Z zásahu střetne se letadlo, jež do tohoto bodu přilétá, se střelou vrženou dělem. Poněvadž polohu tohoto bodu zásahu pokládáme za známou, můžeme pomocí vzdušné tabulky určit záměrný úhel ζ bodu zásahu Z a dobu letu střely k , již střela potřebuje, aby z děla doletěla do bodu zásahu. Předpokládejme dále, že známe rovněž též rychlost c myšlených letadel, jež do bodu Z směřují.

Pak v okamžiku, když dělo vystřelilo na bod Z , byla myšlená letadla ještě vzdálena od tohoto bodu o délku $k \cdot c$ (Dráha = doba $\times$ rychlost.)

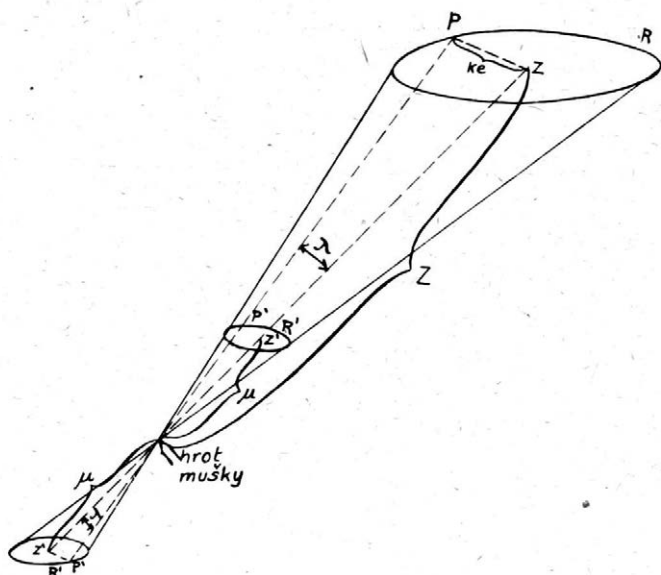
Bod, v němž se letadlo nachází v okamžiku výstřelu děla, nazýváme „bodem výstřelu“ a označme jej P . Jest tedy při dané rychlosti letadla c geometrickým místem všech bodů výstřelů (v nichž by mohlo býti v oka-

mžiku výstřelu letadlo letící rychlostí c do bodu zásahu) vodorovná kružnice o poloměru k , c. je, jejímž středem jest bod zásahu.

Značí-li D místo děla, pak jest při zaměřování sestrojiti trojúhelník podobný a podobně položený jako jest trojúhelník nadběhu DPZ . Čili v okamžiku výstřelu nebude osa hlavně dělové ve svislé rovině proložené přímkou $\overline{DP}$, kterouž přímkou spojitě dostáváme sledováním letu cíle, ale bude ve svislé rovině proložené přímkou $\overline{DZ}$. (Viz obr. 4.)

Celkový žádoucí nadběh nazveme $\lambda = PDZ$. Jeho průmět na úroveň ústí děla jest $\lambda_1 = S$ nadběh stranový. Nadběh výškový pak definujeme jako rozdíl úhlů polohy $v = \tau_Z - \tau_P$ bodu zásahu a výstřelu.

Obr. 5



Poznamenávám, že zde nadběhy jsou definovány jinak, než jak jsou definovány při střelbě letadlovými děly větší ráže.

Ve svislé rovině jdoucí přímkou $\overline{DZ}$ bude osa hlavně dělové udělen též žádoucí záměrný úhel ζ .

Výsledná elevace ε hlavně dělové bude pak $\varepsilon = \tau_P + v + \zeta$.

Stranové pootočení děla σ a polohový úhel τ_P jsou stále dány sledováním cíle. Výsledná žádoucí poloha H_Z osy hlavně dělové jest určena pak stranovým pootočením $\sigma + S$ a elevací ε .

Jest tudíž určovati $S; v + \zeta$. Studujeme-li dosti bedlivě význam těchto veličin při různých možných případech (při různém c, z, y , směru letu cíle), vidíme, že vliv nadběhu oproti vlivu záměrného úhlu jest převážně veliký a při konstrukci zaměřovače půjde nám tudíž v prvé řadě o to, aby zaměřovač zejména správně řešil opravu nadběhu. Při témž studiu shledáme dále, že hlavní vliv na hodnoty nadběhu mají: 1. směr letu cíle, t. j. směr, jímž se cíl blíží bodu Z ; 2. rychlost c cíle; 3. vzdálenost cíle (doba letu střely). Dále shledáme v malém rozsahu působení děla, v němž zamýšlíme děla použiti, že doba letu střely a tím též hodnota nadběhu jest tak málo závislá na úhlu polohy bodu zásahu, resp. na výšce cíle y nad úrovní ústí děla, že

závislost tuto smíme zcela zanedbat a vzít v úvahu jen závislost doby letu střely na vzdálenosti.

Při tom vezmeme jistou závislost střední, odpovídající určitému střednímu případu úhlu polohy τ_Z bodu zásahu (asi $\tau_Z = 40^\circ$).

Kružnici bodů výstřelu K spojíme kuželem s hrotem mušky na děle (viz obr. 5.). Protne-li tento kužel kteroukoliv horizontální rovinou, protne jej tato rovina zase v kružnici K' a přímkou $\overline{DZ}$ protne v bodě Z' , přímkou $\overline{DP}$ v bodě P' .

Bod Z' bude zase středem kružnice K' . Budiž $\overline{DZ'} = \mu$, $\overline{DZ} = Z$.

Pak jest poloměr kružnice K' rovný

$$r = \overline{Z'P'} = \frac{\mu}{Z} \cdot k \cdot c = \mu \cdot c \cdot \frac{k}{Z}.$$

Průběh velikosti poměru $\frac{k}{Z}$ v závislosti na Z si můžeme pro potřebný rozsah působení děla odvoditi z grafické vzdušné tabulky.

