

Příspěvek k zjednodušení výpočtu pravděpodobnosti zásahu při bombardování.

V článku pplk. Květoně v Leteckých rozhledech roč. III., čís. 3 (1933), je uvedena metoda, jíž lze z rozboru cíle a podle vlastností letounů a použitých pum zjistit pravděpodobnost, s jakou bude cíl zasažen.

Tato metoda vyžaduje určité početní zběhlosti, při jejímž nedostatku vede často k značné ztrátě času. Nejvíce zdržuje zjištění počtu náletů potřebných k dosažení 80% pravděpodobnosti zásahu, neboť při tom je třeba použít logaritmických tabulek.

Uvedu, jak je možno sestavením vhodné tabulky vyhnout se úplně logaritmování.

I. Základem výpočtu, kolikrát je třeba nálet opakovat, je požadavek, aby celková pravděpodobnost zásahu byla aspoň 80%.

Proto je třeba, aby nejdříve byla zjištěna pravděpodobnost zásahu cíle při jednom náletu, a to podle odolnosti, tvaru a rozměrů cíle, podle druhu žádaného účinku, podle druhu a množství pum a podle tvaru, v němž bude cíl letouny napaden; tato pravděpodobnost zásahu při jednom náletu buď P_1 .

Je-li tato pravděpodobnost menší než 80%, zjistí se počet náletů potřebných k dosažení 80% pravděpodobnosti zásahu takto:

a) vypočte se pravděpodobnost, s jakou při jednom náletu nebude cíl zasažen; tato pravděpodobnost P_2 se rovná:

$$P_2 = 1 - P_1. \quad (1)$$

Při n náletech je pravděpodobnost, že cíl nebude zasažen, rovna P_2^n , neboli pravděpodobnost, že cíl bude zasažen, rovná se pak:

$$1 - P_2^n; \quad (2)$$

b) poněvadž předem byla položena podmínka, aby celková pravděpodobnost zásahu byla aspoň 80%, tedy 0'8, lze z rovnice:

$$1 - P_2^n = 0'8$$

vypočísti n kdykoliv takto:

$$P_2^n = 0'2; n = \frac{\log 0'2}{\log P_2} \quad (3)$$

Tímto postupem bylo by lze v každém případě, známe-li P_1 (a tím i P_2), vypočísti potřebný počet náletů n .

Uvedený postup se však dobře nehodí k výpočtu tabulky, poněvadž by vyžadoval, aby pro řadu zvolených pravděpodobností P_2 byla vypočtena čísla n , která by nemusila vyjít jako čísla celá, ačkoliv n , značíc počet náletů, může být v praxi jenom číslo celé.

Proto přeměňme rovnici (3) takto:

$$n = \frac{\log 0,2}{\log P_2}; \log P_2 = \frac{\log 0,2}{n} \quad (4)$$

Dosazujeme pak za n postupně různá celá čísla od 1 počínajíc, na př. 5. V tomto případě dostaneme:

$$\log P_2 = \frac{\log 0,2}{5} = \frac{0,30103 - 1}{5} = \frac{4,30103 - 5}{5} = 0,860206 - 1.$$

P_2 (tedy pravděpodobnost, s jakou cíl nebude při 1 náletu zasažen) se v daném případě rovná 0'72447, neboli 72'45%.

Pravděpodobnost zásahu cíle při jednom náletu je pak podle rovnice (1):

$$P_1 = 1 - P_2 = 1 - 0'7245 = 0'2755 = 27'55\%.$$

Uvedeným postupem lze zjistit pro každé zvolené n odpovídající P_2 a z něho pak P_1 .

Výsledky výpočtů, provedených tímto způsobem, lze shrnout v tuto tabulku:

Počet náletů potřebných k dosažení 80% pravděpodobnosti zásahu jako funkce pravděpodobnosti zásahu při 1 náletu.

