

**УНИВЕРЗИТЕТ У БЕОГРАДУ  
МАШИНСКИ ФАКУЛТЕТ**

**Мр Ненад Ј. Капор**

**АНАЛИЗА И СИНТЕЗА АЛГОРИТМА  
ОЦЕНЕ ПАРАМЕТАРА ЕФИКАСНОСТИ  
НАОРУЖАЊА ЗА ИНТЕРВИДОВСКЕ  
ПОДРШКЕ КоВ-У**

**докторска дисертација**

**Београд, 2015.**

Комисија за преглед и одбрану:

Ментор: Проф. др Момчило Милиновић  
Машински факултет у Београду

Чланови комисије: Проф. др Слободан Јарамаз  
Машински факултет у Београду  
Проф. др Слободан Ступар  
Машински факултет у Београду  
Проф. др Оливера Јеремић  
Машински факултет у Београду  
др Дарко Васиљевић, виши научни  
сарадник Института за физику у Београду

Датум одбране: \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . 2015.

## ПРЕДГОВОР

Информатичко доба донело је родовима војске захтеве за нови приступ ратовању уз истовремене појаве нових ризика и претњи потпуно другачијег карактера него у ранијим историјским периодима. Појам удруживања снага и војних потенцијала из некадашњих макросторних концепата дошао је на ниво микропросторних ефеката, што је условило нове хитне захтеве за преузимање технологија између видова и родова на постојећем и будућем конципираном наоружању. Као почетак анализе, за интегрисано деловање видова на циљу и интегрисано управљање гађањем (ватром), посматрана су два главна представника ватрене моћи тактичке војске, и то ваздухопловство и артиљерија. Оваква визија, као први корак у сагледавању једнаких критеријума за мерења дејстава, настала је на Машинском факултету на Катедри за системе наоружања, као континуитет вишегодишњег истраживања концепција оружја намењених за ватрену подршку КоВ-у. Током истраживања коришћени су софтверски пакети, Mathcad 11 Profesional, Microsoft Excel 2007, Microsoft Word XP, Microcal Origin 5.0 и MathType 5. У овакавом приступу теми истраживања и њеној разради, посебно се захваљујем ментору др Момчилу Милиновићу, редовном професору Машинског факултета Универзитета у Београду, на континуалном инспирисању и несебичној помоћи у раду. Његов допринос избору теме и конкретним решењима, представљали су специфичне изазове, овом, иначе слабо обрађеном питању у литератури. Успех у завршетку рада дугујем проф. др Оливери Јеремић, за помоћ у методологији моделирања, доказивању и постављању хипотеза овог рада. Такође захвалност дугујем и колегама др Далибору Петровићу, мр Милошу Марковићу, др Слободану Илићу, мр Тугомиру Кокелју, др Митру Ковачу, проф.др Чаславу Митровићу, Андрији Урошевићу, Слободану Јовчићу, проф.др Слободану Ступару и другима који су ми помогли у реализацији специфичних питања у раду. Незаобилазна је и захвалност Бранки Сретеновић, Јованки Ђорђевић и Дани Јокић за спровођење других задатака пред којима стоји докторант у времену док траје истраживање. Породици, синовима Саше и Сандру такође, захвалност на одрицању и подршци у току реализације истраживања. Захвалност дугујем и комисији, за добронамерне критике и примедбе као и за указе на пропусте без којих рад сигурно не би био успешно завршен.

<b>САДРЖАЈ:</b> .....	<b>i</b>
<b>АПСТРАКТ – ABSTRACT</b> .....	<b>v</b>
<b>НОМЕНКЛАТУРА</b> .....	<b>ix</b>
<b>УВОДНА РАЗМАТРАЊА</b> .....	<b>1</b>

## **ПОГЛАВЉЕ 1.**

### **ОСНОВНЕ ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ БОРБЕНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА ВАЗДУХОПЛОВА.....6**

<b>1.1. ЗНАЧАЈНОСТ ИЗАБРАНОГ КОНЦЕПТА АНАЛИЗЕ ВАЗДУХОПЛОВНИХ ПЛАТФОРМИ ЗА ПОДРШКУ КоВ-а.....6</b>	<b>6</b>
<b>1.2. НАЈВАЖНИЈЕ УПОРЕДНЕ ТАКТИЧКО -ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РЕПРЕЗЕНТАТИВНИХ ВАЗДУХОПЛОВНИХ ПЛАТФОРМИ .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2.1. Опште и посебне техничке карактеристике ваздухоплова Сухој СУ- 25Г .....</b>	<b>11</b>
<b>1.2.2. Опште карактеристике ваздухоплова Супер Галеб Г-4 .....</b>	<b>15</b>
<b>1.3 БОРБЕНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И НАОРУЖАЊЕ РАЗМАТРАНИХ ВАЗДУХОПЛОВА ЗА ПОДРШКУ КоВ-у .....</b>	<b>19</b>
<b>1.3.1. Тактички приступ анализи масеног модела ваздухоплова и његових припадајучих борбених терета за подршку КоВ-у .....</b>	<b>19</b>
<b>1.4. ЗАКЉУЧНЕ ХИПОТЕЗЕ ПРВОГ ПОГЛАВЉА .....</b>	<b>29</b>

## **ПОГЛАВЉЕ 2.**

### **СЕЛЕКЦИЈА И ИЗБОР ТАКТИЧКИХ ПРЕТПОСТАВКИ ЗА ЗАДАТКЕ НЕПОСРЕДНЕ ВАТРЕНЕ ПОДРШКЕ У ВАЗДУХОПЛОВНИМ ДЕЈСТВИМА**

<b>2.1. УТИЦАЈ ТАКТИКЕ ПОЈЕДИНАЧНОГ И ГРУПНОГ НАПАДА СА ВАЗДУХОПЛОВНИХ ПЛАТФОРМИ НА ПАРАМЕТРЕ ЕФИКАСНОСТИ И БРЗИНУ ВАТРЕ.....31</b>	<b>31</b>
<b>2.1.1. Општи наменски задаци ваздухопловства за потребе борбених функција,појмови ватрене подршке из ваздуха и селекција циљева.....</b>	<b>31</b>
<b>2.1.2. Врсте ваздухопловне ватрене подршке КоВ-у .....</b>	<b>33</b>
<b>2.1.3. Војна организација непосредне ракетне ваздухопловне ватрене</b>	

	подршке КоВ-у .....	37
2.1.4.	Нормирање и вредновање начина групног дејства ваздухопловних платформи за извршење дистанционог задатка подршке КоВ-у .....	39
2.1.5.	Избор и нормирање начина лета у току гађања као компатиблног са артиљеријским дејствима на копнене циљеве .....	47
2.1.6.	Закључна разматрања о утицају тактике ваздухопловне подршке појединачним и групним деловањем ракетним наоружањем.....	51
2.1.7.	Резиме о усвојеним општим хипотезама за оцену ваздухопловних платформи за подршку КоВ-у .....	53
2.2.	<b>ОСНОВНЕ ЛЕТНЕ ПЕРФОРМАНСЕ ВАЗДУХОПЛОВА У СКЛАДУ СА РАСПОЛОЖИВИМ ТЕХНИЧКИМ КАРАКТЕРИСТИКАМА ОД УТИЦАЈА НА БРЗИНУ ЛЕТА И ЕФИКАСНО ДЕЛОВАЊЕ У ТАКТИКАМА НАПАДА</b>	
2.2.1.	Перформансе летелице са млазним мотором .....	55
2.2.2.	Хоризонтални бришући лет на задатој висини са променљивим борбеним теретима као начин борбеног напада .....	57
2.2.3.	Стационарно обрушавање ваздухоплова као начин борбеног напада .....	65
2.2.4.	Долет и истрајност лета за ваздухоплове са млазним мотором.....	68