Odvození toto nás poučí, že poměr $\frac{k}{Z}$ jest veličinou, jež se v uvažovaném potřebném rozsahu dostřelu mění dosti málo, takže můžeme (neklademe-li velkých požadavků na přesnost) poměr tento nahraditi jeho střední hodnotou, jež se od jeho krajních hodnot (cíl zcela blízko u děla, cíl na hranici potřebného dostřelu) ovšem bude poněkud lišiti. Označíme tuto střední hodnotu poměru

$$\left(\frac{k}{Z}\right)_{stř.} = \alpha.$$

Pak jest poloměr kružnice K' rovný $r = u \cdot c \cdot \alpha$. Poloměr tento bude tudíž závislý již jen na délce úsečky u a na rychlosti c letadla.

Realisujeme na projektovaném zaměřovači zmíněný kužel tak, že vrcholem jeho učiníme hrot mušky a kružnici K' horizontální kružnici z drátu, jejíž střed bude od hrotu mušky ve vzdálenosti u .

Poloměr kružnice jest tudíž učiněn pevným, konstantním.

Nechť u_0 značí určitou střední vzdálenost u , odpovídající určité střední rychlosti c_0 . Bude $r = u_0 \cdot c_0 \cdot \alpha$; $u_0 = \frac{r}{c_0 \cdot \alpha}$. Ze vzorce tohoto vidíme, že zvětší-li se $c > c_0$, zmenší se $u > u_0$ a naopak. Závislost tato nám umožňuje vzít na projektovaném zaměřovači v úvahu proměnnost rychlosti c změnou úsečky u .

$$\text{Bude } r = u_0 \cdot c_0 \cdot \alpha = u \cdot c \cdot \alpha, \text{ tedy } \frac{u}{u_0} = \frac{c}{c_0}$$

Proměnnost délky úsečky u docílili bychom buď tak, že bychom učinili hrot mušky pevným (nehybným) a posouvali vůči němu horizontální kružnici z drátu tak, aby střed kružnice této byl ve vzdálenosti u od hrotu mušky (při čemž kružnice z drátu by musela zachovávat stále svoji horizontální polohu), nebo učiníme kružnici z drátu pevnou, nehybně horizontální a vůči jejímu středu budeme posouvat hrot mušky do vzdálenosti u .

Při konstrukci se ukáže druhý způsob výhodnějším a to proto, že stěží by bylo možno uskutečniti takové řešení, při němž by posouvatelna kružnice z drátu též zůstávala současně (i při otřesech střelby) konstantně horizontální.

Ukáže se též výhodným zvoliti polohu této kružnice mezi okem střelce a hrotem mušky (dolení kružnice K' na obr. 5.)

Směr letu cíle pak bude zde možno vzít v úvahu velmi jednoduše a přesně již při zaměření následujícím způsobem:

Jak v obr. 5. naznačeno, nachází se cíl na obvodu kružnice K' , a míří do jejího středu. Při míření pomocí kružnice K , umístěné na zaměřovači děla dole pod muškou D , bude se cíl jevití též na obvodu kružnice K' , avšak bude mířiti ze středu této kružnice.

Žádoucí směr letu cíle vezmeme tudíž při zaměřování v úvahu tak, že budeme mířiti na cíl přes obvod kružnice z drátu a sice tak, že přední strany nosných ploch letadla v projekci míření budou se dotýkati kružnice K' a střelec nenechá nikdy cíl vystoupiti z obvodu kružnice K' .

Míření se ještě usnadní, umístíme-li na obvodu kružnice K' krátké radialní drátky. Úkolem střelce pak bude zachytiti cíl tak, aby jeho trup byl paralelní s těmito drátky při zachování dříve zmíněných předpisů. (Viz obr. 6.)

Na obr. 6. ukazují pří-

pady:

1. správné zaměření; případ 2. ukazuje nesprávné zachycení cíle na obvodu kružnice K třebaže hrot mušky (tečkovaná) správně kryje vrtuli cíle. Případ 3. ukazuje správné zachycení cíle na obvodu kružnice K , ale nesprávné krytí s hrotem mušky. V případě 4. jest i zachycení cíle na obvodu kružnice K' i krytí mušky nesprávné.

Jest patrné, že při dostatečném cviku bylo by střelci možno tímto způsobem udělití zaměřovači velmi přesně žádoucí směr letu cíle.

V předešlé úvaze vzali jsme poměr $\left(\frac{k}{Z}\right)_{stř.} = \alpha$ co konstantní pro určité dělo a střelu. Avšak můžeme jíti ještě dále a trvati tedy na ještě větší přesnosti střelby pomocí uvažovaného zaměřovače tím, že budeme bráti v úvahu též proměnnost tohoto poměru $\frac{k}{Z}$ z proměnnou vzdáleností Z cíle.

Zaměřovač, jenž splní také tuto podmínku a vezme správně v úvahu ještě též záměrný úhel, dá nám pak při správném použití a při správném odhadnutí rychlosti cíle c a vzdálenosti Z letadla dráhy letu střel, jež velmi přibližně půjdou drahou cíle současně s letadlem.

Zmínili jsme se již o závislosti doby letu k jedině na Z , tedy $k = f(Z)$. (Závislost tuto lze si znázorniti graficky použitím dat z grafické vzdušné tabulky platné pro uvažované dělo a střelu.)

Pak jest $\alpha = \frac{k}{Z} = f\left(\frac{Z}{Z}\right)$ jedině funkcí proměnné Z . Pišme ji $\alpha = \varphi(Z)$.

Rovněž tuto funkci lze si znázornit graficky nebo tabulkou s žádoucí přesností.

