

KVALITA SYSTÉMU PROTILETADLOVÉ RAKETOVÉ PALBY

Protiletadlové raketové vojsko (PLRV) řeší bojové úkoly vedením palby na vzdušného nepřítele. Základ protiletadlové raketové obrany tvoří systém palby, který zabezpečuje odrazení úderu vzdušného nepřítele.

Systémem protiletadlové raketové palby rozumíme plánovitě spojení palby protiletadlových raketových oddílů s cílem jejího organizovaného použití v průběhu protiletadlového raketového boje. Systém palby musí zabezpečovat včasné a rozhodující soustředění palby na hlavní uskupení a objekty nepřítele, nepřetržitost palby, narůstání její hustoty (v závislosti na přiblížení se útočícího nepřítele) a dostatečnou odolnost bojových sestav. Musí být vysoce stabilní, odpovídat očekávanému charakteru činnosti vzdušného nepřítele, bojovým možnostem součinnostních útvarů a jednotek, zvláštnostem bráněného objektu a terénu.

Požadovaný systém protiletadlové raketové palby vytvoříme správným rozmištěním protiletadlových raketových oddílů, jednotek průzkumu a orgánů velení v terénu.

Systém protiletadlové raketové palby hodnotíme komplexem ukazatelů, které stanoví možnosti systému z různých hledisek. Jako ukazatele kvality systému palby používáme:

- rozměry prostoru protiletadlové palby,
- stupeň překrytí realizovatelných prostorů účinné působnosti protiletadlových raketových kompletů (μ),
- hustotu (rychlost) protiletadlové raketové palby (H_p/R_p),
- počet realizovatelných střelb v určených hranicích ($N_{stř}$),
- efektivnost protiletadlové raketové palby ($P_{stř}$).

Z hlediska metodiky výpočtu ukazatelů, kvalitu systému protiletadlové raketové palby mů-

žeme rozčlenit tento systém na jednotlivé úrovně.

Základním prvkem systému protiletadlové raketové palby je každý samostatný kanál, který zabezpečuje postřelování cíle. U jednokanálových systémů je to protiletadlový raketový komplet nebo protiletadlový raketový oddíl.

Na nejnižší úrovni systému, který představuje každý střelecký kanál (i), se pro předpokládané trati (j) a výšky (h) letu prostředků vzdušného napadení nepřítele zpravidla vyhodnocují:

- rozměry prostoru účinné působnosti jako vnější ($d_{vněj, i, h, j}$) a vnitřní ($d_{vnitř, i, h, j}$) hranice prostoru účinné působnosti,
- rychlost palby, kterou může plro při postřelování cílů na dané trati a výšce realizovat ($R_{p, i, h, j}$),
- počet střelb každého plro v určených hranicích ($N_{stř, i, h, j}$),
- efektivnost protiletadlové raketové palby jako pravděpodobnost zničení cíle jednou střelbou ($P_{stř, i, h, j}$).

V systému protiletadlové raketové palby vytváříme po dobu palebného působení na cíle dočasné podsystémy na různých tratiích a výškách. Tyto podsystémy řeší společný cíl, tj. zničit daný konkrétní prostředek vzdušného napadení nepřítele. Pro hodnocení kvality každého podsystému nemáme zatím soubor odpovídajících ukazatelů. Současná potřeba si vyžaduje vytvoření souboru ukazatelů, který by umožnil hodnotit schopnost palebného systému ničit prostředky vzdušného napadení nepřítele na pravděpodobných tratiích a výškách letu cílů.

Může zahrnovat tyto ukazatele:

- stupeň překrytí prostorů účinné působnosti ($\mu = K_{\omega, h, j}$),
- hustotu palby (H_p, h, j),

- počet střelby ($N_{stř}$),
- střední pravděpodobnost zničení každého cíle v náletu ($W_{h,j}$).

Systém protiletadlové raketové palby zpravidla vytváříme u protiletadlové raketové brigády (pluku) nebo uskupení PLRV. Na této úrovni bude vhodné používat ukazatele, které charakterizují systém protiletadlové raketové palby jako celek, tj. rozměry prostoru palby a koeficient efektivnosti systému palby (E_{xp}).

Kvalitu systému protiletadlové raketové palby pomocí těchto ukazatelů hodnotíme postupně, na jednotlivých úrovních; od nejnižší (střeleckého kanálu) až do úrovně systému jako celku.

Prostorem protiletadlové raketové palby svazku (útvary) je místo, ve kterém je svazek (útvary) PLRV schopen plnit stanovené bojové úkoly. Rozměry prostoru palby závisí na rozměrech prostorů účinné působnosti protiletadlových raketových oddílů. Proto při zadané bojové sestavě svazku PLRV určení rozměrů prostoru palby záleží především na stanovení rozměrů prostorů účinné působnosti každého oddílu v konkrétních podmínkách vedení bojové činnosti.