### **ПОГЛАВЉЕ 3.**

#### **ПАРАМЕТРИ ОЦЕНЕ КВАЛИТЕТА НАОРУЖАЊА РАЗМАТРАНИХ ПРИ ОЦЕНИ ВАЗДУХОПЛОВНИХ ДЕЈСТАВА ЗА НЕПОСРЕДНУ ПОДРШКУ**

3.1.	<b>ВРСТЕ ВАЗДУХОПЛОВНОГ НАОРУЖАЊА И ЊЕГОВА КЛАСИФИКАЦИЈА У ЗАВИСНОСТИ ОД ВРСТЕ ДЕЈСТВА НА ЦИЉУ .....</b>	<b>73</b>
3.2.	<b>ДЕФИНИСАЊЕ ПАРАМЕТАРА ВАЗДУХОПЛОВНОГ НАОРУЖАЊА..</b>	<b>76</b>

### **ПОГЛАВЉЕ 4.**

#### **ИЗБОР ПАРАМЕТАРА ПОВРШИНСКИХ ЦИЉЕВА ВАЗДУХОПЛОВНО РАКЕТНЕ ВАТРЕ И ЊИХОВО ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ОДРЕЂИВАЊЕ**

<b>4.1. ВЕРОВАТНОСНИ КОНЦЕПТ ИЗБОРА ДИМЕНЗИЈА ПОВРШИНСКИХ ЦИЉЕВА ЗА ДЕЈСТВА НЕВОЂЕНИМ РАКЕТНИМ ПРОЈЕКТИЛИМА .....</b>	<b>86</b>
<b>4.2. ПАРАМЕТРИ ПОВРШИНСКИХ ЦИЉЕВА ЗА РАФАЛНО РАКЕТИРАЊЕ СА ВАЗДУХОПЛОВНИХ БОРБЕНИХ ПЛАТФОРМИ ..</b>	<b>92</b>
<b>4.3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ПРОВЕРА РАФАЛНОГ ГАЂАЊА НЕВОЂЕНИМ РАКЕТАМА СА ВАЗДУХОПЛОВНЕ ПЛАТФОРМЕ ГАЛЕБА Г-4 .....</b>	<b>95</b>
<b>4.3.1. Одређивање расипања на бази координата падних тачака пројектила и математичког очекивања и средњег поготка .....</b>	<b>100</b>
<b>4.4. НОРМИРАЊЕ КРИТЕРИЈУМА ЗА УСЛОВЕ ВАЗДУХОПЛОВНОГ НАЛЕТА И ОДГОВАРАЈУЋЕГ РАФАЛА НЕВОЂЕНИМ РАКЕТАМА РАДИ ЈЕДИНСТВЕНЕ ОЦЕНЕ ЕФИКАСНОСТИ ВАТРЕ .....</b>	<b>102</b>

## **ПОГЛАВЉЕ 5.**

### **АРТИЉЕРИЈСКА И ВАЗДУХОПЛОВНА РАКЕТНА ДЕЈСТВА НА ПОВРШИНСКЕ ЦИЉЕВЕ**

<b>5.1. УВОДНО РАЗМАТРАЊЕ .....</b>	<b>111</b>
<b>5.2. СВОЂЕЊЕ КАРАКТЕРИСТИКА ДЕЈСТАВА ВИШЕЦЕВНОМ РАКЕТНОМ АРТИЉЕРИЈОМ НА ЈЕДИНСТВЕНЕ КРИТЕРИЈУМЕ СА ВАЗДУХОПЛОВНИМ ЛАНСЕРОМ ИСТОГ КАЛИБРА .....</b>	<b>113</b>
<b>5.2.1. Нормирање и избор рентабилног циља за артиљеријске и ваздухопловне невођене ракете ВБР-а .....</b>	<b>113</b>
<b>5.2.2. Свођење и нормирање ваздухопловног дејства ВБР- ом .....</b>	<b>120</b>
<b>5.3. АНАЛОГИЈА ДЕЈСТВА АРТИЉЕРИЈЕ СА ОДАБРАНИМ НАЧИНОМ ЛЕТА ВАЗДУХОПЛОВА У ТОКУ НАПАДНИХ ДЕЈСТАВА .....</b>	<b>125</b>
<b>5.4. АНАЛИЗА ДИМЕНЗИЈА АРТИЉЕРИЈСКИХ ЦИЉЕВА ЗА ДЕЛОВАЊЕ ВАЗДУХОПЛОВОМ ПО НОРМИРАНИМ КРИТЕРИЈУМИМА .....</b>	<b>128</b>

<b>5.5. СВОЂЕЊЕ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИХ РЕЗУЛТАТА ВАЗДУХОПЛОВНОГ ГАЂАЊА НА АРТИЉЕРИСКЕ РЕДУКОВАНЕ ОБЛИКЕ ЦИЉЕВА .....</b>	<b>129</b>
<b>5.6. СВОЂЕЊЕ АРТИЉЕРИЈСКОГ ЦИЉА ПО ОБЛИКУ НА ВАЗДУХОПЛОВНИ ЦИЉ .....</b>	<b>133</b>
<b>ПОГЛАВЉЕ 6.</b>	
<b>ДЕГРАДАЦИЈА ВАЗДУХОПЛОВНЕ ВАТРЕНЕ ПОДРШКЕ У РАФАЛНИМ ДЕЈСТВИМА НЕВОЂЕНИМ РАКЕТАМА</b>	
<b>6.1. ДЕГРАДАЦИЈА ЕФИКАСНОСТИ ДЕЈСТВА НА ЦИЉ И ВАТРЕНЕ И БОРБЕНЕ МОЋИ НОРМИРАНОГ РАФАЛА И ВАЗДУХОПЛОВА.....</b>	<b>138</b>
<b>6.2. ДЕГРАДАЦИЈА БОРБЕНИХ МОГУЋНОСТИ ВАЗДУХОПЛОВНИХ ПЛАТФОРМИ У ТОКУ РАКЕТИРАЊА ВБР-ом .....</b>	<b>140</b>
<b>6.3. ДЕЈСТВО НА ЦИЉЕВЕ И ЕФЕКАТ ДЕГРАДАЦИЈЕ У РАЗЛИЧИТИМ МОДЕЛИМА РАКЕТИРАЊА .....</b>	<b>150</b>
<b>ЗАКЉУЧЦИ .....</b>	<b>157</b>
<b>Научно методолошки доприноси.....</b>	<b>170</b>
<b>Развојно истраживачки доприноси .....</b>	<b>171</b>
<b>Даљи правци истраживања .....</b>	<b>173</b>
<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>174</b>
<b>СПИСАК ТАБЕЛА И СЛИКА .....</b>	<b>183</b>
<b>ПРИЛОЗИ: .....</b>	<b>190</b>
- Прилог А. Вредности најзначајних параметара за оцену ватреног наоружања ваздухоплова, табеле Т.1.1. до Т.1.8.....	191
- Прилог Б. Параметри невођене ракетне ваздухопловне муниције .....	205
<b>БИОГРАФИЈА.....</b>	<b>208</b>
<b>ПРИЛОГ 1. Изјава о ауторству.....</b>	<b>209</b>
<b>ПРИЛОГ 2. Изјава о истоветности штампане и електронске верзије         докторског рада.....</b>	<b>210</b>
<b>ПРИЛОГ 3. Изјава о коришћењу.....</b>	<b>211</b>