Jest pak $r = u \cdot c \cdot \varphi(Z)$. V rovnici této jest r dáno (konstantní poloměr kružnice z drátu K').

Pro odhadnutí c a měření Z jest pak najíti hodnotu u , jež má vyhovovati této rovnici.

$$\text{Tedy } u = \frac{r}{c \cdot \varphi(Z)}$$

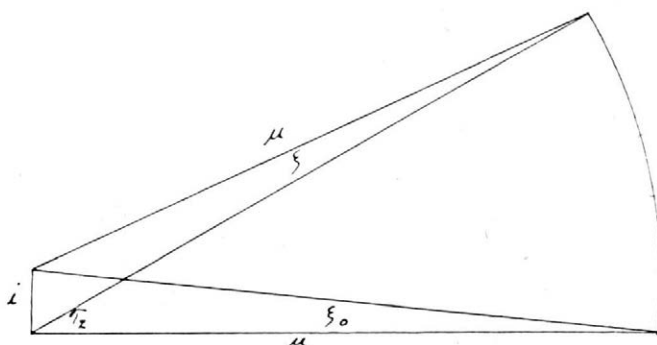
Tím jest dáno u jako funkce dvou proměnných c, Z . Zaměřovač pak musí býti konstruován tak, aby nastavením ukazatele na hodnoty c, Z vysunul se hrot mušky do vzdálenosti u od středu kružnice K' .

Mechanický tento problém možno řešiti několika způsoby.

Postupovati možno tak, že buď vypočteme křivky konstantních rychlostí c odstupňovaných třeba od 30 m/sec, 35 m/sec . . . až do 70 m/sec. Po 5 m/sec celkem 9 křivek. Křivky tyto narýsujeme buď spirálově na kotouč, nebo na plášť válce. Kotouč (resp. válec) otáčíme tak dlouho, až křivka příslušná odhadnuté rychlosti cíle c protne pevnou stupnici vzdálenosti, nanesenou na poloměru kotouče (resp. na povrchové přímce válce) v dané vzdálenosti.

Nebo možno vypočísti křivky konstantních vzdáleností od 0 m po 100 m až ku předepsané hranici působnosti děla a nanést je podobně. Pevnou stupnici pak učiniti stupnici rychlosti. Křivky musí býti v každém případě počítány tak, aby otočením kotouče (válce) současně příslušnými převody byl vysunut hrot mušky do žádoucí vzdálenosti u . Prvý způsob řešení jeví se výhodnějším, jelikož rychlost cíle se za střelby nemění, jeho vzdálenost však ano.

Obr. 7.



Zaměřovač tento vyžaduje obsluhy jednoho intelligentního muže jen pro otáčení kotouče (válce) a stavění správného průsečíku křivky dané rychlosti cíle se vzdáleností cíle na stupnici vzdálenostní. Poněvadž vzdálenost tato se spojitě rychle mění, musí muž obsluhující tyto křivkové stupnice spojitě otáčet kotoučem (resp. válcem) s křivkami dle proměnné vzdálenosti, hlášené měřičem vzdálenosti. Tím bude spojitě i při automatické střelbě správně určena vzdálenost u a tedy též žádoucí správný nadběh.

S počátku výkladu o tomto zaměřovači bylo již řečeno, že záměrný úhel (zejména při blízkých cílech) má mnohem menší vliv na žádoucí odklon osy hlavně dělové než jest vliv nadběhu.

Dosud vliv záměrného úhlu vůbec zde nebyl vzat v úvahu. Úhel tento můžeme udělit na zaměřovači tím, že posuneme kružnici z drátu ve vertikálním směru o určitou délku, příslušející délce u (vzdálenost středu kružnice a hrotu mušky) a vzdálenosti cíle Z .

Poněvadž se délka u otáčením válce (kotouče) zmenšuje nebo zvětšuje, bylo by nutno stejnou měrou zmenšovati nebo zvětšovati vertikální posun kružnice K' . To by se mohlo diti příslušným převodem od otáčení kotouče (resp. válce) křivkového. Převod tento bude však značně nesnadný vzhledem ku změnám vzájemné polohy kružnice K a kotouče (resp. válce) křivkového.

Dále bylo by nutno měniti velikost vertikálního posunu kružnice K' též se vzdáleností Z (při současném zřeteli na proměnnou hodnotu délky u). Tuto podmínku nebude již možno konstruktivně splniti. Proto, hodláme-li vzíti v úvahu jen přesné hodnoty záměrného úhlu, bude nutno posunovati kružnici K' vertikálně pomocí druhého křivkového kotouče (válce), k jehož obsluze bude potřebí druhého inteligentního muže.

Označme vertikální posun kruhu K' písmenou i ; pak jest pro cíl v úrovni ústí děla $\frac{i}{u} = \sin \zeta_0$, kdež ζ_0 jest záměrný úhel příslušný tomuto cíli.

Je-li však úhel polohy cíle τ_z , pak pro tento cíl bude $\sin \zeta = \sin \zeta_0 \cdot \cos \tau_z$, čili úhel záměrný udělený zaměřovači pro cíl v úrovni ústí děla bude se zmenšovati se zvětšováním polohového úhlu cíle, což velmi přibližně odpovídá skutečnosti. (Pro $\tau_z = 90^\circ$ jsou všechny záměrné úhly pro jakoukoliv vzdálenost cíle $\zeta = 0$).

Jest tedy úkolem zaměřovače postavit záměrný úhel pro cíl v úrovni ústí, odpovídající vzdálenosti cíle Z . Záměrný úhel tento jest funkcí vzdálenosti cíle $\zeta_0 = \chi(Z)$.

Poněvadž $i = u \cdot \sin \zeta_0$, jest $i = u \cdot \sin [\chi(Z)]$.

