

Studie technicko-střeleckého výpočtu v leteckém bombardování.

Při rozhodování o použití bombardovacího letectva je třeba dobře uvážiti jeho technické možnosti a pak vzhledem k nim správně zhodnotiti výsledky, jakých bude dosaženo bombardováním různých cílů.

Předvídaní těchto výsledků se děje většinou odhadem, a to jednak podle zkušenosti válečné, jednak podle výsledků cvičného bombardování. Válečné zkušenosti jsou však často neúplné a pokusné bombardování různých cílů je pak z důvodů finančních velmi omezeno, takže odhad předvídaných výsledků bombardovacích akcí je velmi různý a nevede k určitým jasným závěrům.

Proto je třeba vésti tento odhad podrobněji určitou metodou, více matematicky.

Správné zhodnocení výsledků může se díti tak jako u dělostřelectva jen rozřešením daného střeleckého úkolu, které může úplně a dobře provésti jen uvědomělý a zapracovaný technik.

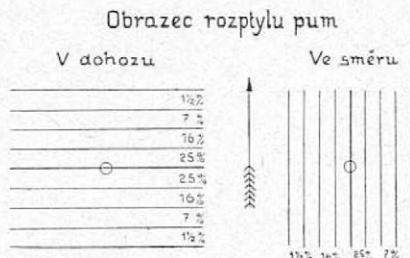
Na vhodném technickém řešení závisí pak celý taktický úspěch úlohy.

V čís. 34 „Revue des Forces aériennes“ podává podplukovník Guyomar ve svém článku „Problém střelby v bombardovacím letectvu“ významnou studii střelecko-technického výpočtu bombardovacích úloh. Pro zajímavost ji zde uvádím:

Studium velkého počtu seskupení dopadů pum při cvičném a pokusném bombardování ukázalo, že rozptyl dopadů v praxi odpovídá zákonům rozptylu. Bylo zjištěno, že vzhledem k střednímu bodu každého seskupení byla šířka pásu, obsahující polovinu nejlepších dlouhých dopadů, stejná jako šířka pásu, obsahující polovinu nejlepších dopadů krátkých. Že v praxi tomu bylo stejné, i pokud se týče šířky pásu, obsahující polovinu nejlepších dopadů umístěných vpravo a vlevo od středního bodu.

Že úhrnný počet dopadů každého seskupení byl uvnitř pravoúhelníku, jehož velikost ve směru a dohozu se rovnala osminásobné šířce pásu obsahujícího polovinu nejlepších dopadů, jak uvedeno v odstavci předcházejícím.

Že je možné uvažovati o existenci „pravděpodobné úchyly“, odpovídající v praxi základním pravidlům rozptylu. (Obr. 1.)



Obr. 1

Tabulka pravděpodobných (v praxi zjištěných) úchylek, pum vrhaných s výšek mezi 2500 m a 4000 m.

T a b u l k a 1.

Typ pumy	Pravděpodobná praktická úchylnka E	
	v dohozu E_d	ve směru E_s
10 kg	90 m	80 m
50 kg	80 m	70 m
100 kg	70 m	60 m
200 kg	65 m	60 m

Hodnoty v tabulce uvedené zahrnují v sobě vlastní hodnoty, dané rozptylem, a úchyly náhodné, způsobené chybami v míření a v určení prvků vrhu.

Ony charakterisují přesnost leteckého bombardování uvedenými typy pum.

Tyto hodnoty jsou přibližně stejné jako hodnoty získané pokusným bombardováním, provedeným průměrně vycvičenými posádkami, znásobíme-li je koeficientem $1\frac{1}{2}$.¹⁾

Ze zkoušek velkého počtu bombardování s různých výšek a různými posádkami bylo zjištěno, že střední bod celku dopadů jest obvykle blízko záměrného bodu.

Tato vzdálenost nepřesahuje pravděpodobnou úchylnku.

Dělostřelectvo považuje svou palbu za seřízenou, jestliže střední bod nárazů není od cíle dále než na jednu pravděpodobnou úchylnku.²⁾ Letecké bombardování se jeví tedy jako dělová palba seřízená, ale s větším rozptýlením dopadů.³⁾

¹⁾ Podobně počítá i dělostřelectvo, že praktická úchylnka při střelbě v poli se rovná pravděpodobné úchylnce vzaté z tabulek, násobené koeficientem $1\frac{1}{2}$.

²⁾ Poměr dopadů v cíli se velmi málo mění, když střední bod, umístěný ne dále než na jednu pravděpodobnou úchylnku od cíle, přibližujeme k tomuto cíli.