## АНАЛИЗА И СИНТЕЗА АЛГОРИТМА ОЦЕНЕ ПАРАМЕТАРА ЕФИКАСНОСТИ НАОРУЖАЊА ЗА ИНТЕРВИДОВСКЕ ПОДРШКЕ КоВ-У

### АПСТРАКТ

Основни циљ овог рада је да се формирају заједнички критеријуми за оцену и мерење ефикасности ваздухопловних и копнених вишецевних бадача ракета смештених на копнене и ваздухопловне борбене платформе, ради употребе у јединственим војно - тактичким задацима *"здружене ватрене подршке"*. У овом раду дефинисан је *коэффициент моћи наоружања*, као параметар квалитета ватрене моћи невођеног ракетног наоружања. Помоћу њега је мерена и дефинисана величина **снаге ватрене моћи**, као површински борбени еквивалент и нови исказ квалитета деловања на циљу. Анализом појединачне ефикасности ваздухопловних борбених платформи, у појединачним или групним тактикама деловања, појам организованог ракетирања из ваздуха сведен је на редно, паралелно и комбиновано дејство. Свођењем масе летелице на ЈУРИШНУ и СЛЕТНУ масу, уведена је нова класификација корисних терета ваздухопловних платформи погодна за директну оцену квалитета непосредне ваздухопловне ватрене подршке. Одговарајућим релативним коефицијентима, као мерама капацитета способности овакве ваздухопловне намене, исказана је технолошка повезаност ваздухоплова са његовим борбеним карактеристикама. За потребе вишецевних ракетних дејства са ваздухоплова и са копна и ради оцене њихових дејстава на површинске циљеве истородном муницијом, введен је појам *јединичне нормиране ракете и нормираног рафала*. Различити услови употребе ракета при дејству из ваздуха и са копна, упоређени су и посебним поступком анализе лета и балистике на циљу, сведени на еквиваленте исказе за два аналогна деловања и то: бришући (хоризонтални) лет, који има аналогију у артиљеријским дејствима, такозваним снопом према његовој ширини, и обрушавајући лет који има аналогију у артиљеријском дејству снопом у једну нишанску тачку. За оба поступка деловања формирана је еквивалентна, просторно механичка слика нормираног лета, независно од типа ваздухоплова, коришћена за анализу експерименталних резултата погодака. Експерименталном анализом гађања утврђени су рентабилни критеријуми о димензијама циља



ваздухопловства и упоређени са циљевима које користи артиљерија, при дејству невођеним ракетама. Експериментално и теоријски, на бази функција вероватноћа растурањаје, доказано је да однос величина циљева артиљерије и ваздухопловства приближно износи 1:10,8 у корист артиљерије. Допринос у раду представља и нормирање средње потрошње нормиране ракетне муниције, којом се делује на циљ исте величине и истом ефикасношћу, и чији однос износи око 2,5 у корист артиљерије. Оваквим поступком је утврђено да нормирање артиљеријског модула за једначење рафала са ваздухоплова из једног лансера капацитета 4 до 5 ракета, може да се изврши са најмање 10 а највише 13 ракета истог нормираног калибра од 122 до 128 mm, да би дејства из ваздуха и са копна била упоредива и самерљива. Такође је усвојен појам деградације борбене моћи ваздухопловне платформе, као нови концепт процене умањења ефикасности ватрене моћи сваког узастопног рафала. Овај концепт је експериментално потврђен и моделиран посебном симулацијом. Утврђено је, да је ефекат деградације мањи код боље наоружаних ваздухопловних платформи. Овакви закључци имају техничко-технолошку логику и могу се усвојити као општи исказ умањења хипотетичке ефикасности ваздухопловне подршке употребом различитих летелица. Целина овог истраживања даје основ за даљу анализу цене-ефикасности употребе невођене ракетне муниције дејством из ваздуха или са копна. Рад је први корак у изједначавању критеријума за здружена ваздушно копнена дејства подршке ВБР-ом, као савременог концепта интервидовских ватрених способности, базираних на употреби компатибилних технологија у борбеним применама.

**Кључне речи:** ваздухоплов, наоружање, пројектил, лансер, ефикасност,  
растурање погодака, деградација ваздухоплова, нормирана ракета

**Научна област:** Машинство

**Ужа научна област:** Системи наоружања

УДК 623.467:623.746.3(043.3)

# ANALIZES AND SYNTHESSES OF PARAMETERS ALGORITHM FOR WEAPON EFFICIENCY ESTIMATIONS IN MULTI-SERVICES SUPPORT TO LAND FORCES

## ABSTRACT

The basic purpose of this paper is to form joint criteria for the estimations and measurements of efficiency of air force and army Multi Launch Rocket System (hereafter MLRS) weapon, mounted on the air and field platforms to use in the joint tactical fire support.

Paper determines the coefficient of the *weapon power* as the measure of fire power quality for the unguided rockets. Using this criteria the value of the *force of the fire power* is also determined, as the surface targets efficiency equivalent of suppressive fire. By the method of the particular air platforms efficiency analyzes, organized in the individual or grouped attack tactics, the MLRS efficiency on the ground targets is considered as unified in the general form of ,serial, redundant or mixed employed sequences. By the redesigning of flight vehicle mass, on the *Assault* and *Landing* values the new classifications of their payloads , are determined as the more applicable for the estimations of direct fire support quality measure. Also, new relative coefficients of the air weapon capabilities distinguish technology performances of air platforms and weaponry as more precise determined. The norming rocket and norming ripple for the MLRS is derived as unified ammunition, attack from the air and field platforms, in the aim to measure efficiency employments of surface suppressive fire. The different conditions of rockets employment from the air and field are compared by especial derived method of flight mechanics and terminal ballistics, redesigned on the analogous attacks as it :horizontal sweeping strike and diving strike from the air, as equal to the, beam point concentrated, or beam line concentrated artillery fire. For the both methodologies the equivalent figure of space time flight mechanics, is norming, independent of aircraft type, as required for the experimental analyzes of shooting results. By the experimental analyzes the criteria of optimal surface targets dimensions are determined and calculated, for the both air and field support by rockets ripples. Experimental

and theoretically based on the probabilities dispersion functions is proved that the ratio between air and ground attacking surface targets, has to be about 1 :10.8 in the cost to artillery. Contribution is, also ,norming of the equally rocket ammunition consumption as 2,5 ratio, in the cost of artillery too. The artillery ripple module is determined as the package of 10 (minimum) to the 13 (maximum) rockets, as the equivalence to the air MLRS module of the 4-5 rockets in launching package of the 122 -128 mm calibrated rockets, to ballance same effects of launched fire from the air and ground by the efficiency. As the new concept for the diminshing estimations of air platforms combat power the term degradation is acpteped as the consequence of multi sequent fire ripples .

This concept is proved experimentally and by modeling of the software simulation. The effect of degradation is finding as the less for the better weapon capacity air vehicles. These conclusions have technical technology approvals as the general expression for the hypothetically diminishing of efficiency in the air power support by using of different air vehicles. The comprehensive approach of this research gave base for the coast effectives considerations for the using of air and ground action by MLRS .The paper is the first step in the join of the criteria for the estimations of joint air and ground MLRS support as the advanced concept of multi-service fire capabilities based on compatible technologies using in the battle employments.