Našli jsme však již, že $u = \frac{r}{c \cdot \varphi(Z)}$, jest tedy $i = r \frac{1}{c} \cdot \frac{\sin [\chi(Z)]}{\varphi(Z)}$.

Označme si funkci $\frac{\sin [\chi(Z)]}{\varphi(Z)} = F(Z)$.

Jest to jediné funkce proměnné Z .

• Pak bude $i = r \cdot \frac{F(Z)}{C}$ funkcí jediné dvou proměnných Z , c , jelikož r jest konstanta.

Funkci tuto pak můžeme zase řešiti mechanicky a tedy realizovati žádoucí posunutí i obdobně jako jest navrženo realizování žádoucího posunutí mušky u .

Této komplikace zaměřovače však bychom se mohli vyhnouti tím, že bychom zavedli určitou střední hodnotu i , platnou pro střední vzdálenost Z a střední rychlost cíle c .

Při realizaci posunutí u bude činiti obtíže splnění žádoucího požadavku, aby jednomu celému otočení kotouče (resp. válce) křivkového, z krajní do krajní polohy o úhel $< 360^\circ$, odpovídalo celé posunutí mušky mezi krajními mezemi. Posunutí, toto jak výpočet ukáže, jest značné. Jest třeba užiti velkých převodů.

Konstrukce výše uvažovaného zaměřovače jest úzce spjata s řešením lafety pro letadlové dělo malé ráže. Dělo toto musí býti opatřeno lafetou o středním pivotu a řididlem stranovým a výškovým, poháněným ručními kolečky, aby bylo možné dosti jemné zaměření při spojitém sledování cíle i při automatické střelbě. Poněvadž zabrzdění zpětného nárazu při výstřelu není možno provésti tak, jako u děl nestřílejících automaticky, bude lafeta při automatické střelbě vydána prudkým nárazům, jimž musí pevností své konstrukce vzdorovati tolik, aby hlaveň děla těmito otřesy nevychylovala se z dané ji polohy a tedy rozptyl drah střel nebyl příliš veliký.

Paralelnost přímky spojující střed kruhu zaměřovače a hrot mušky (při $\zeta_0 = 0^\circ$) s osou hlavně dělové zaručí se vedením rovnoběžníkovým.

Hrotu mušky pak dá se posun u po jedné straně tohoto rovnoběžníka.

Domnívám se, že jediné zde naznačená cesta provedení zaměřovače jest s to, aby vedlo ku sestrojení letadlového děla malé ráže, jež bude nejen střileti na letící cíl, ale jež bude střileti též tak, že střely letadlo skutečně ohrozí a zasáhnou.

O rozptylu úmyslném.

Bylo již dříve řečeno, že přesnost střelby na letící cíl závisí od mnoha podmínek.

Jest nutno znáti průběh drah letu střel a dobu letu střel. Na základě znalosti těchto hodnot má býti zaměřovač sestrojen, jak plyne z výkladu o teoretickém podkladu zaměřovače.

Znalost těchto průběhů poučuje nás však jen o hodnotách středních, jež z balistických pokusů byly odvozeny.

Již zbraň sama o sobě při klidné střelbě jednotlivých výstřelů na nehybný, pevný cíl dává rozptyl drah i doby letu.

Rozptyl tento při střelbě automatické se značně zvětší.

Při automatické střelbě na cíl pohyblivý zvětší se rozptyl tento ještě více nesnadností stále stejného zachycení cíle při míření.

a) Chyby, jež těmito příčinami vzniknou, jsou zaviněny střelivem a zbraní (hlavní, lafetou, zaměřovačem) a jsou chybami zcela náhodnými.

Vytčené příčiny mohou stejně pravděpodobně vésti k úchylkám kladným, jako záporným. Úchylky (chyby) takto vzniklé nazveme dle jejich příčin úchylkami (chybami) zbraně. Jími budou střely rozsety v křivém kuželi rozptylovém, jehož osou (při střelbě na pevný cíl) jest jistá střední dráha letu střely a v jehož nitru jsou obsaženy všechny dráhy jednotlivých střel.

Při střelbě na letadlo z letadlového děla malé ráže, opatřeného výše navrženým zaměřovačem, nastávají ještě tři nové skupiny příčin úchylek. Jsou to:

b) Nepřesné postavení prvků střelby (rychlosti cíle c , vzdálenosti cíle Z , směrového úhlu jeho) na zaměřovači mužstvem obsluhujícím střelící dělo. Chyby tyto jsou zase zcela náhodné a můžeme tudíž rozptyl jimi zaviněný sčítati s rozptylem zaviněným chybami zbraně. Rozptylový kužel střelícího děla se tím rozšíří.

c) Nepřesné určení prvků střelby (C , Z) velitelstvím střelící baterie. Chyby tyto již nejsou zcela náhodné a způsobí přesun rozptylových kuželů střelících děl ve směru učiněné chyby.

d) Nepřesnost v konstrukci zaměřovače (a to jak v jejím teoretickém podkladu, tak i v provedení) způsobí rovněž úchylky drah letu střel ve směru chyby zaviněné touto nepřesností. Tyto chyby též tedy nejsou náhodné a způsobí jen přesun směru rozptylových kuželů střelících děl.

e) Konečně přistupují ještě úchylky zaviněné vlivy denními a trvalými vlivy zbraně (úbytek poč. rychlosti střely a pod.), kteréž vlivy jsou buď neznámé, nebo jim při způsobu střelby na letadla není možno čeliti. Vlivy těmito se rovněž přesune směr rozptylového kužele střelícího děla.

Tedy příčiny uvedené sub a), b), mají vliv na šířku rozptylového kužele střelícího děla, příčiny uvedené sub c), d), e) přesunují směr tohoto kužele; jsou jaksi chybami jednostrannými.