Při hodnocení systému palby svazku PLRV ohraničujeme prostor palby každého oddílu na dané výšce délkou vnější a vnitřní hranice prostoru účinné působnosti, která závisí hlavně na dále zjištění cíle. Délka zjištění cíle závisí na mnoha náhodných faktorech, jako např. efektivní odrazová plocha a výška letu cíle, profil terénu, vycvičenost bojových obsluh apod. Její určení je proto poměrně obtížné. Při výběru postavení oddílu věnujeme zvýšenou pozornost zabezpečení minimálních úhlů skrytu. Samotné umístění naváděcího radiolokátoru na dominující výšinu však nemusí vždy vést ke zvětšení hloubky sledování nízké letící cíle. Při hodnocení možnosti sledování cílů v přízemních výškách musíme zvažovat také mož-

nosti sledování cílů při záporných polohových úhlech antén radiolokátorů a vlivy blízkých terénních překážek.

Délku zjišťování cílů naváděcím radiolokátorem omezuje řada náhodných faktorů, jako např. efektivní odrazová plocha a výška letu cíle, vycvičenost obsluh oddílu apod. Vliv těchto faktorů se projevuje především v tom, že délka zjišťování cílů je také náhodnou veličinou. Může být proto i při stejných výchozích podmínkách v každém konkrétním případě různá. V operačně taktické praxi určíme zpravidla střední délku zjišťování cílů pro srovnatelné výchozí podmínky.

Délka zjišťování cílů je pak dána menší hodnotou z délky přímé viditelnosti a střední délky zjišťování cílů.

Délka zjišťování cílů v malých a přízemních výškách může do značné míry omezovat maximální délku střelby protiletadlového raketového kompletu. Toto omezení a celkové snížení palebných možností svazků (útvary) se projeví zejména při zjišťování a ničení řízených střel s plochou dráhou letu. Maximální délku střelby protiletadlového raketového kompletu, při jejím omezení délkou zjišťování cíle, můžeme stanovit (viz - obr. 1):

$$d_{střr} = d_{zjr} - v_c (t_p + t_r),$$

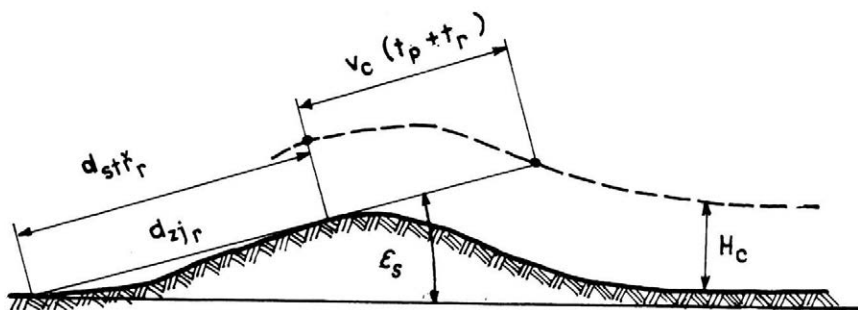
kde: d_{zjr} - délka zjišťování cíle naváděcím radiolokátorem raket,

v_c - rychlost cíle,

t_p - pracovní doba obsluhy protiletadlového raketového oddílu,

t_r - doba letu rakety na vnější hranici prostoru účinné působnosti.

Při určování délky střelby si musíme uvědomit, že tato nemůže být větší než teoretická délka vnější hranice prostoru účinné působnosti.



Obr. 1

Prostory účinné působnosti se zpravidla tvoří pro kurs letu cíle přímo na postavení oddílů ($P_c = 0$). Tyto prostory se mohou lišit od prostorů účinné působnosti při letu cíle kursem ve směru bráněného objektu – viz **obr. 2**. Proto musíme vyhodnocovat prostor účinné působnosti pro různé kursy letu cílů.

Stupeň překrytí prostorů účinné působnosti protiletadlových raketových kompletů charakterizuje možnosti svazku (útvary) PLRV soustředit palbu protiletadlových raketových oddílů do různých míst při odražení úderů vzdušného napadení nepřitele. Např. trojnásobné překrytí prostorů účinné působnosti v určité oblasti prostoru palby znamená, že do libovolného bodu této oblasti můžeme soustředit palbu tří oddílů na jeden nebo i více cílů.

Přesná představa o stupni překrytí prostorů účinné působnosti je nezbytná pro stanovení kvality palebného systému a pro řešení praktických otázek řízení palby protiletadlových raketových oddílů.

