

Palebné možnosti prostředků PVO AČR

Nedílnou součástí procesu velení je hodnocení bojových možností buď jednotlivých palebných prostředků (zbraňových systémů) protivzdušné obrany (PVO), nebo jejich uskupení (dále jen prostředků PVO). Bojové možnosti se hodnotí ve třech etapách:

- * v etapě **plánování bojové činnosti** je cílem jejich stanovení prognóza splnění úkolu a optimalizace bojového použití prostředků PVO,
- * v etapě **vedení bojové činnosti** jsou výsledky hodnocení bojových možností podkladem pro řízení, pro korekce bojových sestav a další opatření operativního charakteru,
- * v etapě **po ukončení bojové činnosti** jde o komplexní vyhodnocení bojového použití prostředků PVO a výsledky hodnocení jejich bojových možností jsou použitelné v přípravě a vedení další bojové činnosti.

Činnost bojových prostředků PVO je velmi rozmanitá a hodnocení jejich bojových možností se ustálilo v oblastech průzkumných a palebných možností a možnosti manévru. Posoudit efektivnost v kterékoliv uvedené oblasti vyžaduje zvolit vhodný soubor kritérií.

KRITÉRIA HODNOCENÍ PALEBNÝCH MOŽNOSTÍ PVO

Palebné možnosti lze hodnotit podle různých ukazatelů, z nichž nejčastěji jsou používány následující [1]:

- rozměry bráněného prostoru,
- množství současně postřelovaných cílů,
- podmíněná pravděpodobnost zničení cíle,
- střední spotřeba raket (munice) na zničení jednoho cíle,
- střední hodnota počtu zničených cílů,
- hustota palby,
- cyklus střelby,
- doba reakce prostředku PVO.

Uvedené ukazatele lze rozdělit do dvou skupin. Do první skupiny zahrnujeme ukazatele, které jsou relativně stálé; patří k nim základní údaje o prostředcích PVO. Z výše uvedených ukazatelů to jsou: rozměry bráněného prostoru, podmíněná pravděpodobnost zničení jednoho cíle, střední spotřeba raket (munice) na zničení jednoho cíle, hustota palby, cyklus střelby a doba reakce prostředku PVO.

Zbývající ukazatele řadíme do druhé skupiny, která zahrnuje ukazatele závislé na konkrétních podmínkách použití prostředků PVO. Z výše jmenovaných ukazatelů to jsou: množství současně postřelovaných cílů a střední hodnota počtu zničených cílů, neboli matematická naděje počtu zničených cílů.

Jde o stanovení ukazatelů palebných možností druhé skupiny pro prostředky sboru PVO a protiletadlového vojska (PLV), tj. *množství současně postřelovaných cílů* (N_{CP}) a *střední hodnotu počtu zničených cílů* (M_c), v etapě přípravy a vedení bojové činnosti.

MNOŽSTVÍ SOUČASNĚ POSTŘELOVANÝCH CÍLŮ

Množství současně postřelovaných cílů je dáno počtem cílových kanálů prostředků PVO. *Cílovým kanálem* rozumíme souhrn zařízení, která dovolují v jednom okamžiku postřelovat jeden cíl. Určení cílových kanálů pro jednotlivé prostředky sboru PVO a PLV jsou uvedeny v **tabulce 1**. Konkrétní počty cílových kanálů u jednotek, útvarů a svazků jsou dány jejich organizační strukturou.

V souvislosti s propočty efektivnosti palby se využívá pojem palebný prvek a palebná jednotka. *Palebný prvek* označuje určitý organizační celek daného typu prostředku PVO, jehož palba je řízena příslušným velitelem. Palebný prvek může být tvořen několika palebnými jednotkami a slouží především jako kalkulační jednotka při výpočtu palebných možností. *Palebnou jednotkou* se označuje nejmenší prvek organizační struktury schopný vést samostatně palbu (komplet, družstvo, četa, plřbat, plro, letoun). Když *palebná jednotka může současně postřelovat jen jeden cíl, je tento pojem totožný s pojmem cílový kanál*. Palebná jednotka může být také totožná s palebným prvkem daného typu.