Jest nyní otázkou: 1. Jak jest možno chyby tyto zmenšiti; 2. do jaké míry jest žádoucí je zmenšovati; 3. jak zvýšiti pravděpodobnost zásahu při dané míře vlivů zaviněných nepřesností střelby.

Jest zřejmo, že ideálním by bylo docíliti, aby chyby výše uvedené zcela zmizely, tedy docíliti, aby každá jednotlivá příčina těchto chyb byla zcela odstraněna.

Avšak odstranění jednotlivých příčin vytčených sub a), b) samotných o sobě, bez současně odstranění příčin vytčených sub c), d), e) bylo by zřejmou nevýhodou.

Neboť pak by rozptylový kužel střelícího děla neměl vůbec žádné šířky, a již malé příčiny uvedené sub c), d), e), by vychýlily tento přesný, tenký proud střel ze žádoucí polohy. Poněvadž pak příčiny tyto nebudeme nikdy moci zcela odstraniti (to jest skoro jisto), dospěli bychom skoro k jistotě, že cíle nikdy nezasáhneme, ačkoliv zbraň a její obsluha by střelily dokonale správně.

Jest tedy žádoucí jistá míra nepřesnosti zbraně a nepřesnosti obsluhujícího mužstva.

Pokrokem bude i v každém jednotlivém případě zmenšení chyb zaviněných příčinami uvedenými sub c), d), e). Ovšem nebylo by rozumné snažiti

se dokonale odstraniti příčinu jednu a nedbatí ostatních, nýbrž bude racionální snižovati současně asi stejnoměrně vliv příčin všech.

Ad c) Zjišťování rychlosti cíle děje se jen odhadem, při němž se nutně učiní chyby.

Ve většině případů by ani nebylo času měřiti rychlost cíle. Už proto odstupňování rychlosti cíle na stupnicích zaměřovače bude musiti býti dosti hrubé. Chyba 5 m/sec v určení nebo postavení rychlosti na zaměřovači dá už sama při 10 vteřinách doby letu střely dráhu letu 50 m před cílem nebo za cílem.

Určení vzdálenosti cíle (k bodu zásahu) může se díti jen na základě měření rychle proměnné vzdálenosti cíle v okamžiku měření (v bodu měření) s korekturou „od oka“ dle vzdálenosti, směru letu a rychlosti cíle.

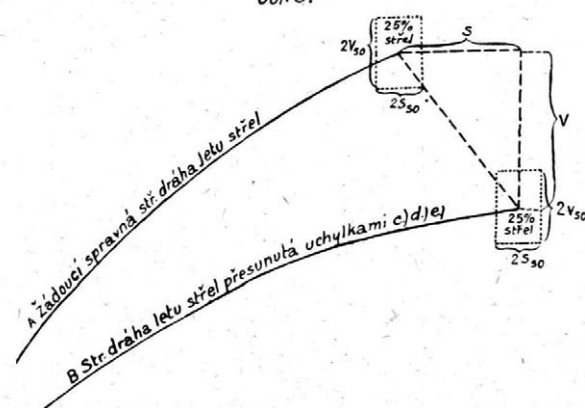
Na příklad při 10 vteřinách doby letu střely (závisí na vzdálenosti cíle), při směru letu cíle 12 (směrem od děla) a při rychlosti $c = 70$ m/sec by korektura tato byla asi 840 m, počítáme-li jen 2 vteřiny co dobu zpoždění mezi měřením vzdálenosti a výstřelem. Zřejmě, že zde bude stálý pramen velkých chyb. Nebylo by ani účelno příliš zvětšovati přesnost měření vzdálenosti cíle, když by se nevzal správně ohled na udělení žádoucí korektury vzdálenosti měřené pro určení vzdálenosti bodu zásahu.

Ad d) Zaměřovač konstruovaný dle teorie uvedeně v předešlé kapitole z prvků c , Z , τ_p určuje: 1. automaticky žádoucí nadběhy, resp. 2. z prvků c , z žádoucí záměrný úhel ζ při polohovém úhlu τ_z .

Zaměřovač tento všeobecně počítá jen s malou teoretickou chybou „nezávislosti doby letu střely na úhlu polohy cíle“.

Má-li zaměřovač řešiti jen svůj úkol 1., pak nutno řešení úkolu 2. nahraditi „střední hodnotou“ záměrného úhlu ζ_0 . Velikost této „střední hodnoty“ by však nebyla stálá, nýbrž byla by závislá na posunu u dle vzorce $\sin \zeta_0 = \frac{i}{u}$, kdež i = konstanta, u = posun proměnný se vzdáleností Z a rychlostí c . V případě tomto by tedy též zaměřovač nebyl teoreticky bezvadně správný a dával by chyby záměrného úhlu.

Obr. 8.



Ad e). Úchylkám těmto při diskutovaném způsobu střelby na letadla skutečně nelze čeliti. Žádoucno by bylo jen, aby hlavně děl byly v dobrém stavu a nebyly přehřátý.

Souhrn úchylek zaviněných příčinami c), d), e) přesune stř. dráhu letu střel z žádoucí správné polohy A) do polohy jiné B). (Viz obr. 8.)

Proložíme-li si cílem svislou rovinu, jež jest současně kolmá na rovinu střelby, pak můžeme v proložené rovině, kol průsečíků drah A, B s touto rovinou jako kol středů opsati obdélníky, jichž plochou prochází 25% všech střel. Šířka těchto obdélníků bude $2S_{50}$ a výška $2V_{50}$, značí-li S_{50} , V_{50} pravděpodobnou úchylku, čili polovinu padesátiprocentního rozptylu střel na

stranu a na výšku v místě cíle. (Zde použité délky S_{50} , V_{50} jsou poloviční oproti délkám obvykle užívaným.)