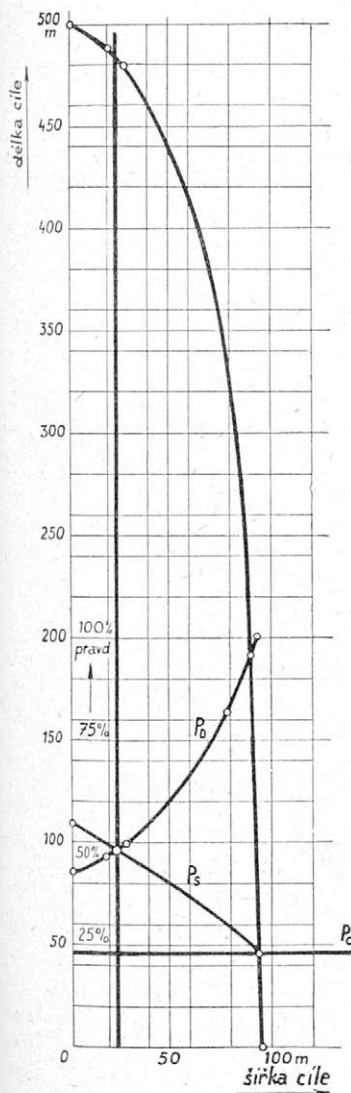
pravděpodobnost zásahu při 1 náletu	počet náletů	pravděpodobnost zásahu při 1 náletu	počet náletů
80'00%	1	8'02%	19
55'28%	2	7'73%	20
41'52%	3	7'38%	21
33'13%	4	7'05%	22
27'55%	5	6'76%	23
23'53%	6	6'49%	24
20'54%	7	6'23%	25
18'22%	8	6'00%	26
16'38%	9	5'79%	27
14'88%	10	5'59%	28
13'61%	11	5'47%	29
12'55%	12	5'22%	30
11'65%	13	5'07%	31
10'86%	14	4'91%	32
10'17%	15	4'76%	33
9'57%	16	4'62%	34
9'03%	17	4'50%	35
8'77%	18		

Příklad použití této tabulky:

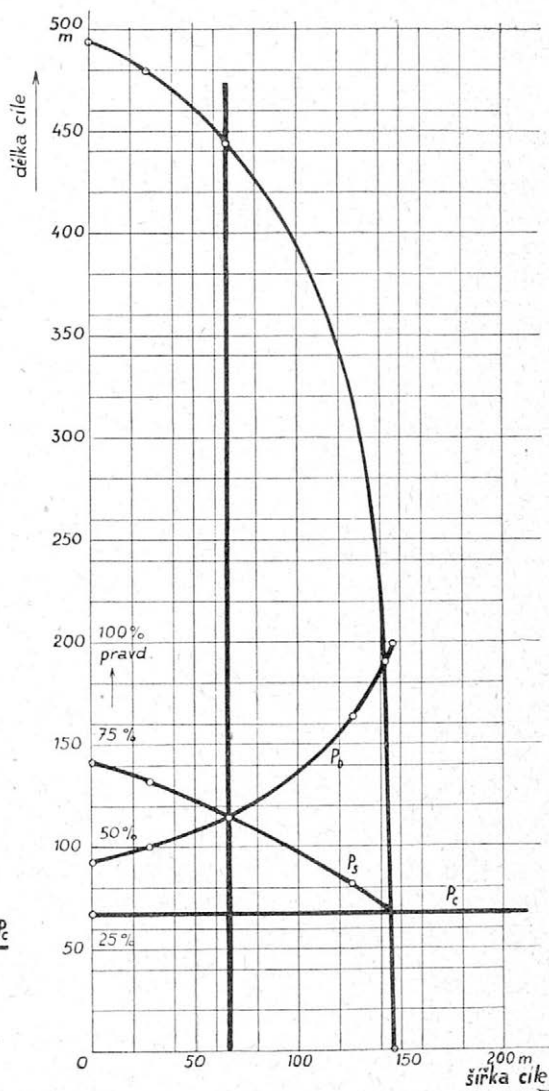
Pplk. Květoň ve svém článku „Příklad podrobného rozboru cíle pro letecké bombardování za dne“ (Letecké rozhledy roč. III., čís. 4) došel k těmto pravděpodobnostem zásahu při jednom náletu:

šest rojů 3členných; každý letoun 8 pum à 50 kg; interval pum 80 m; vzdálenost letounů v roji 40 m.