**Key words:** Aircraft, weapons systems, Armament, Rockets, efficiency, hit dissipation,  
Launchers, Multi Launch rocket Systems.

**Scientific discipline:** Mechanical engineering

**Scientific subdiscipline:** Weapons Systems Design

**UDK 623.467:623.746.3(043.3)**

## НОМЕНКЛАТУРА:

$b$	средња тетива аеро профила крила
$V_0$	почетна брзина ракете при лансирању са ваздухоплова, $\left[\frac{\text{km}}{\text{h}}\right]$
$V_{\text{hor}}$	брзина хоризонталног(бришућег) лета, $\left[\frac{\text{km}}{\text{h}}\right]$
$V_a$	експериментална брзина обрушавања ваздухоплова, $\left[\frac{\text{km}}{\text{h}}\right]$
$V_{\text{obrus}}$	брзина лета при обрушавању, $\left[\frac{\text{km}}{\text{h}}\right]$
$V_y$	експериментална вредност вероватног скретања ракета по правцу из обрушавања, [m]
$V_x$	експериментална вредност вероватног скретања ракета по даљини из обрушавања, [m]
$V_{sr}$	одступање средњих погодака од нишанске тачке без грешке нишањења,
$V_p$	вероватно скретање по правцу на слици погодака, [m]
$V_d$	вероватно скретање по даљини на слици погодака, [m]
$V_{\text{uk}}$	укупно средње вероватно скретање са утицајем грешке нишањења, [m]
$G_{US}$	тежина убојних средстава, [kg]
$g$	убрзање земљине теже, гравитација ( $g = 9,81 \text{ m/s}^2$ )
$G_{\text{zmaja}}$	маса "ZMAJA", (маса конструкције ваздухоплова), [kg]
$G_{\text{jurišno}}$	јуришна маса (маса са којом ваздухоплов располаже при нападу), [kg]
$G_{\text{sletno}}$	слетна маса (маса ваздухоплова са којом се враћа на писту), [kg]
$\left(\frac{G}{S}\right)$	специфично оптерећење крила,

$D_g$	даљина гађања (домет), [m]
$D$	калибар ракете, [m]
$E_d$	ефикасност дејства, [%]
$E_k, Q_i = m_{BG} \cdot Q_{kg}^{TNT}$	укупна енергија експлозива одговарајуће масе БГ (бојеве главе) једне ракете, [J]
$E$	мера тачности гађања, систематска грешка, [m]
$I_x$	кофицијент савремености наоружања,
$i$	текући број рафала,
$K$	кофицијент за израчунавање вероватног скретања,
$k$	кофицијент вероватног скретања (растурања ракета) по јединици домета,
$k_{zv}$	кофицијент задане вредности,
$k_0$	кофицијент својства експлозивног пуњења,
$k_{rBG}$	кофицијент за израчунавање радијуса бојеве главе,
$K_i$	кофицијент ватрене моћи,
$K_{Ix}$	кофицијент квалитета наоружане ваздухопловне платформе,
$K_{Ix}^{-1}$	кофицијент моћи наоружања ваздухопловне платформе,
$L_g = 620 [m]$	дужина хоризонталног лета (циља) при ракетирању нормираним рафалом, [m]
$L$	долет ваздухоплова, [m]
$M_{o\check{c}}$	математичког очекивања грешке поготка
$M = \frac{V}{C}$	Махов број лета, $\left[ \frac{m}{s} \right]$

- $M_{kr}$  критична вредност Маховог броја,  $\left[ \frac{m}{s} \right]$
- $m_L$  маса лансера са подвесним шинама, [kg]
- $\bar{m}_N$  релативна маса (тежина) лансера у односу на масу муниције,
- $m_r$  маса једне ракете на лансеру, [kg]
- $m_{BG}$  маса бојеве главе, [kg]
- $m_{exp}$  маса експлозива једне ракете, [kg]
- $\sum m_i$  сумарна маса оружја и муниције са којом располаже ваздухоплов, [kg]
- $\bar{m}$  масени еквивалент ваздухопловне ватрене подршке,
- $\frac{\bar{m}_1}{\bar{m}_2}$  коефицијенти релативне флексибилности борбеног оптерећења,
- $m_{p_0} = M_{p_0}$  укупни почетни број ракета на ваздухоплову,
- $m_{p_i}(t)$  релативна (текућа) деградација ватрене моћи платформе у  $i$ -том рафалу
- $m_{p_a}(t)$  редукована борбена моћ,
- $m_{c_i}(t)$  релативна текућа преостала површина циља током  $i$ -тог рафала,
- $N_L$  број лансера на једном ваздухоплову,
- $N_r$  број ракета на једном лансеру ваздухоплова,
- $P_{efc-lan}$  ефикасна снага рафала једног лансера по погођеном циљу,  $\left[ \frac{J}{s} = W \right]$
- $P_{ef}$  вероватноћа ефикасности, [%]
- $P_{uk-ef}$  укупна ефикасност ваздухопловне борбене платформе, [%]
- $P_{uc}$  вероватноћа уништења циља, [%]
- $P_{pog}$  вероватноћа погађања циља, [%]
- $P_{zeljeno}$  жељена вероватноћа, [%]

$p$	вероватноћа погађања, [%]
$P_{uo-1}$	вероватноћа уништења циља (објекта) једном ракетом, [%]
$R_{BG}$	радијус бојеве главе за уништење циља, [m]
$R_x$	сила отпора, [N]
$R_z$	сила узгона, [N]
$r$	радијус рушења једне бојеве главе,
$S_{uc}$	површина уништеног циља, [m <sup>2</sup> ]
$S = b^2/\lambda e$	носећа површина крила, [m <sup>2</sup> ]
$S$	површина уништења једном нормираном ракетом усвојена без преклапања погодака, [m <sup>2</sup> ]
$S_{(i-1)}^c$	почетна површина циља на почетку $i$ -тог рафала, [m <sup>2</sup> ]
$S_i(t)$	почетна површина циља на почетку $i$ -тог рафала, [m <sup>2</sup> ]
$T_p$	сила потиска за хоризонтални лет, [N]
$t_{g= \sum_I^{N_I} t_i}$	време гађања свим ракетама са ваздухопловне платформе, [s]
$t_i$	укупно трајање континуалног рафала за испаливање све муниције из једног лансера, [s]
$U_i$	ватрена моћ нормираног рафала од 8 ракета,
$H$	висина лета ваздухоплова, [m]
$H_{\max}$	висина ракетирања из хоризонталног лета, [m]
$C_x$	коэффициент отпора,

$C_z$	коэффициент узгона,
$C_h = T \cdot q$	специфична потрошња горива,
$C_k = \frac{C_h}{V}$	потрошња горива по километру пређеног пута,
$C_{zL}$	коэффициент узгона при коме се остварује максимални долет,
$W$	снага ватрене моћи по квадратном метру, $[W/m^2]$ , једног лансера,
$Q_i$	топлотни евивалент потенцијалне енергије експлозивног пуњења сваке ракете,
$q$	специфична потрошња горива
$\alpha_p$	коэффициент атриције (брзина вероватне ватре), $[proj./s]$
$\alpha_T$	угао између силе потиска и путање лета ваздухоплова, $[^\circ]$
$\delta$	релативна густина, $\rho / \rho_0$
$\bar{\eta}$	коэффициент надмоћности,
$\theta_{obrus}$	угао обрушавања, $[^\circ]$
$\lambda_e$	виткост крила,
$\lambda, \lambda_s, \lambda_i$	коэффициент брзине ватре у секунди-фреквенце, $[proj./s]$
$\frac{N}{\omega_i} \lambda_i$	ефикасан број пројектила у секунди од "н" испаљених пројектила са задатом вероватноћом сваког таквог да $\omega_i$ пројектила погађа циљ 100%.,
$\mu_p(t) = \frac{m_p(t)}{M_{p_0}}$	релативна деградација ватрене моћи,
$\pi$	Лудолфов број,
$\rho$	густина ваздуха (специфична маса), $[kg/m^3]$
$\sigma_s$	средња стандардна девијација нормалног закона расподеле,
$\omega_i$	број пројектила који се испали за уништење једног циља,