Kdybychom stříleli jen jedním dělem, bylo by žádoucí, aby vzdálenost drah A a B u cíle (označme ji m) byla tak malá, aby žádoucí dráha B ležela ještě v kuželi 50% rozptylu (obsahujícím 50% všech drah), jenž jest kol dráhy B.

Úchylku m můžeme si zde rozložit v úchytku stranovou S a výškovou V .

Bylo by (při jednom děle) žádoucí, aby $S < 1.56 S_{50}$, $V < 1.56 V_{50}$. Nebo naopak, jsou-li neodčitelnými příčinami c), d), e) dány maximální možné úchytky S_{max} , V_{max} , pak při střelbě jedním dělem na letící cíl jest žádoucí, aby rozptyl děla zaviněný příčinami a) b) byl tak veliký, aby bylo $S_{50} = 0.64 \cdot S_{max}$, $V_{50} = 0.64 \cdot V_{max}$.

Máme-li však po ruce zbraně (a dobrou obsluhu jejich) střelející přesněji, takže jejich S_{50} , V_{50} jest menší než $0.64 \cdot S_{max}$, resp. $0.64 \cdot V_{max}$, pak seskupením několika děl v jednu baterii střelející na týž cíl a úmyslným rozptylem docílíme zvětšení pravděpodobnosti zásahu.

Úkolem úmyslného rozptylu jest střelbou z několika děl jejich rozptylovými kužely obklopiti přesunutou střední drahou B letícími střelami tak, aby žádoucí dráha A ležela v nitru některého z rozptylových kuželů na místě, jež jest ještě dosti hustě pronikáno letícími střelami (na př. v obdélníku 50% rozptylu).

Máme-li tudíž při konstrukci letadlového děla malé ráže a při výcviku jeho obsluhy dbáti na to, aby rozptyl střel měl určitou hodnotu, musíme mít stanoveny, kolik děl má být skupeno v baterii, aby střílela na týž cíl. Otázku tuto rozhodneme: baterie mějž 4 děla umístěná na rozích čtverce, v jehož středu jest velitelsví baterie.

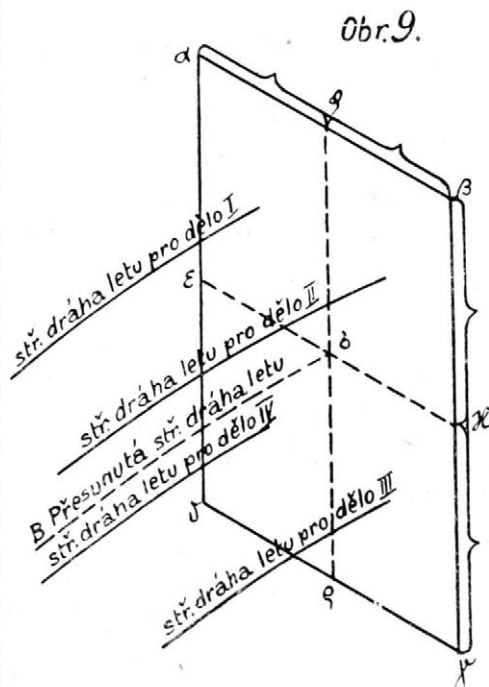
Přesuňme pak úmyslně střední dráhy letu střel z jednotlivých děl I, II, III, IV, okolo dráhy B:

Pro dělo I o S_{50} vlevo, o V_{50} vzhůru,
pro dělo II o S_{50} vpravo, o V_{50} vzhůru,
pro dělo III o S_{50} vpravo, o V_{50} dolů,
pro dělo IV o S_{50} vlevo, o V_{50} dolů.

Ve svislé rovině proložené cílem obdržíme pak kol průsečíku σ této roviny se stř. drahou letu B [přesunutou příčinami c), d), e)] obdélníčky, jimiž proniká 25% střel jednotlivých děl. A sice proniká obdélníkem $\alpha\varphi\sigma\epsilon$

ze střel vržených dělem I	25%
ze střel vržených dělem II	11.5%
ze střel vržených dělem III	11.5%
ze střel vržených dělem IV	5%

Celkem ze všech střel vržených všemi 4 děly 52%

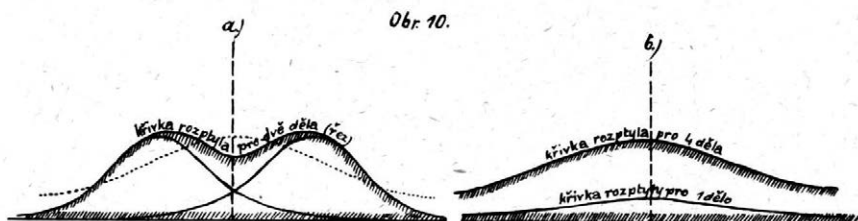


čítáno tak, jakoby střely tyto byly vrženy jen jedním dělem. Podobně proniká dalšími třemi obdélníčky $\varphi\beta\chi\sigma$, $\sigma\kappa\gamma\rho$, $\varepsilon\sigma\rho\delta$ rovněž 52% střel. Tedy celým obdélníkem $\alpha\beta\gamma\delta$ proniká 52% všech střel vržených všemi 4. děly. Budiž vliv příčin e), d), c) tak malý, že stranová a výšková úchylka žádaného bodu zásahu (resp. žádané dráhy letu) nebude větší než $2S_{50}$, resp. $2V_{50}$. Pak cíl bude stále v rozptylovém prostoru drah letu střel 4 děl, kterýž prostor bude obsahovati 52% všech drah letu střel.

Pro přesnost střelícího děla a pro přesnost jeho obsluhy při zaměřování pak z toho vyplývá požadavek, aby $2S_{50} = S_{max}$, $2V_{50} = V_{max}$, kdež S_{max} , V_{max} jsou zase maximální možné úchylky stranové a výškové, zaviněné příčinami c), d), e).