Z toho vyplývá, že je zbytečné snažit se umístiti střední bod až do cíle a opravovat elementy vrhu, je-li střední bod vzdálen jen na jednu pravděpodobnou úchylnku od cíle.

³⁾ To značí, že pravděpodobné úchyly ve směru i v dohozu jsou poměrně velké.

Bombardování jedním letounem.

1. Příklad.

Za jasné noci má se bombardovati skupina leteckých hangárů lehké konstrukce, cíl to celkových rozměrů $70 \text{ m} \times 60 \text{ m}$, pumou 50 kg, aby svým povrchovým účinkem (tlakem) hangáry zničila.

S technického hlediska jde o zjištění počtu pum, které nutno na cíl vrhnouti, abychom s pravděpodobností co možná největší dosáhli žádaného zničení. Na tomto zjištěném počtu závisí pak počet letounů.

Výsledky bombardování za války ukázaly, že pro vypočítání vzdálenosti, na jakou explose působí svým tlakem značné škody (poražení hangárů, lehkých zdí, vytržení ohrad, střech a pod.), může býti přijat tento vzorec: $D = 10 \sqrt{P}$; P = množství výbušné náplně v pumě.

D 50 kg pumy = $10 \sqrt{19} = 40 \text{ m}$.

Okruh působnosti 50 kg pumy = $\pi r^2 = 5000 \text{ m}^2$.

Plocha cíle = 4200 m^2 .

Počet pum nutných k zničení cíle = 1 puma.

Nyní třeba zjistiti počet pum, který nutno svrhnouti, aby alespoň jedna puma byla v cíli.

Volíme bombardování řadou. Interval vzhledem na okruh působnosti pum (40 m) bude $2 \times 40 \text{ m} = 80 \text{ m}$.

Počet pum v řadě = 7.

Střední puma řady, t. j. čtvrtá, je puma, s kterou počítáme při zamíření, a pro tu budeme uvažovati o úchylce v dohodu a ve směru.

Pravděpodobnost zásahu ve směru.

Tabulka 1 nám udává pro 50 kg pumu jako střední praktickou úchytku ve směru 70 m. To znamená, že 50% dopadů všech svržených pum bude v pásu, jehož šířka se rovná dvojnásobné šířce úchytky = $2 \times 70 \text{ m} = 140 \text{ m}$.

Cíl rozměrů $60 \text{ m} \times 70 \text{ m}$ skýtá pro bombardování šířku, která se může měniti vzhledem na směr náletů od 60 m do 92 m. Vezmeme průměrnou šířku, platící pro nálet z libovolného směru, rovnou 77 m.

Uvažujme o pravděpodobnosti dopadu pumy ve směru do pásu MNPQ, 77 m širokého. (Obr. 2.)

Do tohoto pásu MNPQ dopadne o tolik méně pum než do pásu daného rozptylem, o kolik je tento pás menší — neboli pravděpodobnost bude:

$$p_1 : p_2 = 140 : 77$$

$$p_2 = \frac{p_1 \cdot 77}{140} = \frac{0.5 \cdot 77}{140} = 0.275.$$

Pravděpodobnost zásahu v dohodu.

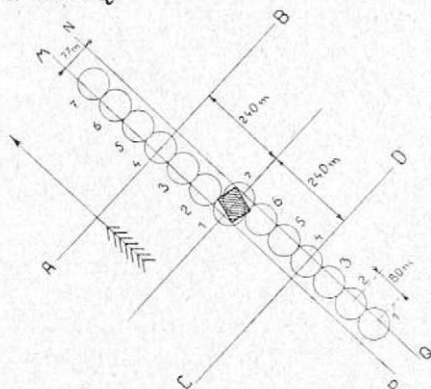
Aby některá puma řady při své explozi zbořila cíl, je nutno, aby dopad střední pumy řady (4. puma) byl uvnitř pásu ABCD. Neboť řada může býti jen tak krátká, aby poslední puma zasáhla cíl, anebo nejvýše tak dlouhá, aby první puma byla v cíli.

To je, jak z obrázku vidět — $3.80 \cdot 2 = (80 = \text{interval řady v metrech}) = 480 \text{ m}$.

Střední praktická úchylka v dohazu je 80 m. Pravděpodobnost zásahu pásu ABCD v dohazu je: $25+25+16+16+7+7 = 96\% = 0.96$.