$q$  курсни угао напада,(угао између линије нишањења и линије вектора брзине ваздухоплова у хоризонталној равни),  $[\text{°}]$

### СКРАЋЕНИЦЕ:

АРЈ	артиљеријске ракетне јединице,
БГ	бојева глава,
$b / p$	борбени поредак ваздухоплова,
ВБР	вишецевни бацач ракета,
ВУС	ваздухопловна убојна средства,
ВУМС	ваздухопловна убојна и материјална средства,
ГРАД	вишецевни лансер ракета 122 mm КоВ,
G-4	ваздухоплов ГАЛЕБ,
3-Д	тродимензионални простор,
ИС	инфра црвена,
КОС	контролни оријентир циља,
КИС	командно информациони систем,
КоВ	копнена војска,
$LBA$	ловачка борбена авијација,
$L_a BA$	лака борбена авијација,
$LA$	лака авијација,
ЛРАА	лака противавионска артиљерија,
Мк84, Мк83	тип вођене авио-бомбе,
НБ/с	нуклеарна бојева средства,
ОГАЊ	вишецевни лансер ракета 128 mm КоВ,
ПВО	противваздушна одбрана,
ПАА	противавионска артиљерија,
ПА	противавионска одбрана,
ПОБ	противоклопна борба,

ПДБ	противдесантна борба,
РМФ	количник масе горива и преостале масе ракете,
РМ	ратна морнарица,
СВЛР	самоходни вишецевни лансер ракета 122/128 mm КоВ,
СУ	ваздухоплов СУХОЈ,
S-5, S-8, S-13, S-24,	типови невођених ракета,
S-25LD	тип ласерски вођене ракете,
TV	телевизијско навођење,
УБС	убојна средства,
FAIRCHILD A-10	тип ваздухоплова,
ФАБ-250, ФАБ-500,	типови авио бомби,
FIST	дејства по позиву,
СЕР	кружно вероватно скретање.

## УВОДНА РАЗМАТРАЊА

Мале земље не могу да рачунају на респектабилну ловачку борбену авијацију с обзиром да су трошкови одржавања такве флоте веома високи. Због тога, своју иницијативу да ипак располажу *”ловачким ваздухопловима”*, своде на патролну улогу ловачке авијације, која углавном има међународно безбедносни карактер заштите цивилне ваздушне пловидбе[1,2]. С тога, перформансе ловачке авијације као нпр.брзина или акциони радијус или квалитет маневра у борби у ваздуху, добијају другоразредни значај[3]. Ратовање у ваздуху са крупнијим формацијама за мале армије био би луксуз и не би исказао оправдане параметре цена-ефикасност ни у једном погледу[4]. Дакле, остаје једина озбиљна понуда респектабилном опстанку ваздухопловних снага малих земаља, да што функционалније интегришу здружену копнено - ваздушну ватрену подршку[5,6]. То значи да се ваздухопловство користи за дејства, пре свега, на копнене циљеве[4]. Додатни критеријум за такво коришћење био би критеријум ефикасности мерен редувантно са копненим снагама, тамо где је ватра копнених средстава мање ефикасна, недоступна или небезбедна[6]. Тада ваздухопловство добија своју главну борбену улогу, чинећи копнену јединицу, којој је додељена оперативна и тактичка, пуно моћнијом и ефикаснијом[7,8]. То је посебно важно за будуће очекиване ратне ризике за које се поуздано зна, да их нико не планира на период дужи од неколико дана. Дакле, не ради се о ваздухопловству за заштиту територије већ о *ваздухопловној руци* копнене војске. Са друге стране, мале земље суочавају се са редуковањем капацитета копнених снага[5,9]. Овакве реформе нужне су не само као политички императиви и/или стандарди нових организационих модела регионалне безбедносне политике већ и као буџетски ултиматуми посебно у периоду растућих економских криза[10,11]. У духу потреба тактичких и оперативних реформи копнене војске малих армија и њихових растућих потреба за повећањем ватрене моћи мањих јединица на мањем оперативном простору, са врло

ограниченим, како укупним тако и јединичним људским борбеним капацитетима, концепт здружене ватрене подршке КоВ-а и ваздухопловства постаје императив очувања укупне ефикасности одбрамбених снага[12]. Концепт ткз. *здружене ватрене подршке* („Joint fire support“[12]) освојен је увелико у америчкој војсци као и у европским здруженим снагама али и у источним земљама које су реформисале своје копнене снаге. Здружена ваздухопловна и артиљеријска ватра на површинске и тачкасте циљеве у току операција продора, напредовање и маневрисуња копнених снага, захтевају нешто другачије карактеристике ваздухоплова него што су универзални принципи за пројектовање ловачке и јуришне авијације[13]. Још од другог светског рата постоји тренд да се, гломазна бомбардерска авијација и ловачко јуришна, посебно развијана у Немачкој за подршку копненој војсци, по перформансама уједине али и направе компромисе неких тактичко - техничких карактеристика у току конструисања вишенаменских ваздухоплова. Војска САД има посебан назив за такво ваздухопловство и зове га "ARMY AIR FORCE"[3].

Његове главне предности у односу на остале родове копнене војске су брзо реаговање на концентрисане циљеве који су смештени на веће даљине или положаје и не могу се захватити копненим наоружањем. Са друге стране ваздухопловство тиме исказује могућности које ни једна копнена платформа одговарајућег рода није у стању тако универзално и разноврсно по наоружању да интегрише и добије вишенаменска својства. То авијацију уствари чини незамењивом за одређене задатке како у деловању по циљевима на земљи тако посебно по деловању на циљеве у простору (трећој димензији). Подела ваздухопловства у складу са задацима биће напоменута у другом поглављу и све укупна улога авијације која је неприкосновена у тродимензионалном ратовању ипак се код мањих армија мора поставити као питање укупне ефикасности и одрживости. Тако скуп вид оружаних снага дефакто је неисплатив за специјалистичко одржавање свих могућих мисија и задатака које војска авијацијом може да обавља[11]. У овом раду биће посебно апострофирана мисија дејства по копненим циљевима и сведена на питање да ли брзо деловање на површинске групне циљеве ракетним невођеним наоружањем може бити довољно ефикасно као и исто дејство копнено лансираним ракетама[4]. Тактички посматрано