Čtyři roje 5členné; každý letoun 8 pum à 50 kg; interval pum 80 m; vzdálenost letounů v roji 40 m.



Obr. 1.



Obr. 2.

a) cíl A, železniční most (str. 124): pravděpodobnost zásahu 9,159%. Tabulka ukazuje, že k dosažení 80% pravděpodobnosti zásahu

je třeba nálet opakovat 17krát. Rozdíl ve výsledcích je v tomto případě zaviněn tím, že v článku pplk. Květoně byla pravděpodobnost zásahu při jednom náletu z 9'159% zaokrouhlena na 10%;

b) cíl B, nádraží (str. 127): pravděpodobnost zásahu při jednom náletu je 0'13, tedy 13%. Tabulka ukazuje, že k dosažení 80% pravděpodobnosti zásahu je třeba nálet opakovat 11—12krát.

II. Při používání metody popsané ppl. Květoněm nelze se v praxi často obejít bez počátečního tápání.

Aby toto tápání bylo odstraněno a osobní zkušenosti z větší části nahrazeny tabulkovými údaji, lze postupovat obráceně, a to tak, že si uvědomíme, jak veliké cíle mohou účinně bombardovat letecké útvary s danými typy letounů a pum.

Mějme na př. 1 lehkou bombardovací peruť o 2 letkách po 10 letounech; každý letoun unese 400 kg pum a má závěsy pro osm 50kg pum, které může svrhnout v libovolných časových intervalech.

Máme zjistit největší rozměry cílů, které může tato peruť při normální činnosti napadnout s 80% pravděpodobností zásahu; při bombardování jde o velké poškození cíle, při němž lze tedy uvažovat i o tlakovém účinku při explozi pumy.

Napadne-li cíl 50kg pumami (obsah trhavin 19 kg), počítáme s poloměrem účinnosti pumy:

$$R = 10 \sqrt{19} = 43'5 \text{ m.}$$

Aby řada pum byla dostatečně hustá, zvolíme mezi sousedními pumami řady vzdálenost 80 m; pak délka řady pum bude 7×80 , t. j. 560 m a účinná délka řady bude vzhledem na poloměr účinnosti první a poslední pumy:

$$560 + 2 \times 40 = 640 \text{ metrů.}$$

Cíl lze peruti napadnout

v 6 tříčlenných rojích (obr. 1), anebo

v 4 pětičlenných rojích (obr. 2), anebo

v 2 devítičlenných rojích (obr. 3).

Počítáme-li, že se zřetelem na vzájemnou obranu letounů nesmí být jejich vzdálenost v rojích větší než 40 m, docházíme k těmto šířkám salvy:

1. při tříčlenných rojích:

$$2 \times 40 = 80 \text{ m; účinná šířka salvy je pak: } 80 + 2 \times 40 = 160 \text{ m;}$$

2. při pětičlenných rojích:

$$4 \times 40 = 160 \text{ m; účinná šířka salvy je pak: } 160 + 2 \times 40 = 240 \text{ m;}$$

3. při devítičlenných rojích:

$$8 \times 40 = 320 \text{ m; účinná šířka salvy je pak: } 320 + 2 \times 40 = 400 \text{ m.}$$

A. Počítejme nejprve rozměry cíle, který může být účinně napaden 4 pětičlennými roji.

Aby bylo dosaženo 80% pravděpodobnosti zásahu při 4 náletech, je podle tabulky nutno, aby pravděpodobnost zásahu při 1 náletu byla aspoň 33,13%.