Mohli jsme ovšem nechat všechna děla střelíti na týž cíl bez úmyslného rozptylu. Pak by $S_{50} = 0.64 \cdot S_{max}$, $V_{50} = 0.64 \cdot V_{max}$.

Vlastní rozptyl těchto děl mohl býti tedy větší než v případě, v němž byl použit rozptyl úmyslný, avšak úmyslný rozptyl má výhodu, že rozděluje dráhy letu střel kol dráhy B rovnoměrněji.



Obr. 10. ukazuje nám názorně rozdělení rozptylových pahorků v případě a) střelba čtyřmi přesnými zbraněmi s úmyslným rozptylem a v případě b) střelba čtyřmi nepřesnými zbraněmi bez úmyslného rozptylu.

Z předešlé úvahy dospíváme celkem k těmto důsledkům:

1. Jest žádoucí, aby letadlové dělo malé ráže při střelbě na letadlo dávalo jistou míru vlastního (přirozeného) rozptylu střel, zaviněného buď zbraní neb obsluhou zaměřovače.

2. Velikost žádané míry tohoto vlastního rozptylu závisí od toho, zda užíváme kromě něho ještě rozptylu úmyslného a tedy od počtu děl seskupených v jednu baterii střelící pod jedním velením na týž cíl.

3. Je-li vlastní rozptyl (zbraně a obsluhy) dán a je-li známo, že jest $V_{50} \geq 0.64 V_{max}$, $S_{50} \geq 0.64 S_{max}$, pak již není třeba užívatí dále ještě rozptylu úmyslného, ať jest počet děl v baterii jakkoliv veliký.

Je-li $V_{50} < 0.64 V_{max}$, $S_{50} < 0.64 S_{max}$, pak zvýšíme pravděpodobnost zásahu větší rovnoměrností v rozdělení drah střel na prostor, jež nutno ohroziti a to zavedením rozptylu úmyslného. Baterie nechť má 4 děla.

Rozlišujeme zase úmyslný rozptyl stranový $\pm \sigma$ a výškový $\pm \varphi$, jako hodnoty, o něž úmyslně při střelbě posuneme dráhy střel na stranu a na výšku.

Pak musí býti $\sigma + S_{50} \geq S_{max}$, $\varphi + V_{50} \geq V_{max}$, čili $\sigma \geq S_{max} - S_{50}$, $\varphi \geq V_{max} - V_{50}$ a, běříme-li hodnoty krajní, musí býti $\sigma = S_{max} - S_{50}$, $\varphi = V_{max} - V_{50}$, při splnění požadavku, že cíl má býti stále v prostoru rozptylového kužele, obsahujícího aspoň (okrouhle) 50% všech střel.

Zde předpokládáme, že S_{max} , V_{max} , S_{50} , V_{50} jest dáno. Je-li však určití pro tento případ nejracionalnější hodnoty vlastního rozptylu S_{50} , V_{50} , ukáže nám zkušenost, že nejracionalnější hodnoty budou $S_{50} = 0.5 S_{max}$, $V_{50} = 0.5 V_{max}$, a pak jest též $\sigma = S_{50} = 0.5 S_{max}$, $\varphi = V_{50} = 0.5 V_{max}$.

Důsledky zde odvozené slouží k orientaci. Znalec bude vždy nucen odhadnouti nejvhodnější poměry citem, jelikož nelze pokusně nebo zkušeností zjistiti hodnot S_{50} , V_{50} .

příslušně popsaly. Na př. bod stupnice pro vzdálenost $Z + \Delta Z$ (resp. $Z - \Delta Z$) dostal by označení Z .

Podobně by tomu bylo s rychlostí c . U všech děl by tudíž byl zaměřovač stavěn na křivky resp. stupnice označené velenou vzdáleností, resp. rychlostí. Zaměřovače by se však lišily. Osy hlavní dělových by byly rovnoběžny s přímkou $\overline{DZ}$ pro $\zeta = 0^\circ$.

Tento způsob automatického rozptylu bral by však zřetel vlastně jen na úchytky způsobené vlivem uvedeným sub c), kdežto vlivům uvedeným sub d), e) by nečelil.

Na příklad při letu cíle 6, 12 (k baterii, od baterie) nedával by žádné stranové úchytky, protože rovnoběžník rozptylový by tu ležel zcela ve vertikální rovině proložené cílem a baterií. Nehledě k této jakési nevýhodě, jest i tento způsob úmyslného rozptylu dobře použitelný.

Úmyslného rozptylu zřejmě můžeme použít jen tehdy, když můžeme střeliti na týž cíl současně z několika děl pod týmž velením. Avšak to bude za určitých podmínek někdy nemožno. Na př. při použití těchto děl v bitevní linii. Tu bude nutno každému dělu přenechat střelbu, často i volbu cíle. Proto jeví se žádoucím u děl polních, nezaváděti rozptylu úmyslného, ale raději připustiti zvětšení rozptylu vlastního.

Direktivy pro konstrukci letadlových děl malé ráže, plynoucí z úvah o zaměřování.

Jak bylo vysvětleno, jest možno jíti dvěma cestami: A) použití svítivosti střel ku zaměřování; B) používati ku zaměřování zvláštního zaměřovače.

Ad A) Zaměřování pomocí svítivosti střel bude úspěšné jen pro krátké doby letu střel a pro blízké cíle. Zaměřování spočívá vlastně v stálém nastřelování se děla na cíl. Vzdálenější cíl při větším rozptylu střel činí zaměřování takovéto již nemožným. Výhodou jest, že každé dělo střelí samostatně a že není potřebí veletí nějaké prvky střelby. Výhodu tuto oceníme náležitě teprve když uvážíme, že jakékoliv velení a dorozumívání se při automatické, silné střelbě jest takřka nemožné a ku střelbě vybývá vždy jen několik okamžiků.