појам познат у војној операцији као "Непосредна ватрена подршка" сведен на ваздухопловно дејство и артиљеријско дејство апострофира се као кључ истраживања у овом раду. У прилог оваквом тематском избору важно је такође нагласити да се главна карактеристика савремених борбених технологија препознаје кроз две суштинске тенденције у пројектовању оружја. Прва је, да се исти тип наоружања и муниције прилагођено може користити у различитим видовима војске, дакле на копненим, воденим и ваздухопловним борбеним платформама[2]. Друга је, да се извршење борбених задатака на нижем тактичком нивоу планира са максималним утрошком свих видовских и родовских ресурса[7]. То значи да се у једном тактичком задатку истовремено користе одговарајуће видовске борбене платформе са својим адекватним расположивим наоружањем[5,8]. Такав приступ захтева процедуре заједничког оцењивања и мерења ефикасности деловања различитог наоружања усредсређеног на исте циљеве који се постављају тактичким задатком[8]. Дакле, појављује се проблем мерења ефикасности разнородног наоружања намењеног истом дејству. Концепт је познат кроз савремене тенденције тактичког организовања војске, како запада, посебно Западне Европе, тако и истока под термином *"здружена ватрена подршка"* [1,12]. Ово је применљиво при решавању борбених задатака, како мањих тако и већих војних јединица. Посебно је значајна већ поменута здружена ватрена подршка копненој војсци [12], која се углавном обавља посредним артиљеријским и ракетним гађањем уз истовремено дејство ваздухопловних снага на земаљске циљеве [3]. То имплицира читав ланац синтезе поступака и процедура различитих система и технологија управљања ватром, координацијом КИС-а, али и оцену рентабилности заједничке употребе скупљих и јефтенијих борбених технологија са аспекта цена – ефикасност [6]. С обзиром да је ваздухопловно наоружање укључено у концепт ефикасне оцене копнене ватрене подршке, рационално је извршити унификацију и еталонирање борбених технологија КоВ-а и ваздухопловства. На тај начин садејство са копненим снагама процењивало би се одговарајућим заједничким параметрима а јединице таквог здруженог састава оцењивале би се по технолошкој надмоћности и оптимизовале по цени за извршење унифицираних борбених задатака [8,11]. Посебна

пажња биће посвећена изучавању и синтези базних параметара ефикасног деловања наоружања, али са пратећим технолошки условљеним припремама самих борбених платформи за ефикасно деловање са интегрисаним наоружањем. То укључује анализу процедура како механике кретања борбених платформи, тако и поступака гађања у различитим условима у 3D простору. Најважнији технолошки параметри и перформансе борбених платформи и њихових функционално здружених целина [5], добијају карактер зависности механике кретања, затим механике боја и механике деловања на циљу у једнопараметарску фамилију карактеристика опште оцене ефикасности, детерминистичким или пробабилистичким математичким моделима [13]. У спрези са оценом трошкова, оваквим алгоритмом утврђује се поступак оцене рентабилности борбених платформи, наоружања као њиховог корисног терета, упоредно са критеријумима рентабилности извршених задатака на циљу. Акцент је на процени квалитета веома скупог ваздухопловног деловања, чије се дејство не може посматрати одвојено од трошкова борбене експлоатације самог ваздухоплова, дакле мисије лета. Због тога, постоји неразрешена критеријумска дилема када је решење тактичког задатка ваздухопловством нерентабилно у односу на исте могућности копнених снага (артиљерије). Ради детаљније анализе у овом истраживању постављен је као први задатак поређење две различито наоружане и различито рентабилне ваздухопловне борбене платформе. Циљ је, да се утврди зависност перформанси платформи од ефикасности дејства њиховог расположивог борбеног терета, и конципирају величине које ће у даљим истраживањима бити употребљене за оцену трошкова употребе ваздухопловства за ватрену подршку КоВ-у. Ови критеријуми упоређени и сведени на артиљеријски копнени систем, дају јасну оцену технологије рентабилности наоружања прилагођеног истом задатку различитим процедурама [2]. То је уједно и главни тематски садржај овог истраживања.

У оквиру првог поглавља постављени су критеријуми и усвојене карактеристичне величине које битно опредељују карактер ватрене подршке КоВ-у селектирано само на површинске циљеве на које се делује ракетама. У том смислу акценат је био на поређењу ваздухоплова намењених дејству запречном ватром [4],

невођеним ракетама из вишецевних лансера.Извршена је детаљна селекција невођеног ракетног наоружања са свим најважнијим карактеристикама .Посебно су анализирани елементи масеног модела ваздухоплова и флексибилност варијанти корисних терета.

У другом поглављу извршена је тактичка селекција најважнијих параметара борбене употребе и унифицирана њихова војно наменско одређење у смислу значајности за ефикасност ракетне ватрене подршке.На основу тога утврђени су параметри механике лета за одабране варијанте дејстава у ракетној ватреној подршци.

У трећем поглављу анализирани су и нормиране карактеристике ватреног дејства и параметара наоружања као интегралног дела укупне ватрене моћи ваздухопловне платформе и дефинисани енергетски и други механички еквиваленти ракетне муниције у току дејстава на циљеве са ваздухоплова.

У четвртном поглављу анализирани су посебне перформансе гађања циљева ,и представљене експерименталне провере истих ради нормирања лета у одабраним моделима деловања у току ватрене подршке.

Експерименталном анализом утврђени су еквиваленти ефикасних површинских циљева и нормирана ватрена дејства одговарајућим одабраним ракетним рафалима.Детерминисане ваздухопловне платформе добиле су оцену по нормираној ватреној моћи рафала.

У петом поглављу разрађен је карактеристичан концепт артиљеријске ватре из копнених ВБР-а, нормирана јединствена ракета за копнене и ваздухопловне платформе ,нормирана еквивалентна дејства за обе ватрене подршке, из ваздуха и са земље и утврђене коначне оцене поређења дејстава и улоге обе борбене платформе.

У шестом поглављу наменски је разрађен детерминистички операциони модел деградације ваздухоплова и смањења ватрене моћи услед вишерафалног дејства у поновљеним ваздухопловним ватреним операцијама гађања циљева на земљи.

Целовитим приступом разрађени су и нормирани (унифицирани), основни упоредни тактичко технички параметри за уопштenu оцену и поређење ваздухопловне и артиљеријске ракетне ватре.

## **ПОГЛАВЉЕ 1.**

### **ОСНОВНЕ ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ БОРБЕНОГ ОПТЕРЕЂЕЊА ВАЗДУХОПЛОВА**

#### **1.1 ЗНАЧАЈНОСТ ИЗАБРАНОГ КОНЦЕПТА АНАЛИЗЕ ВАЗДУХОПЛОВНИХ ПЛАТФОРМИ ЗА ПОДРШКУ КоВ-а**

Принципијелни задатак савремених борбених ваздухоплова намењених за подршку копненим снагама у ватреним дејствима је успешно дејство на копнени циљ, које је суштински везано са карактеристиком и типом наоружања којим је ваздухоплов опремљен. На основу улоге коју извршава у таквим борбеним дејствима, ваздухоплов нове генерације, мора да буде оптимизиран по принципу цена-ефикасност пошто копнене задатке често лакше и јефтиније обављају јединице копнене војске својим расположивим наоружањем. Поред перформанси постојећих *high-tech* ваздухоплова претходне и нове генерације нарочито се истиче потреба да буде технологичан за производњу као и да покаже високу борбену спремност, висок степен квалитета извршења задатака, високу поузданост и једноставност употребе[14]. Ваздухоплов такве намене мора да буде употребив у различитим климатским условима и мора да полеће с аеродрома у непосредној близини фронта, тј. мора да обезбеди полетање са кратких и полуприпремљених полетно–слетних стаза.