Předpokládejme, že cíl má být bombardován s výše 2500—4000 m; pro tyto výšky a pro pumy 50kg platí podle uvedeného článku pplk. Květoně tyto pravděpodobné úchylky:

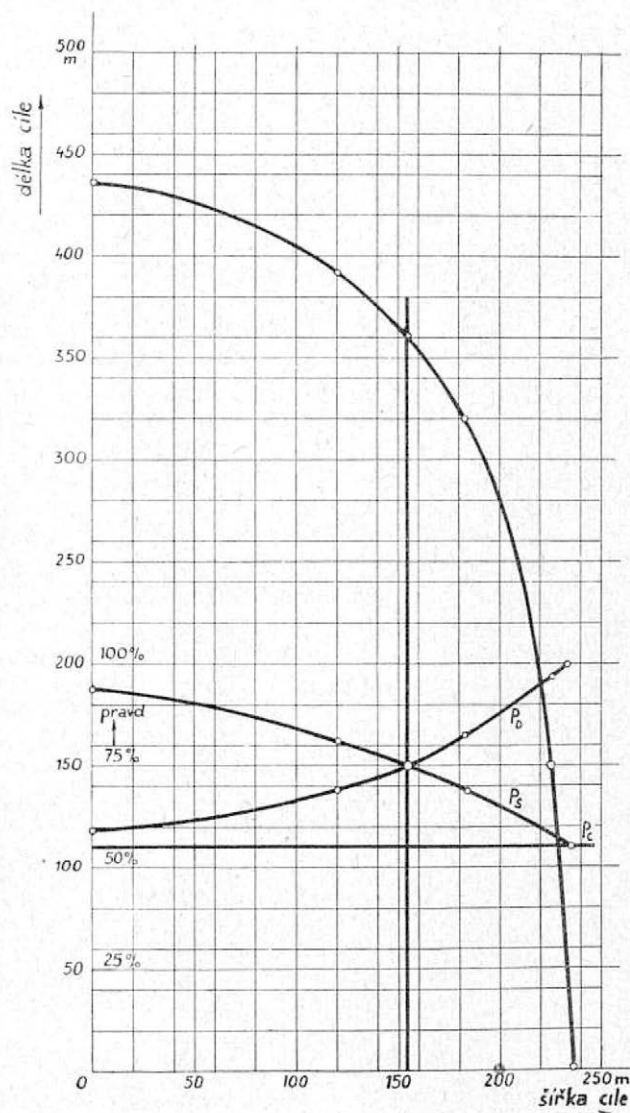
$$E_d = 80 \text{ metrů; } E_s = 70 \text{ metrů.}$$

Aby cíl byl při 1 náletu bombardován s požadovanou celkovou pravděpodobností 33,13%, je třeba, aby se součin pravděpodobnosti zásahu v dovozu (P_d) a ve směru (P_s) rovnal této hodnotě;

tedy: $P_c = P_d \times P_s = 0'3313$.

P_s a P_d mohou při tom matematicky nabýt kterékoli hodnoty v těchto mezích:

Dva roje 9členné; každý letoun 8 pum à 50 kg; interval pum 80 m; vzdálenost letounů v roji 40 m.



Obr. 3.

$$P_s = 100\% \quad P_d = 33'13\%,$$

$$P_s = 33'13\% \quad P_d = 100\%,$$

1. příklad: $P_s = 100\%$; $P_d = 33'13\%$.

Aby cíl byl bombardován s 100% (99'5%) pravděpodobností zásahu ve směru, je třeba, aby vedoucí (střední) letoun mohl letět kdekoli v pásu šíře $8 \times E_s = 8 \times 70 = 560$ m. Poletí-li vedoucí letoun na hranicích tohoto pásu, zasáhnou pumy vzhledem k účinné šířce salvy pouze část cíle, a to pás šířky, rovnající se poloviční šířce salvy, tedy $240 : 2 = 120$ m.

Vzhledem k šířce pásu, nad nímž může letět vedoucí letoun, zůstává mezi zasaženými plochami nezasažený pás cíle šířky 560—240, t. j. 320 m.

Je tedy zřejmé, že nelze klásti požadavek, aby jakýkoli cíl byl 5členným rojem zasažen ve směru s 100 (99'5) % pravděpodobností.

Hledejme tedy pravděpodobnost zásahu ve směru, s jakou bude zasažen cíl šířky 0 metrů. Aby tento cíl byl zasažen, je třeba, aby vedoucí letoun letěl v největší vzdálenosti 120 m od cíle (poloviční šířka salvy).