Na základě organizační struktury a předpokládaného taktického použití jsou palebné prvky definovány dle **Tabulky 2**. Počet současně postřelovaných cílů je součtem cílových kanálů v uskupení prostředků PVO:

$$N_{CP} = \sum_{j=1}^J n_{CKj}, \quad (1)$$

kde: n_{CKj} - počet cílových kanálů prostředků j -tého typu.

Hodnota n_{CKj} se získá transformací organizační struktury jednotek a svazků (útvarů) použitých v hodnoceném uskupení. Transformační vztahy implicitně vyjadřují **tabulky 1 a 2**.

Tabulka 1

Definice cílových kanálů prostředků PVO

Začlenění	Prostředek PVO	Počet cíl. kanálů
PLV	BV OSA AKM 1)	1
	BV S-10M	1
	PLS S-2M 2)	1
	BV 30 mm	
	PLdvK 3)	1
sbor PVO	plřbat 2K12	1
	plro S-125M1A	1
	plro S-75M3	1
	plro S-200 VE	1
	SL MiG-21	1
	SL MiG-23 4)	1
	SL L-39	1

Vysvětlivky k tabulce:

¹⁾ Bojové vozidlo.

²⁾ Protiletadlový střelec.

³⁾ Zpravidla použití na jeden cíl ve dvojici nebo čtveřici BV podle organizační struktury.

⁴⁾ Stíhač letoun.

Tabulka 2

Definování palebných prvků prostředků PVO

Prostředek	Pal. prvek	Prostředek	Pal. prvek
S-2M	družstvo ¹⁾	S-75M3 (Volchov)	plro
S-10M	četa 2 BV ²⁾	S-200 VE (Vega)	plro
OSA-AKM	četa 2 BV	L-39	letoun
30 mm PLdvK	četa 2 BV ²⁾	MiG-21	letoun
2K12 (KUB)	plrbat	MiG-23	letoun
S-125M1A (Něva)	plro		

Vysvětlivky k tabulce:

¹⁾ 3 PLS.

²⁾ V organizačních strukturách, kde jsou nejnižší jednotky tvořeny čtveřicemi BV (u bRN), se počítají za dva palebné prvky.

STŘEDNÍ HODNOTA POČTU ZNIČENÝCH CÍLŮ

Počet zničených cílů určitým uskupením prostředků PVO je náhodná veličina. Zákon rozdělení této náhodné veličiny je v běžné praxi velmi těžké zjistit mimo jiné i proto, že není známa horní limitní hodnota náhodné veličiny, která je rovna maximálnímu počtu prostředků vzdušného napadení v bráněném prostoru za celou dobu boje. Z toho důvodu ve výpočtech pracujeme s náhodnou veličinou - počet úspěšných výstřelů. Úspěšným výstřelem se v tomto případě rozumí ten, který je uskutečněn a zničí cíl. Tím jsme vymezili mezní hodnoty zkoumané náhodné veličiny a zároveň získali veličinu totožnou s počtem zničených cílů. V běžných operačně-taktických výpočtech je ale i přesto obtížné stanovit zákon rozdělení této náhodné veličiny, a proto se využívá jen číselná charakteristika tohoto zákona - **střední hodnota počtu zničených cílů** neboli **matematická naděje počtu zničených cílů** daným uskupením prostředků PVO.

Pro operačně-taktické propočty této charakteristiky uvádíme metodiku, která předpokládá respektování určitých podmínek a zjednodušení:

- prostředky PVO jsou použity ve zvoleném taktickém uskupení s konkrétním úkolem pro obranu,
- jejich palba je řízena,
- možnost využití celé zásoby výstřelů nebude ovlivněna obsazeností cílových kanálů,
- veličiny vyjadřující vliv podmínek střelby se uvažují ve středních hodnotách, nebo odstupňovaných rozmezích,
- počet prostředků PVO se během boje nemění.