Наведене опште препоруке о перформансама ваздухоплова за копнену подршку, као борбене платформе, важе и за остале летелице [14,15]. Циљ овог рада, међутим, није разматрање перформанси и технологије оптималног ваздухоплова, посебно не вишенаменског, већ је фокус искључиво на ваздухоплову који је наменски одређен да 80% својих задатака извршава као суплемент подршке



копненој војсци у ширим тактичким операцијама [14,16], где се користи запречна ватра на веће површинске циљеве.

Насупрот томе карактеристике ловачке авијације су наглашене првенствено респективним асортиманом ракетног наоружања [17,18], које долази до пуног изражаја захваљујући првенствено јединственом интегрисаном систему за откривање, праћење, захват и гађање циљева реализованог кроз принцип фузије сензора на целокупној територији коју она покрива.

Данашња аеродинамичка и конструкцијска решења ваздухоплова, одликују се борбеном жилавошћу и могућностима преживљавања против ракета земља-ваздух и ракета ваздух-ваздух. Ово није пресудно за наменско ваздухопловство копнене војске, на којима ПА ракете имају мањи удео у контра дејствима у односу на ПА артиљерију, собзиром да се лет, при подршци КоВ-у, врши на малим висинама.

Ипак, проблем жилавости представља један од најважнијих фактора ваздухопловства за копнену подршку, пошто често лети у зони потпуно аутоматизоване самоходне ПА артиљерије, која располаже великом густином ватре калибра: 20, 23, 25, 30, 40, па чак и 57 mm. Ракетна муниција којом се гађа ван тог домета са ваздухоплова смањује ризик од дејства блиске ПА одбране [19].

У свом борбеном комплекту савремени ваздухоплови данашњице углавном имају ракете са полуактивним радарским самонавођењем, ИС-самонавођењем, противрадарске ракете, противбродске, TV самонавођене ракете, невођене ракете, касетне авио-бомбе, класичне авио-бомбе, авио-бомбе за уништавање полетно-слетних стаза, што је све последица њихове универзалне намене и представља борбене комплете вишенаменске ловачке авијације [16,19]. Пошто циљ овог рада, као што је наведено, није анализа вишенаменског ваздухоплова, то ће се веома скупи пројектили, за ваздухопловну борбу и заштиту, као и за прецизна дејства на копну, сматрати сувишним при разматрању ваздухопловне платформе која служи посебној

трупној подршци копнене војске [17]. Дакле, у овом раду усваја се хипотеза валидна за поређење са класичном и ракетном артиљеријом а не идеја да се квалитет прецизне ватре из ваздуха усвоји као параметар поређења са адекватном копненом подршком. Ово је веома важно нагласити у самом концепту рада пошто цена прецизне ракетне и друге муниције још увек није овладава артиљеријом, па је самим тим ваздухопловство у великој предности по ефикасности са таквим наоружањем. Ипак треба имати у виду да су трошкови ваздухопловне подршке велики, пошто се циљеви за прецизна дејства морају бирати у складу са ценом употребе веома скувих ракетних пројектила типа ваздух - земља, што није тако чест случај у концепту ратовања националних копнених оперативних формација у задацима ширег територијалног ангажовања на домаћем простору [20]. Наравно, интероперабилно ангажовање домаћих снага искључује ангажовање ваздухопловства за подршку као инфериорнијег у односу на развијеније армије земаља у свету, па самим тим и потреба за прецизном скупом ватром није везана за најквалитетније наоружање типа ваздух – земља већ само довољне за суплементарне операције КоВ-а на већим тактичким донетима.

Кључно питање је наоружавање ваздухоплова ракетном муницијом, што се своди на питање односа цена-ефикасност, који суштински треба да буде одређено како јединичном ценом ракете тако и ценом јединичног рафала, односно укупном ценом расположивог броја пројектила [11]. Међутим, таквој анализи претходи анализа ефикасности ватре као и величина рентабилних копнених циљева, типови циљева, рентабилности њиховог уништења и брзина реаговања дејством ваздухопловног наоружања. Усвојиће се да је главни опредељујући фактор за дефинисање квалитета дејства трупног наменског ваздухоплова капацитет и квалитет садржаја његовог, пре свега, вишецевног рафалног невођеног ракетног наоружања. Овакво наоружање има могућност упоредног испитивања карактеристика са вишецевном ракетном артиљеријом али и веома важне посебне карактеристике које ће бити предмет истраживања у овом раду. Без обзира на поменути значај и изнесене концепције борбене употребе ваздухоплова и његове техничко – технолошке

карактеристике, ипак се мора напоменути да је кључни елемент око кога се врши анализа и синтеза исплативости на бази борбене ефикасности ваздухоплова, уствари сама ракета, њена појединачна бојева ефикасност и њена еквивалентна рентабилност за дејство при задатом кружном вероватном скретању (СЕР-у) [21], на задатом домету. Тек након те анализе поставља се питање ваздухоплова, организације начина гађања и система управљања ватром. Дакле, ракета и њене перформансе окосница су свих аналитичких разматрања ефикасности ваздухопловног дејства.

Пресудан фактор у овом разматрању појављује се долет ваздухоплова и домет ракете који она може остварити, њена прецизност односно укупно растурање ракетне ватре интегрисано са борбеном ефикасношћу употребљеног бојевог терета (типа, врсте и снаге бојеве главе) [22]. Дакле, поставља се питање, када, како и која борбена ваздухопловна платформа, може бити коришћена за здружену тактичку ватру са копненим дејством ракетном муницијом на довољно ефикасан и рентабилан начин [22,23]. У том смислу, постављена је прва хипотеза, да се вишенаменска школска ваздухопловна борбена платформа, ако би се наменски превела у ваздухоплов трупне подршке КоВ-у, могла директно упоредити са познатим светским решењима по одабраним критеријумима и перформансама ради оцене исплативости.

## **1.2 НАЈВАЖНИЈЕ УПОРЕДНЕ ТАКТИЧКО -ТЕХНИЧКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ РЕПРЕЗЕНТАТИВНИХ ВАЗДУХОПЛОВНИХ ПЛАТФОРМИ**

Разматране борбене платформе, које ће бити анализирани у овом раду, не представљају технолошки врх ваздухопловства, већ су усвојене као репрезентативне за концепт оцене ефикасности функционалног преусмеравања нових војних тактичких задатака подршке КоВ-у у дејствима здружене ваздухопловно - копнене ватре. Тако на пример школско - борбени ваздухоплов СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 (слика 1.1а и слика 1.1б.), бивше *југословенске* производње, са којим располаже домаће ваздухопловство, представља скромну универзалну, пре свега школску

ваздухопловну платформу, која по перформансама може да одговара потребама непосредне ваздухопловне подршке бригадног или чак борбено групног састава



Слика 1.1а. СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 [17] Слика 1.1б. СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 [17]

копнене војске [17]. Не улазећи у тактичке претпоставке, које погодују или не погодују оваквом ставу, усвојиће се, да је ваздухоплов СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 могуће реконструисати са повећаном ватреном моћи, брзином реаговања и довољно усмереним, (али не прецизним), дејством на одабране и /или погодне копнене циљеве. Са друге стране, референтни јуришни ваздухоплов, намењен скоро искључиво за такве намене тј. ваздухопловну подршку КоВ-а, јесте модернизовани ваздухоплов руске војске СУХОЈ - СУ25 Т, приказан на (слика 1.2а и слика 1.2б.) [18]. Пројектован је као нека врста супстрата артиљеријске ватре, јер располаже са респектабилним борбеним комплетима ракетног и бомбардерског наоружања, пре свега намењеном површинским тактичким групним циљевима.