Pravděpodobnost, že vedoucí letoun poletí nad pásem šířky $2 \times 120 = 240$ m, je:

$$P_s = 0'5 + \frac{2 \times 0'16 \times 50}{10} = 0'728 \text{ neboli } 72'8\%.$$

Této pravděpodobnosti zásahu ve směru odpovídá vzhledem k podmínce, aby celková pravděpodobnost zásahu byla 33'13%, pravděpodobnost zásahu v dohozu:

$$P_d = 0'3313 : 0'728 = 0'456 \text{ neboli } 45'6\%.$$

2. příklad: je možné, aby danou řadou pum byl zasažen cíl s 100% pravděpodobností zásahu v dohozu?

Střed řady v tomto případě smí být až $4 \times E_d$ za cílem nebo před ním, tedy ve vzdálenosti $4 \times 80 = 320$ m; poněvadž $\frac{1}{2}$ účinné délky řady je rovněž 320 metrů, je délka spolehlivě zasazeného cíle 0 metrů.

Cíl bude tedy mít konečné rozměry tehdy, bude-li bombardován s těmito pravděpodobnostmi:

$$P_s = 72'8\%$$

$$P_d = 45'6\%$$

$$P_s = 33'13\%$$

$$P_d = 100'0\%.$$

Počítejme rozměry cíle pro několik zvolených pravděpodobností v těchto mezích, a to pro:

P_d 100 %	P_s 33'13%
96 %	34'6 %
82 %	40'5 %
66'4%	50 %
57'6%	57'6 %
50 %	66'4 %
45'6%	72'8 %

3. příklad $P_s = 50\%$; $P_d = 66'4\%$.

Aby cíl byl zasažen s 50% pravděpodobností zásahu ve směru, je třeba, aby vedoucí letoun mohl letět kdekoli nad pásem celkové šíře: $2 \times E_s = 2 \times 70 = 140$ m.

Poletí-li vedoucí letoun nad hranicemi tohoto pásu, bude vzhledem na $\frac{1}{2}$ účinné šířky salvy (120 m) vždy zasažena plocha šíře 100 m. Je tedy největší šířka cíle zasažitelného s požadovanou pravděpodobností 100 metrů.

Zbývá ještě zjistit největší délku cíle, který bude bombardován s pravděpodobností 66'4% v dohodu.

Aby cíl byl v dohodu s touto pravděpodobností zasažen, je třeba, aby střed řady pum mohl ležet v pásu, jehož šířku vypočteme takto:

$$P_0 = 0'664 = 0'5 + \frac{2 \times 0'16 \times A}{80}; A = \frac{80 \times 0'164}{0'32} = 41 \text{ m.}$$

Celá šíře pásu, v němž musí ležet střed řady pum, je:

$$2 \times 80 + 2 \times 41 = 242 \text{ m.}$$

Bude-li ležet střed řady pum na hranicích tohoto pásu, bude se zřetelem na $\frac{1}{2}$ účinné délky řady (320 m) vždy zasažena plocha cíle délky: $320 + (320 - 242) = 398 \text{ m.}$

Provedeme-li naznačeným postupem výpočet rozměrů cíle pro všechny zvolené pravděpodobnosti, dojdeme k těmto výsledkům:

P_d %	délka cíle m	P_s %	šířka cíle m
100	0	13'13	147'3
96	160	34'6	143'1
82	320	40'5	126'6
66'4	398	50	100
57'6	442	57'6	66'7
50	480	66'4	28'2
45'6	494	72'8	0

B. Velikost cíle napadeného 6 tříčlennými roji zjistíme stejným způsobem. Tabulka uvedená v první polovici tohoto článku ukazuje, že je třeba, aby při 6 náletech byla pravděpodobnost zásahu při jednom náletu aspoň 23'53%.