Hustotou protiletadlové raketové palby rozumíme počet střelb uskupením PLRV při odražení úderů vzdušného nepřitele za časovou jednotku (zpravidla minutu). Určujeme ji po náletových směrech a výškách. Hustotu palby

svazku (útvary) na dané trati a výšce letu cíle stanovíme jako:

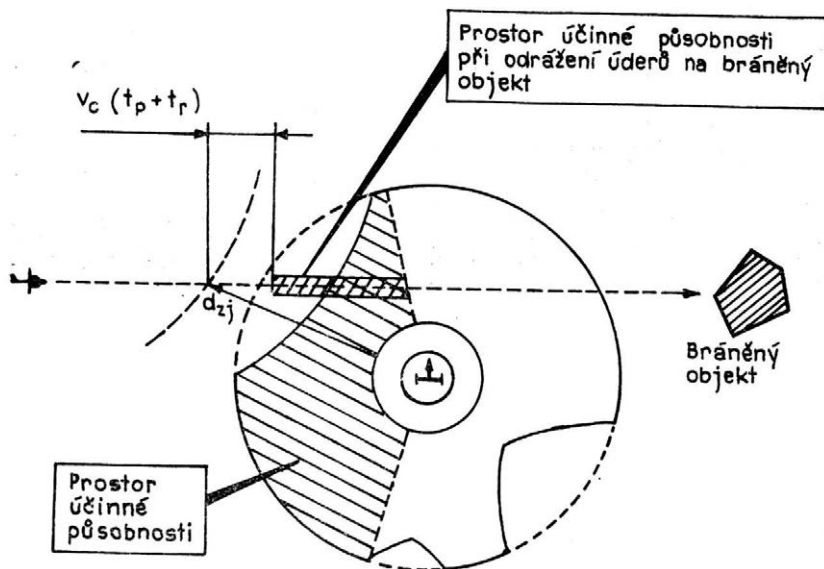
$$H_{p,h,j} = \sum_{i=1}^{K_{u,h,j}} R_{p,i,h,j},$$

kde: $R_{p,i,h,j}$ – rychlost (hustota) palby oddílu (i) na výšce (h) a trati (j),
 $K_{u,h,j}$ – počet oddílů, které se mohou zúčastnit vedení palby na cíle ve výšce a trati.

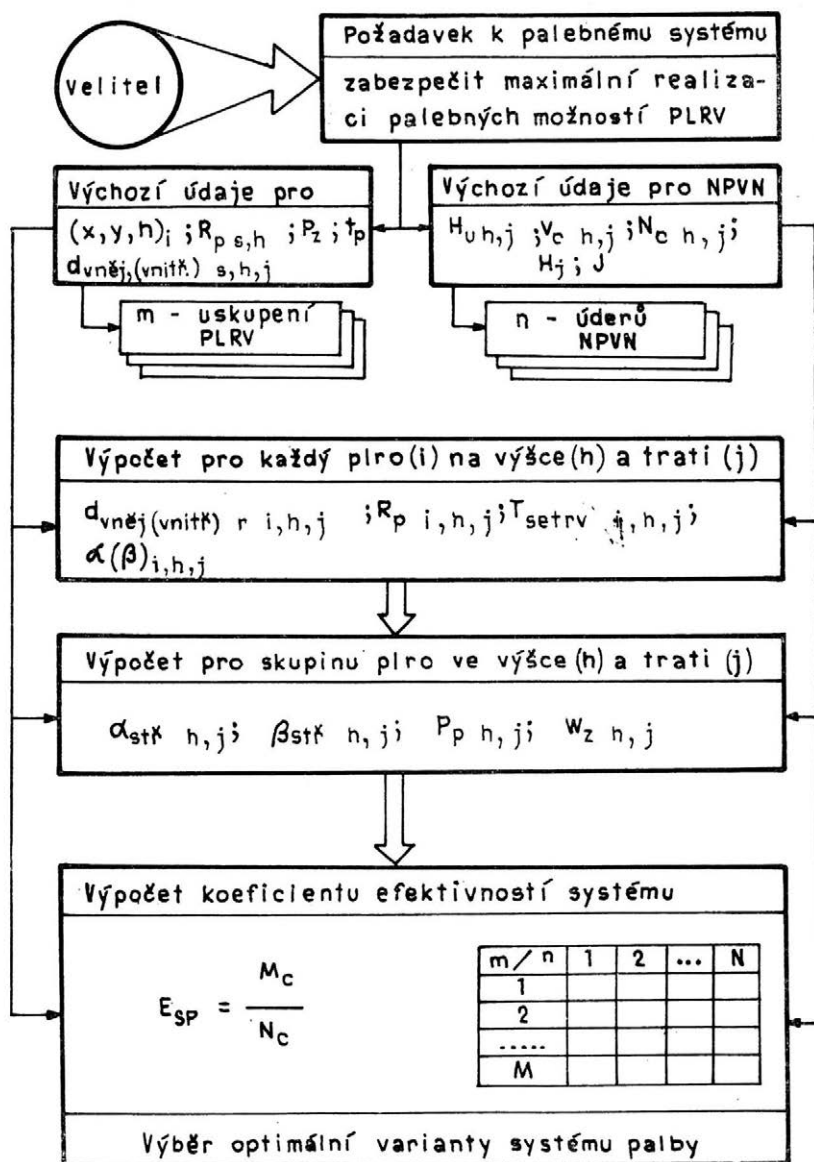
Rychlost palby každého oddílu závisí na době cyklu střelby. Střední hodnota rychlosti palby oddílu vyplývá ze vztahu:

$$R_{p, \text{stř } i, h, j} = \frac{2}{T_{c \max i, h, j} + T_{c \min i, h, j}},$$

kde: $T_{c \max i, h, j}$ ($\min i, h, j$) – doba cyklu střelby při postřelování cíle oddílem (i) na vnější (vnitřní) hranici prostoru účinné působnosti při letu cíle ve výšce (h) po trati (j).



Obr. 2



Obr. 3

Důležitou charakteristikou systému protiletadlové raketové palby je **počet střelb svazku** (útvary) **PLRV**. Tento počet závisí na množství oddílů, které se mohou zúčastnit vedení protiletadlové raketové palby, a na počtu střelb každého oddílu.

Počet střelb svazku (útvary) **PLRV** se rovná:

$$N_{stř_{h,j}} = \sum_{i=1}^{K_{stř_{h,j}}} N_{stř_{i,h,j}},$$

kde: $N_{stř_{i,h,j}}$ - počet střelb každého oddílu (i) ve výšce (h) a trati (j).

Počet střelb každého oddílu můžeme v operačně taktických výpočtech stanovit obdobně.

U každého oddílu musíme uvažovat jen s ukončenými střelbami. Při hodnocení kvality systému protiletadlové raketové palby předpokládáme, že na palebných postaveních oddílů je taková zásoba raket, která neomezuje počet střelb. Při přípravě a vedení bojové činnosti musí být přijata taková opatření, aby systém doplňování raketami zabezpečoval realizaci těchto možností.

Kvalitu systému palby charakterizují ukazatele, které hodnotí efektivnost palby i systému palby jako celku a spolehlivost ničení cílů. Hodnotíme pravděpodobnost zničení cíle jedním palebným působením v konkrétních podmínkách situace ve výšce a trati (hodnoty těchto pravděpodobností - viz pravidla střelby jednotlivých protiletadlových raketových oddílů).

Ukazatelem efektivnosti bojového působení při ničení cílů může být střední pravděpodobnost zničení všech cílů z náletu ($W_{c,h,j}$). Tato pravděpodobnost závisí na pravděpodobnosti zničení cíle jednou střelbou a pravděpodobnosti

postřelování každého cíle z náletu v dané výšce a trati letu.

Pravděpodobnost postřelování cílů, které prolétávají prostorem palby svazku (útvary) **PLRV** závisí na poměru střední hustoty protiletadlové raketové palby ($R_{p_{stř}}$) ke střední hustotě prostředků vzdušného napadení nepřítel v úderu ($H_{u_{stř}}$) a na době setrvání cílů v prostoru palby. Pro stanovení pravděpodobnosti postřelování cílů, které prolétávají prostorem palby, můžeme využít matematické teorie hromadné obsluhy.

Kritérium efektivnosti systému protiletadlové raketové palby volíme na základě cíle a úkolů systému vyššího řádu - systému protiletadlové raketové obrany. Uvažujeme-li podíl palebného systému na celkové efektivnosti systému protiletadlové raketové obrany, můžeme za kritérium efektivnosti palebného systému zvolit koeficient:

$$E_{sp} = \frac{M_c}{N_c},$$

kde: M_c - matematická naděje počtu zničených cílů v úderu,

N_c - počet cílů v úderu.

Koeficient efektivnosti systému protiletadlové raketové palby můžeme určit pro několik variant úderu a organizace systému palby a vybrat optimální. Možný postup při výběru optimální varianty systému palby - viz **obr. 3**.

Koeficienty efektivnosti systému protiletadlové raketové palby vypočítáme pro každou variantu uskupení **PLRV** a úderu vzdušného nepřítel a zapisujeme je do tabulky. Považujeme-li tuto tabulku za matici hry, můžeme optimální variantu systému protiletadlové raketové palby určit použitím matematické teorie her.

Kvalita systému protiletadlové raketové palby do značné míry ovlivňuje i kvalitu protiletadlové raketové obrany. Proto rozpracování otázek hodnocení systému protiletadlové raketové palby a hledání cest jeho dalšího zkvalitňování musíme věnovat neustálou pozornost.