Celková pravděpodobnost, že střední puma řady bude v pásu MNPQ i v pásu ABCD, rovná se součinu nalezených částečných pravděpodobností $= 0.275 \times 0.96 = 0.26$.

Při stonásobném bombardování uvedeného cíle je velká pravděpodobnost, že 26 řad bude mít dopad střední pumy v čtyřúhelníku utvořeném pásy ABCD a MNPQ.



Obr. 2

Pro každé jednotlivé bombardování se pravděpodobnost správného umístění dopadu řady rovná 0.25. Pravděpodobnost, že dopad střední pumy řady bude mimo čtyřúhelník ABCD—MNPQ, rovná se $(1-0.26) = 0.74$.

Při trojnásobném bombardování je pravděpodobnost podle zásad složené pravděpodobnosti, že žádný dopad středu řady nebude v onom čtyřúhelníku, rovna $(0.74)^3$. Při n bombardování pravděpodobnost, že nezasáhneme cíl, bude $(0.74)^n$.

Z této úvahy vyplývá, že se při n bombardování pravděpodobnost P , že alespoň jedna řada dopadne svým středem do čtyřúhelníku ABCD—MNPQ $= 1 - (0.74)^n$.

Číslo $(0.74)^n$ může být libovolně malé. Zvolíme-li jako rozumnou a praktickou pravděpodobnost $P = 80\%$, bude

$$1 - (0.74)^n = 0.8,$$

$$\text{z toho } (0.74)^n = 0.2,$$

$$n \cdot \log 0.74 = \log 0.2 \quad n = \frac{\log 0.2}{\log 0.74} \doteq 5.$$

K bombardování daného cíle bude nutno vyslat 5 letounů, každý se 7 pumami po 50 kg.

P o z n á m k a.

Počet pum v řadě je třeba vhodně stanovit. Často se tato volba musí řídit typem shazovačla.

Nebylo by ekonomické volit zbytečně dlouhou řadu jenom z toho důvodu, že to shazovačla dovolují.

Uvažujme, že bychom v našem případě vzali místo 7 pum řadu 10 pum. Pravděpodobnost v dohodu, abychom umístili střed řady do pásu ABCD šířky $80.9 = 720$ m, je 100%.

Pravděpodobnost ve směru je stejná jako pro řadu 7 pum $= 0.275$.

Úhrnná pravděpodobnost $= 0.275 \cdot 1 = 0.275$, neboli skoro stejná jako v případě předešlém.

Počet náletů bude stejný, totiž 5. V prvním případě však spotřebujeme 35 pum, v druhém 50 pum. Tento příklad ukazuje, jak je nutno každý úkol bombardování řešiti s hlediska technicko-střeleckého, aby se předešlo zbytečné plýtvání drahým střelivem.

2. příklad.

Je dán úkol bombardovati cíl rozměrů 80×100 m. Aby bylo dosaženo žádané destrukce, je třeba zasáhnouti cíl 4 pumami po 50 kg.

Výpočet bude takový:

Průměrná šířka cíle (při libovolném směru náletu) =

$$\frac{\sqrt{80^2 + 100^2} + 80}{2} = 104 \text{ m.}$$

Průměrná délka cíle $= \frac{100 + 80}{2} = 90$ m. Pravděpodobnost

zásahu ve směru = pravděpodobnost, že dopad středu řady 7 pum bude uvnitř pásu MNPQ, majícího šířku 104 m, $= \frac{0.5 \times 104}{140} = 0.37$.

Pravděpodobnost zásahu v dohodu.

Při rychlosti letounu 50 m nad zemí a při prakticky nejmenším možném intervalu (vzhledem na shazovací) $\frac{1}{2}$ sekundy bylo by teoreticky možné, že do cíle 90 m dlouhého dostaneme 4 dopady, vzdáleně od sebe 25 m.

Vzhledem na příčiny úchylek nelze v praxi spoléhat na to, že vzdálenosti 25 m (interval v metrech) budou zachovány; proto musíme počítati, že v nejlepším případě dostaneme do cíle toliko tři pumy z řady.

Umístění řady bude dobré, bude-li střední puma řady v pásu ABCD, širokém 100 m. Pravděpodobnost v dohodu bude pak

$$\frac{0.5 \cdot 100}{160} = 0.31.$$

Úhrnná pravděpodobnost, že střed řady bude v čtyřúhelníku vzniklém průsekem pásů ABCD a MNPQ $= 0.37 \times 0.31 = 0.114$.

To znamená, že při 100 náletech je velká pravděpodobnost, že 11 řad bude míti svůj střed v čtyřúhelníku ABCD—MNPQ.