Získaný ukazatel nelze chápat jako předpokládaný výsledek bojové činnosti, nýbrž jako měřítko účinnosti působení uskupení prostředků PVO a jako nástroj velitelů k srovnávání účinnosti různých uskupení (při použití stejné metodiky výpočtu), a tím i k podpoře jejich rozhodnutí o použití prostředků PVO.

Předpokládáme, že uskupení prostředků je smíšené, složené z J typů prostředků. Střední počet zničených cílů prostředky j-tého typu určíme vztahem:

$$M_{cj} = I_j \cdot n_j \cdot u_j \cdot K_{uěj} \cdot K_{TPj} \cdot K_{Rj} \cdot K_{Mj} \cdot K_{RUSj} \cdot K_{Dj} \cdot P_{Zj} \quad (2)$$

- kde: M_{cj} - střední počet zničených cílů prostředky j-tého typu,
 I_j - počet palebných prvků tvořených prostředky j-tého typu,
 n_j - počet střelby při spotřebě 1 palebného průměru (pp) munice (raket), nebo při jednom vzletu stíhacího letounu (SL),
 u_j - bojové úsilí prostředků PVO (počet pp),
 $K_{uěj}$ - koeficient účasti palebného prvku na odražení náletu ve stanoveném směru (pásmu),
 K_{TPj} - koeficient technické pohotovosti kompletu,
 K_{Rj} - koeficient řízení, velení a průzkumu,
 K_{Dj} - koeficient denní doby a meteorologických podmínek,
 K_{Mj} - koeficient manévru,
 K_{RUSj} - koeficient radioelektronického a optoelektronického rušení,
 P_{Zj} - pravděpodobnost zničení cíle jedním výstřelem.

Celková střední hodnota počtu zničených cílů daným uskupením prostředků z J typů působících v daném prostoru (pásmu) se určí vztahem:

$$M_c = \sum_{j=1}^J M_{cj}, \quad (3)$$

Veličina M_c , získaná uvedeným způsobem, se dále využívá ke stanovení **efektivnosti PVO**, kterou definujeme jako poměr střední hodnoty počtu zničených cílů M_c k předpokládanému počtu působících PVN N_c :

$$E_{PVO} = \frac{M_c}{N_c} \cdot 100 \quad [\%], \quad (4)$$

VÝZNAM A ZPŮSOB URČENÍ JEDNOTLIVÝCH VELIČIN

▲ **Střední hodnota počtu zničených cílů M_c** je číselná charakteristika zákona rozdělení diskretní náhodné veličiny „počet zničených cílů“ při stanoveném počtu výstřelů. Jde o veličinu, která charakterizuje potenciální možnosti daného uskupení prostředků PVO a není vázána na konkrétní počet cílů působících v bráněném pásmu. Nelze tuto hodnotu považovat za konkrétní výsledek bojové činnosti. Je nutno spíše počítat s tím, že výsledek se bude odchýlovat v míře dané disperzí počtu zničených cílů. Ta je dána rozmanitostí efektivnosti jednotlivých výstřelů. Smíšená uskupení a rozdílnost podmínek střelby budou disperzi zvyšovat.

▲ **Efektivnost PVO E_{PVO}** , určená podle vztahu (4), se za výše uvedených podmínek používá v praktické práci velitelů a štábů pro různé varianty bojové činnosti protivníka. Předvídání těchto variant má prvořadý význam pro hodnocení efektivnosti PVO. Ukazatel efektivnosti obrany předpokládá, že jeho hodnota bude posuzována ke stanoveným čarám [2], prostorům a časovým intervalům. Charakter podmínek výpočtu také udává, že uvedený způsob hodnocení efektivnosti je vhodný pro kratší časové intervaly vedení bojové činnosti, v nichž nedochází k výrazným změnám počtů prostředků. Významnou vlastností tohoto ukazatele je jeho relativnost, která jej předurčuje pro samostatné použití bez dalších doplňujících údajů, týkajících se celkových počtů PVN (prostředků vzdušného napadení - pozn. red.). Efektivnost podle vztahu (4) lze hodnotit i po skončení bojové činnosti tak, že do čitatele dosadíme skutečný počet zničených cílů a do jmenovatele celkový počet cílů působících v bráněném prostoru.