Provedeme-li naznačeným postupem výpočet rozměrů cíle pro několik zvolených pravděpodobností, dojdeme k těmto výsledkům:

P_d %	délka cíle m	P_s %	šířka cíle m
100	0	23'53	94'2
96	160	24'5	91'5
82	320	28'7	79'7
50	480	47	28'5
47	489'6	50	20
43'1	501	54'6	0

C. Podobně zjistíme i velikost cíle napadeného 2 devítičlennými roji. Aby při dvou náletech byla celková pravděpodobnost zásahu 80%, je třeba, aby při 1 náletu byla pravděpodobnost zásahu aspoň 55'28%.

Rozměry cíle a pravděpodobnosti zásahu ve směru a v dohodu v tomto případě obsahuje další tabulka:

P_d %	délka cíle m	P_s %	šířka cíle m
100	0	55'28	237
96	160	57'7	263'3
82	320	67'6	183
74'4	360	74'4	155
67'6	392	82	120
58'7	436'5	94	0

Obrázky 1, 2 a 3 ukazují závislost délky cíle, pravděpodobnosti zásahu celkové, v dohodu a ve směru na šířce cíle.

Z těchto obrázků lze okamžitě pro daný tvar a rozměry cíle určit nejvhodnější formaci, již musí být cíl s požadovanou pravděpodobností zásahu napaden.

Příklad: buď dán cíl obdélníkového tvaru rozměrů 100×400 m; z obrázku 1 je zřejmé, že cíl této velikosti a tvaru nemůže být napaden tříčlennými roji; obrázek 2 a 3 ukazuje, že cíl daných rozměrů je možno účinně bombardovat jak 4 pětičlennými roji, tak i 2 devítičlennými; lze tedy volbu let. formace podříditi jiným důležitým faktorům, jako jsou nepřátelské OPL., činnost stíhačů a pod.

III. Zbývá ještě zmíniti se o tom, zda uvedený postup, řešený s hlediska čistě matematického, je i pro skutečné bombardování správný. Za tím účelem je nutno srovnat velikost pravděpodobných úchylek ve směru a v dohozu. Údaje o těchto úchylkách, pokud se v literatuře vyskytují, ukazují, že poměr: $E_d : E_s$ bývá hodnot 1'0 až 1'17, s průměrem 1'14.

Zkušenosti učiněné v letech 1933 a 1934 u let. pl. 5 a 6 ukazují, že se hodnota poměru $E_d : E_s$ spíše blíží hodnotě 1'0, neboli, že se prakticky E_d a E_s mnoho neliší.

Je proto pro úspěch bombardování jediné správné, jsou-li pravděpodobnosti zásahu ve směru a v dohozu stejné.

Z rozměrů cílů, vypočtených způsobem dříve uvedeným, vyhovují této podmínce jenom hodnoty silně vytažené v obrazech 1, 2 a 3; jsou to:

- a) při bombardování tříčlennými roji:
cíl délky 487 m a šířky 23 m;
- b) při bombardování pětičlennými roji:
cíl délky 445 m a šířky 66 m;
- c) při bombardování devítičlennými roji:
cíl délky 360 m a šířky 156 m.

Příklad: buď dán cíl obdélníkového tvaru rozměrů 300×130 m; obrázky 2 a 3 ukazují, že cíl může být napaden jak roji 5člennými, tak i 9člennými.

Ale přihlížíme-li k podmínce, aby pravděpodobnost zásahu v dohozu a ve směru byla přibližně stejná, vidíme z obou obrázků, že jediné správné je útočit na cíl 2 devítičlennými roji.

Letectvo u nás a v cizině.

Major v. v. Carlo Rysky:

Z italského letectva v r. 1934.

Rozdělení státu na letecké oblasti.

Italské státní území bylo v r. 1934 rozděleno na 5 leteckých vojenských oblastí se sídly:

1. oblast v Miláně (provincie Piemont, Lombardie, vyjma Mantovu, Ligurie, Lívornie),
2. oblast v Padově (Benátsko, sv. Italie, Tridentsko, Mantova, Emilie, Zadar, Marca),
3. oblast v Římě (zbytek poloostrova a egejské ostrovy).

Letecké velitelství Sicílie se sídlem v Palermu.

Letecké velitelství Sardinie se sídlem v Cagliari.