Pro jeden nálet je tato pravděpodobnost 0.114.

Pravděpodobnost, že při jednom náletu nebude zasažen uvedený čtyřúhelník $= 1 - 0.114 = 0.886$.

Abychom s 80% jistotou měli alespoň jednu řadu umístěnou středem v ploše, o níž uvažujeme, je nutno, aby $1 - (0.886)^n = 0.8$, z toho prakticky $n = 13$.

To znamená, že při 13 bombardováních, vždy řadou o 7 pumách, máme dostatečnou jistotu, že dostaneme tři dopady do cíle.

Ale abychom splnili úlohu, potřebujeme mít 4 pumy v cíli, je tedy třeba $\frac{13 \times 4}{3} = 18$ řad po 7 pumách; to je 18 letounů, každý s nákladem 7 pum po 50 kg.

3. příklad:

Cíl: most přes řeku, rozměrů 20×200 m. Zničení cíle vyžaduje alespoň jednoho zásahu pumy 200 kg.

Střední úchylka pro pumu 200 kg = v dohozu 65 m, ve směru 60 m.

Pravděpodobnost zasažení cíle při náletu po délce mostu:

$$\text{ve směru} = \frac{0.5 \times 20}{120} = 0.08,$$

$$\text{v dohozu} = 0.5 + \frac{0.32 (200-130)}{130} = 0.5 + 0.17 = 0.67,$$

$$\text{úhrnná pravděpodobnost} = 0.08 \times 0.67 = 0.0536.$$

Pravděpodobnost zasažení cíle při náletu kolmo na délku mostu:

$$\text{ve směru} = 0.5 \frac{0.32 \times 80}{120} = 0.71,$$

$$\text{v dohozu} = \frac{0.5 \times 20}{130} = 0.074,$$

$$\text{úhrnná pravděpodobnost} = 0.71 \times 0.074 = 0.0525.$$

Pravděpodobnost zasažení cíle při náletu šikmo na příč mostu:

$$\text{ve směru} = 0.5 \frac{0.32 \times 40}{120} = 0.606,$$

$$\text{v dohozu} = \frac{0.5 \times 24}{130} = 0.88,$$

$$\text{úhrnná pravděpodobnost: } 0.606 \times 0.88 = 0.053.$$

Pravděpodobnost zasažení cíle jednou pumou při bombardování po jedné pumě je při náletech s různých stran přibližně stejná. Avšak z výpočtu přec jen vyplývá, že při náletu kolmo na délku mostu je pravděpodobnost o něco menší. (Obr. 3.)

Nejčastější bude šikmý směr náletu, který se i podle výpočtu zdá výhodný. Potřeba náletů: $1 - (0.947)^n = 0.8$, $n = 30$.

Bombardování za dne.

Denní bombardovací letectvo má za úkol útočiti pumami na cíle pevné i pohyblivé. Tyto úkoly provádí zpravidla několik letounů letících v uspořádaných formacích tak, aby se navzájem mohly podporovati palbou ze svých kulometů a tím se účinně mohly brániti proti nepřátelským leteckým útokům.

Pumy svržené z letounů obsáhnou při dopadu na zem určitou plochu, na jejíž šířku má podstatný vliv rozstup rojů nebo letek.

Předpokládáme, že vzájemná podpora kulometnou palbou bude účinná, budou-li letouny od sebe vzdáleny 40 m. Praktické zkoušky ukázaly,

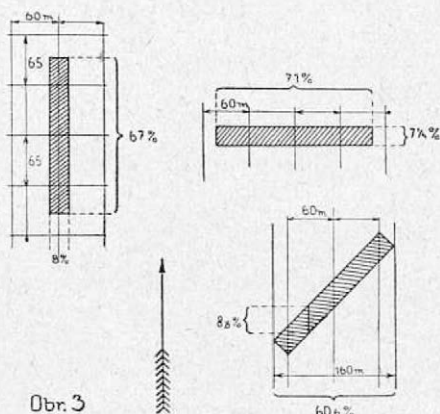
že rozptýl dávky 4 pum po 10 kg má délku 30—40 m, šířku 20 m (pro střední výšku bombardování a pro rychlost letounu 40—50 m/sek.).

Plochu účinnou proti živým cílům lze u 3členného roje odhadovati na 120 m šířky a $n \times 50$ m délky, kde n je počet dávek (salv).

4. příklad. Bombardování v roji.