▲ **Počet palebných prvků I_j** je dán organizační strukturou uskupení prostředků PVO a při stanovování této veličiny se opíráme o tabulku 2.

▲ **Uskutečnitelný počet střelby n_j** je dán množstvím munice, z praktických důvodů vyjádřeným jedním palebným průměrem (viz tabulku 3).

Omezení uskutečnitelných střelb dobou náletu vzdušných cílů se neuvažuje, neboť tento faktor při daných zásobách munice je bezvýznamný.

▲ **Bojové úsilí u_j** je množství munice (raket) vyjádření násobkem palebného průměru, nebo počtem vzletů stíhacího letectva, vyčleněných na danou etapu bojové činnosti. Hodnota M_c se zpravidla počítá pro spotřebu 1 pp (1 vzlet) při bojovém úsilí $u = 1$. Takto získaná hodnota má univerzální význam v tom smyslu, že pro každou jinak stanovenou spotřebu, tj. pro konkrétní hodnotu bojového úsilí, postačuje vynásobením hodnoty M_c koeficientem bojového úsilí u , čímž obdržíme střední počet zničených cílů při stanovené spotřebě raket (munice), nebo počtu letounových vzletů.

Tabulka 3

Uskutečnitelný počet střelby palebného prvku PVO

Průběh PVO (paleb. prvek)	Palebný průměr	Stř. spotřeba na 1 střelbu	Počet střelb na 1 pp
OSA - AKM	12	1	12
S - 10M	8	1	8
S - 2M	6	1	6
30 mm PLdvK	1 800	100	18
2K12	12	2	6
S - 125M1A	16	2	8
S - 75M3	12	3	4
S - 200 VE	6	2	3
MIG-21 ¹⁾	4	4	1
MIG-23 ¹⁾	4	2 + 3	1,5
L-39 ¹⁾	4	4	1

Vysvětlivka k tabulce:

¹⁾ U SL se palebný průměr počítá na jeden letounový vzlet.

▲ **Koeficient účasti K_{uc}** představuje pravděpodobnost vletu cíle do PÚP (OMZ)¹⁾ daného palebného prvku a předpokládá se, že cílový kanál nebude obsazen.

Vysvětlivka: ¹⁾ Prostor účinné působnosti u PLRV a PLD, oblast možného zničení cíle u SL.

▲ Při určování tohoto koeficientu je možné vyjít ze dvou různých přístupů:

- První způsob* vychází z prostorového pojetí obrany a ze zjednodušujících předpokladů:
- počet cílů v celé šířce bráněného pásma h nebo v šířce náletu L podléhá rovnoměrnému rozdělení;
 - dosah prostředků na cíle letící v jednotlivých výškových pásmech H je vyjádřen střední hodnotou mezního kurzového parametru P_{mez} ;
 - střední rychlost letu cíle se pohybuje v pásmu dosahu prostředků.

Koeficient účasti prostředků PVO je závislý na dvou parametrech. Na intenzitě působení prostředku v daném výškovém pásmu K_H a na možnostech překrytí šířky náletového směru PÚP K_{PH} v daném pásmu výšek. Hodnotu koeficientu pak lze obecně vyjádřit vztahem:

$$K_{UCH} = K_H \cdot K_{PH} . \quad (5)$$

Každý prostředek PVO působí v určitém výškovém rozsahu. Praktické působení PVN je také výškově ohraničeno jejich takticko-technickými daty (TTD) (zpravidla 50 m + 20 000 m). Pak srovnáním rozsahů výškových hladin pro cíle s výškovými rozsahy prostředků PVO lze určit hodnoty K_H pro zadaná výšková pásma.