Střelec musí žádati, aby dělo střelilo automaticky serie co možno o největším počtu ran.

Lafeta děla musí býti konstruována tak, aby vyhověla podmínkám, daným délkou práce zaměřovací (vedle druhých podmínek všeobecnějších).

Minimální počet mužů při obsluze děla budou 3 muži: 2 muži při zaměřování, 1 muž při nabíjení.

Ad B) Svítivost střely není nutná. Rozsah působení děla možno zvětšiti.

Jakékoliv nastřelování děla při střelbě odpadá. Není třeba lpěti tak na požadavku velkého počtu ran v jedné celé serii, jako při zaměřování prováděném pomocí svítivosti střel. Jest třeba konstruovati zaměřovač dle principu dříve popsaného; současně s otázkou zaměřovače jest třeba konstruktivně řešiti otázku lafety (direktivy uvedeny dříve). Jest nutno odhadovati rychlost cíle (v metrech za vteřinu, aspoň na 5 m/sek přesně) a vzdálenost bodu zásahu (na základě vzdálenosti měřené [odhadnuté] a odhadnuté korektury).

Obsluhu děl v baterii nutno organisovati dle poměrů při velení. Je-li dorozumění voláním (při automatické střelbě děla) dosti dobře možné (střelba s kratičkými přestávkami pro přijetí povelů), pak určení cíle, jeho rychlosti c a vzdálenosti Z přísluší veliteli baterie, jenž (před střelbou) velí dělům rychlost c a za střelby stále proměnné Z .

Není-li toto dorozumění voláním dobře možné, pak by bylo nutno každému dělu dáti velitele (jenž by byl eventuelně současně též střelcem), o d h a d o v a l by c i Z , a velel by tyto veličiny stavěčům zaměřovače (a event.

by též odpaloval dělo). Tím by se zvětšil vlastní rozptyl děl a zmenšila posunutí S , V , neboť vliv příčiny sub c) by se seskupil s vlivy sub a) b). (Viz předešlá kapitola).

Obsluha děla by pak sestávala:

1. z 1 řidiče (obsluhujícího řididlo stranové i výškové a zaměřujícího přes kruh a mušku na cíl a eventuálně též odpalujícího nohou);
2. ze 2 stavěčů zaměřovače (při méně dokonalém zaměřovači se stř. hodnotou $i = \mu \cdot \sin \zeta_0$ by byl jen 1 stavěč zaměřovače);
3. z 1 nabíječe střel (nasazuje zásobníky, nebo vede pás s patronami) a event.
4. i z 1 velitele děla.

Stávající děla, jež přicházejí v úvahu pro konstrukci letadlového děla malé ráže.

- I. 8mm kulomet (Schwarzlose, resp. kterýkoliv jiný kulomet pěchoty).
- II. 2cm kulomet Beckerův (německá konstrukce již velmi dokonalá).
- III. 2,5cm kulomet Szakátsův (maďarsko-německá konstrukce).
- IV. 3,7cm automatické dělo Mac-Lenovo (americká konstrukce).
- V. 3,7cm automatické dělo Wichersovo (francouzská konstrukce).
- VI. 3,7cm dělo na podstavci (německé).
- VII. 3,7cm letadlové dělo Škodovo (neautomatické, starý typ).
- VIII. 4,7cm dělo (německé).
- IX. 5cm letadlové dělo Škodovo (projekt).

Žádné z těchto děl nevyhovuje dosud požadavkům uvedeným na počátku tohoto pojednání, resp. direktivám o nichž jsme se právě zmínili.

Děla uvedená ad I., III., IV., V., nebyla při konstrukci ani míněna jako děla letadlová. Na použití děl I., II., VI., VIII. jako děl letadlových se již pracovalo.

Celé toto pojednání sleduje tendenci odvoditi pro konstruktéra děl nutně direktivy. Úspěšná střelba z letadlových děl malé ráže jest „hudbou budoucnosti“, neboť děl těchto ještě není. Dle mých znalostí zdá se mi, že současně by nejlépe ještě vyhovovala žádoucí adaptace 2cm děla Beckerova pro provedeném řádném lafetování děla a po konstrukci výše navrženého zaměřovače.

Postavení letadlových děl malé ráže ve válce.

Můžeme rozlišovati tři eventuality postavení těchto děl, podle blízkosti bitevní linie.

I. V bitevní linii bude možno použití letadlových děl jen co jednotlivých zbraní; jich seskupování v baterii střelící pod týmž velením na též cíl bude nemožné. Děla musí býti zakopána, aby byla pro nepřítele neviditelná, musí býti dosti kryta proti ploché střelbě (pušek, kulometů, pol. děl) a musí míti volný výstřel vzhůru asi od 20° do 85° elevace v kruhu 360° .

II. Za bitevní linii mimo dosah nepřátelské dělostřelby jest žádoucí děla tato seskupovati po 4 kusech v baterii, střelící pod týmž velením na též cíl. Děla možno vystaviti volně, bez krytí na rozích čtverce, v jehož středu jest velitelství baterie. Děla musí míti zase žádoucí volný výstřel v okruhu 360° s elevací od 0° do 85° .

III. Za bitevní linií v dosahu nepřátelské dělostřelby nutno dle poměrů voliti jedno z právě uvedených postavení a poměřům se přizpůsobiti.

Nebezpečí kulometové střelby letců pro letadlové baterie (resp. děla) není příliš veliké a jest možno mu čeliti odvahou a klidem při střelbě na letadlo. V souboji letadla s letadlovým dělem malé ráže jest letec ve velké nevýhodě, neboť i když jest nebezpečí pro obě strany stejné (stejná zbraň, kulomet), střili letec mohem nepřesněji než letadlové dělo, jehož obsluha zachová klidnou krev.