Má býti bombardována kolona vojska, pochoduující po silnici za bitevním pásmem. Délka kolony 8—9 km, pěchota a dělostřelectvo.

a) Zvláštní případ = nálet veden ve směru silnice.



Obr. 3

Pravděpodobnost zásahu ve směru.

Šířka cíle 6 m. Vzhledem k předchozí úvaze a při okruhu účinnosti pumy 10 kg = 15 m proti živým cílům je nutno, má-li řada krajních letounů roje zasáhnout jistě cíl, aby řada středního letounu (vedoucího) dopadla nejdále $40 + 15 + 3$ m = 58 m nalevo nebo napravo od středu silnice.

Střední úchylka ve směru pro pumu 10 kg = 80 m. Pak pravděpodobnost, že řada vedoucího letounu bude v pásu MNPQ, majícím 58 m šířky napravo a nalevo od středu cíle, bude

$$\frac{0.5 \times (2.58)}{160} = 0.36.$$

Při pravděpodobnosti $80\% = 1 - (0.64)^n = 0.8$; $n = 3$.

Je třeba poslati 3 roje trojčlenné; to znamená letku o 3 rojích v proudu.

Letka může provést toto bombardování také ve srazu. Výpočet pravděpodobnosti zásahu bude pak:

Největší dovolená úchylka řady vedoucího letounu doprava nebo doleva, aby řada krajních letounů ještě účinně zasáhla cíl, bude

$$(4.40) + 15 + 3 = 178 \text{ m.}$$

Pravděpodobnost, že řada vedoucího bude uvnitř pásu, majícího 178 m nalevo nebo napravo od cíle, bude

$$0.5 + 0.32 + \frac{0.14 \times 36}{160} = 0.85.$$

Z tohoto výpočtu přicházíme k zajímavému závěru, že při použití letky ve srazu máme pravděpodobnost zasažení o 5% větší než při letce v proudě.

Pravděpodobnost zásahu v dohozu.

Velká délka cíle nám ukazuje, že je zbytečné prováděti nějakou kalkulaci zásahu v dohozu.

Je samozřejmé, že při útoku na dlouhý cíl ve směru jeho osy je výhodné svrhnouti co nejvíce pumových dávek (salv); proto je nutné plně využití nosnosti letounů.

Nesmíme však při tom zapomenouti, že tento nálet je výjimkou.

b) Příklad normální = směr letu šikmý.

Nálet na kolonu ve směru silnice vyžaduje větru vanoucího v tomto směru; pravděpodobnější bude ovšem vítr stranový a proto i takový nálet.

Pravděpodobnost zásahu ve směru.

Vzhledem k značné šířce cíle je tento výpočet zbytečný.

Pravděpodobnost zásahu v dohozu.

Šířka cíle asi 8 m. Aby byl cíl zasažen alespoň krajními dávkami, nesmí býti střed řady vedoucího letounu (při řadě 7 dávek) vzdálen od cíle více než 175 m.

$$\text{Pravděpodobnost pak se rovná } 0.5 + \frac{0.32 (350-180)}{180} = 0.8.$$

To jest pravděpodobnost 80%.

Závěr.

Musíme si přiznati, že údajům, které jsou podkladem k našim výpočtům, chybí dosud přesnost. To proto, že nebylo ještě možné vykonati v potřebném množství a se všemi prostředky kontroly, jakých používá v podobném případě dělostřelectvo, různé pokusy, které by nám umožnily sestaviti přesné tabulky, týkající se účinků leteckých pum, jejich rozptylu a úchylek.

Ale přes nedostatek přesných dokladů máme možnost shromáždit určitá data, jejichž přesnost není sice matematická, ale v praxi přijatelná.

Tato data mohou býti vždy snadno pozměněna podle pozdějších úředních údajů, týkajících se účinků a úchylek pum. Ale i tyto úřední údaje budou podrobeny neustálým změnám podle toho, jak se postupně bude zvyšovati počet prováděných pokusných bombardování, a podle toho, jak se bude zdokonalovati materiál i zlepšovati způsob vrhu.

Ale tyto cenné poznatky, jak byly postupně získávány, tak budou postupně i zapomínány, nebudeme-li jich soustavně používat ve svých úvahách a výpočtech.

Je povinností příslušníků bombardovacího letectva, aby v době míru, kdy je na to dosti času, podrobně studovali cíle a příslušné technicko-střelecké úkoly a aby tak získaly správný názor o ekonomickém použití bombardovacího letectva.

Svědomitě prováděné technické výpočty nás uchrání od škodlivých fantasií a za války od nepříjemného zklamání.