Koeficient K_{PH} je závislý na vzájemných vztazích souřadnic polohy prostředku PVO, jeho kurzového parametru na daném výškovém pásmu a souřadnicích náletového směru.

Koeficient K_{PH} pro výškové pásmo H lze určit využitím geometrické pravděpodobnosti dle vztahu (viz obr. a):

$$K_{PH} = 2 \frac{P_{mezH}}{h} , \quad (6)$$

kde: P_{mezH} - mezní kurzový parametr daného prostředku PVO pro dané výškové pásmo (viz tabulku 4).

Koeficienty účasti navrhuje (v souladu s obecně přijatými zásadami) určovat pro následující výšková pásma:

Tabulka 4

Rozvrstvení výšek letu PVN do pásem

Výškové pásmo	výška cíle [m]	index H
přízemní výšky	<200	1
malé výšky	200 + 1000	2
střední výšky	1000 + 5000	3
velké výšky	>5000	4

Výše uvedený vztah lze použít i v případě, kdy do pásma obrany má být veden nálet o šířce $L < h$ a není předem znám přesný směr.

V případě, že se nálet předpokládá v konkrétním směru (obr. b), bude koeficient účasti pro palebné prvky, v jejichž dosahu budou cíle z náletu působit, dán vztahem:

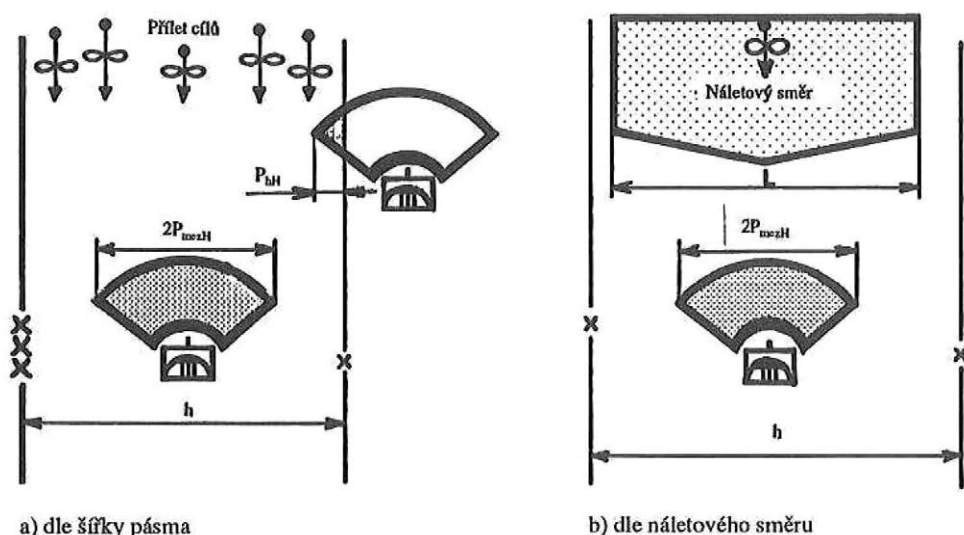
$$K_{PH} = 2 \frac{P_{mezH}}{L} . \quad (7)$$

Pro zbývající palebné prvky bude tento koeficient roven nule.

Podle vztahu (6) lze postupovat v případě, že celý prostor ostřelování prostředku je překrýván daným bráněným pásmem h ($2 P_{mezH} \leq h$). To je splněno téměř vždy pro prostředky blízkého dosahu. V případě, že prostor ostřelování spadá do bráněného pásma h jen zčásti (obr. a), je nutné počítat koeficient účasti K_{PH} sloužící k výpočtu efektivnosti PVO v pásmu h podle vztahu:

$$K_{PH} = \frac{P_{hH}}{h} , \quad (8)$$

kde: P_{hH} - rozměr úseku PÚP působícího ve prospěch pásma h .



Obr.: Ke stanovení koeficientu účasti

Výsledný koeficient účasti $K_{učj}$ -tého prostředku PVO se vypočítá na základě předpokládaného rozdělení počtů cílů do výškových pásem dle vztahu:

$$K_{učj} = \sum_{H=1}^4 K_H \cdot K_{PH} \cdot C_H , \quad (9)$$

kde: K_H - koeficient účasti prostředku v závislosti na výšce,

C_H - relativní předpokládaný počet cílů v H -tém výškovém pásmu:

$$C_H = \frac{N_H}{N_C}, \quad (10)$$

kde: N_H - předpokládaný počet cílů na H-tém výškovém pásmu,
 N_C - celkový předpokládaný počet cílů v bráněném pásmu.

Určení koeficientu C_H vychází z předpokladu, že intenzita působení prostředku v určitém výškovém pásmu je úměrná množství cílů v tomto pásmu působících.

Zároveň musí platit:

$$\sum_{H=1}^4 C_H = 1, \quad (11)$$

Pro stíhací letectvo z hlediska charakteru jeho použití se počítá s koeficientem účasti $K_{PH} = 1$. Koeficient účasti K_{uc} pro SL závisí pouze na koeficientu K_H , tj. především na možnostech stíhacích letounů ničit PVN na přízemních a velkých výškách.

B Druhý způsob přistupuje ke stanovení koeficientu účasti z hlediska úkolu PVO objektů. Tento způsob stanovení má význam zejména u prostředků PVO s malými rozměry prostoru ostřelování, rozmístěnými poblíž bráněných objektů (prostředky PLV).

Koeficient účasti v tomto případě vyjadřuje poměr počtu PVN - N_p , které působí proti bráněným objektům a zároveň se nachází v prostorech ostřelování prostředků PVO, k celkovému počtu PVN - N_{CP} , které působí proti bráněným objektům:

$$K_{ucj} = \frac{N_p}{N_{CP}}. \quad (12)$$

Numerické vyjádření koeficientu účasti tímto způsobem je obtížné, neboť vyžaduje analýzu složení a zranitelnosti bráněných objektů a vyhodnocení konkrétního vzdušného protivníka, jeho palubních zbraní a analýzu předpokládaného působení proti bráněným objektům. Nelze tedy koeficient stanovit paušálně předem.

Pro palubní prvky rozmístěné v pásmu tam, kde se nepředpokládá vlet cílů do jejich prostorů účinné působnosti, se bude koeficient účasti blížit nule.

▲ *Koeficient technické pohotovosti K_{TP}* vyjadřuje pravděpodobnost, že technika v požadovaném okamžiku a následujícím intervalu bude schopna plnit svoji funkci. Je dán zejména spolehlivostí techniky.

▲ *Koeficient řízení, velení a průzkumu K_R* charakterizuje kvalitu řízení palby prostředků PVO a výzkumově představuje pravděpodobnost, že postřelování cíle, které je v daných podmínkách náletu při „ideálním“ systému velení možné, bude skutečně provedeno. Závisí na mnoha faktorech, jako jsou: prostředky velení (možnosti ASV) [automatizovaných systémů velení - pozn. red.], kvalita informace (především radiolokační - RLI), složitost vzdušné situace a intenzita bojové činnosti, kvalita vycvičenosti směny velitelského stanoviště. V tomto případě lze stanovit koeficient K_R jako veličinu závislou na pravděpodobnosti správného udání RLI, koeficientu spolehlivosti ASV, koeficientu vlivu silného rušení na systém řízení a koeficientu, jenž snižuje kvalitu řízení při letu PVN na malé výšce.

$$K_R = \alpha_{ASV} \cdot \alpha_{RLI} \cdot \alpha_{RUS} \cdot \alpha_{MV}, \quad (13)$$

kde: α_{ASV} - koeficient spolehlivosti správného přidělení cíle ASV,

α_{RLI} - koeficient spolehlivosti RLI,

α_{RUS} - koeficient rušení systému řízení prostředků PVO,

α_{MV} - koeficient malých výšek.

▲ **Koeficient manévru K_M** vyjadřuje odolnost daného prostředku v důsledku manévrování v době vedení bojové činnosti. Představuje pravděpodobnost, že vyčleněné množství raket (munice) bude skutečně použito k ničení cílů. Uvedená pravděpodobnost stoupá s mobilitou prostředku.

▲ **Koeficient denní doby a meteorologických podmínek K_D** vyjadřuje vliv atmosféry na dohlednost optických přístrojů (optických a televizních zaměřovačů) a na činnost systémů infračervených a fotokontrastních samonaváděcích hlavic při průzkumu a vedení palby.

▲ **Koeficient radioelektronického a optoelektronického rušení K_{RUS}** vyjadřuje úbytek účinnosti střelby vlivem působení protipatření předpokládané intenzity na palebný prostředek PVO. Koeficient předpokládá tři stupně intenzity rušení (slabé, střední, silné). Hodnoty koeficientu jsou odstupňovány podle intenzity působení protipatření.

▲ **Pravděpodobnost zničení cíle P_Z** je základním ukazatelem efektivnosti. Jde o pravděpodobnost zničení cíle jediným výstřelem (jednou střelbou). Tato pravděpodobnost je velmi proměnlivá, neboť závisí na mnoha faktorech, jejichž účinek je při každé střelbě jiný. Mezi základní faktory, které ovlivňují P_Z , patří: typ kompletu, typ cíle - jeho charakter, podmínky střelby a počet raket (nábojů) použitých na jednu střelbu. Pro operačně-taktické výpočty navrhuje hodnoty P_Z odstupňovat podle kvality vzdušného protivníka, zejména jeho manévrovacích schopností využitých k protiraketovému manévru.

* * *

Proces transformace Armády České republiky si vynucuje hledání nových postupů a metod v práci štábů, s cílem zvýšení její efektivnosti. Prostředí, v němž se tento proces odehrává, už má v poslední době prostředky k realizaci i složitějších postupů v podobě prostředků automatizace velení. Předkládaný článek ukazuje algoritmus, jehož základy byly v minulosti ve zjednodušené formě využívány, ne však v jednotné formě a se stejnými výchozími údaji.

Současným požadavkem je, aby palebné možnosti všech palebných prostředků PVO Armády České republiky byly hodnoceny dle stejných algoritmů a výsledky byly srovnatelné. Jedině v tom případě mohou plnit svou funkci. Na druhé straně nelze používat stejných algoritmů na všech stupních velení. Zde musí být zohledněna datová základna, účel a další formy využití údajů o palebných možnostech. *Předpokládáme, že námi předkládaný algoritmus bude využíván k hodnocení efektivnosti prostředků PVO brigád a útvarů. Není vyloučeno využití pro stupeň sboru, avšak zde je nutné aplikovat algoritmus na několik náletových směrů. Pro sbor a vyšší štáb se však předpokládá využití jiného algoritmu.*

V článku nejsou záměrně uvedeny konkrétní koeficienty a hodnoty efektivnosti pro stávající organizační strukturu Armády České republiky z důvodů utajení. Pro přípravu stan-

dardního použití byl dán k dispozici vybraným štábům zkušební vzorek báze koeficientů a program na PC AT. Pro případné další zájemce je tento soubor k dispozici na *Katedře PVO fakulty L a PVO Vojenské akademie Brno*. Smyslem je i **ujednocení názorů a odstranění různých provizorních řešení**. Další vývoj pak směřuje ke komplexnějšímu posuzování bojových možností s vyhodnocováním různých variant použití prostředků na bázi modelování boje.

Použitá literatura:

- * Žížek, J., Němec, V.: *Matematické metody v PVO I*. Skripta VA Brno, 1992.
- * Májek, V.: *Efektivnost bojového použití PLRK nové generace při obraně objektů, prostorů a uskupení vojsk na území států*. KDP VA Brno, 1994.
- * Žížek, J., Barath, P.: *Efektivnost střelby prostředků PVO pozemního vojska*. Výzkumná zpráva studie T2-PVO /GŠ-3, VA Brno, 1993.