Слика 1.2а. СУХОЈ СУ-25Т [18]



Слика 1.2б. СУХОЈ СУ-25Т [18]

Војска САД, одавно располаже супер ваздухопловом за подршку КоВ-у, старим скоро 40 година, али модернизованим неколико пута пре свега наоружањем а не новом аеродинамиком нити конструктивним летним перформансама. То је ваздухоплов "FAIRCHILD A-10, односно "A-10A" (слика 1.3а и слика 1.3б.) проверена у ратовима вођеним протеклих 30 година [24]. Његово наоружање чак је за 10% теже

од самог "ZMAJA" што га чини супер летелицом за подршку КоВ-у у борби против тешких механизованих копнених формација. С обзиром на његову софистицирану опрему и веома скупо ракетно наоружање за прецизна дејства на тачкасте циљеве, овај ваздухоплов неће бити употребљиван за анализу ефикасности и концепте поређења при редефинисању наменских карактеристика домаћег ваздухоплова и његове ватрене моћи. Ово пре свега, јер питање прецизне ватре, за коју је намењен амерички ваздухоплов, има дубље тактичке разлоге који карактеришу операције експедиционих снага ангажованих на удаљеним просторима, са другачијом логистиком снабдевања и критеријумима цена/ефикасност, што није предмет овог рада.



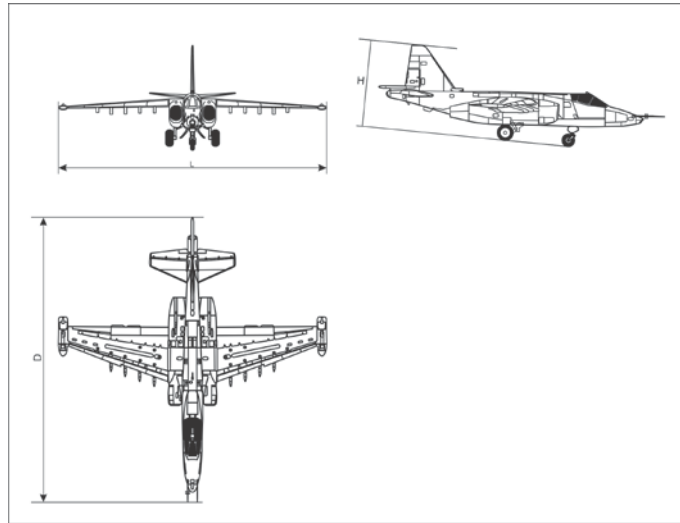
Слика 1.3а. FAIRCHILD A-10 [24].



Слика 1.3б. FAIRCHILD A-10 [24].

### 1.2.1. Опште и посебне техничке карактеристике ваздухоплова СУХОЈ СУ- 25Т

Поређење ће бити вршено са ваздухопловом СУХОЈ СУ-25Т пошто располаже, пре свега, са невођеним пројектилима приближно еквивалентне ватрене моћи артиљеријске невођене ракетне муницији при дејству на површинске циљеве [18]. То је свакако прва фаза у анализи концепта здружене артиљеријске и ваздухопловне ватре у непосредној подршци јединицама КоВ-а, такозваним запречним дејством на оперативним даљинама. На основу карактеристика овог ваздухоплова, ефикасност ватрене моћи биће посебно анализирана у концепту укупног борбеног оптерећења овог ваздухоплова и упоређена са репрезентативном летелицом српског ваздухопловства СУПЕР ГАЛЕБ Г-4.



**Слика 1.4.** Изглед и димензије ваздухоплова СУХОЈ СУ-25Т [18]

Опште карактеристике ваздухоплова СУХОЈ СУ 25-Т,[18] и основне перформансе су следеће:

1. Посада: један члан
2. Дужина: 15.53 m
3. Распон крила: 14.36 m
4. Висина: 4.80 m
5. Површина крила: 33.7 m<sup>2</sup>
6. Тежина празног ваздухоплова: 6.800 kg
7. Тежина ваздухоплова са товаром: 14.600 kg
8. Максимална допуштена тежина при полетању: 17.600 kg
9. Снага мотора: 2 × Soyuz/Gavrilov R-195 турбомлазни, потиска од 44.18 kN појединачно
10. Максимална брзина: Mach 0.8 (975 km/h), на нултој надморској висини
11. Борбени радијус: 750 km на нултој надморској висини, са 4.400 kg наоружања и два одбацива резервоара
12. Махимални долет: 2.500 km
13. Брзина пењања: 58 m/s

14. Максимална висина лета: 7.000 m неоптерећен, односно 5.000 m са максималним товаром,

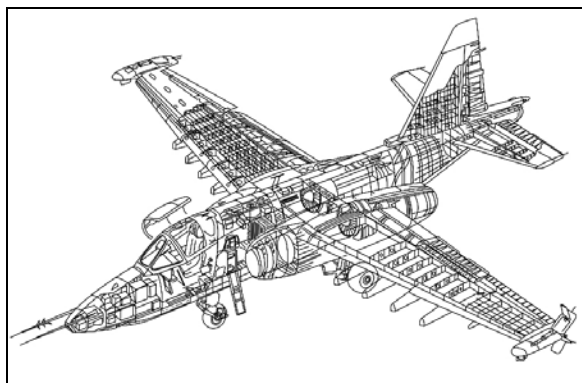
Наоружање се може бирати у следећим варијантама:

15. Артиљеријско наоружање састоји се од уграђених топова за све типове: 1 × GSh-30-2 калибра 30 mm, топ са 250 пројектила,

16. Места за уградњу подвесних терета зависно од вида и рода код кога се користи за подршку: 11 са укупном носивошћу разматраном у табели Т.1.1. [прилог А]

17. Коришћена муниције за уграђено наоружање: Невођене ракете класе S-5, S-8, S-13, S-24, ласерски вођена ракета S-25LD и R-60 вођене ракете ваздух - ваздух

18. Ваздухоплов може да носи авио бомбе типа: ФАБ-250, ФАБ-500, као и 500 kg ласерски вођене бомбе, а што неће бити разматрано.



Слика 1.5. Изглед конструкције СУХОЈ СУ-25Т [18].

СУХОЈ СУ-25Т (слика 1.2а, слика 1.2б и слика 1.4.) (Нато ознака ”Фрогфот” – жабљи крак), је двомоторни млазни ваздухоплов, једносед, развијен у руском пројектном бироу ”СУХОЈ”. Развијен је за потребе подршке копненој војсци. Први прототип је полетео 22 фебруара 1975 године. Након пробног периода ваздухоплов је ушао у серијску производњу 1978. године у Тбилисију у совјетској републици Грузији. Руска авијација му је придодала надимак „Грацх“ (Врана). СУХОЈ СУ-25Т је конвенционални висококрилац трапезног крила и

конвенционалног решења вертикалног стабилизатора и кормила правца са топом постављеним у секцију трупа испод кабине pilota, причвршћеним за носећи оквир, који је везан за под пилотске кабине и предњу потпорну структуру трупа. Неколико различитих метала у различитим количинама је употребљено за конструкцију летелице (слика 1.5.) и то: 60% алуминијум, 19% челик, 13.5% титанијум, 2% легуре магнезијума и 5.5% осталих материјала, [25] , што је било пре свега условљено захтевима за његову заштиту у непосредној ватреној подршци, како би се остварио висок степен борбене живавости.

Русија поседује ограничену флоту СУХОЈА СУ-25, свих типова [18], који дејствују у саставу јуришних пукова авијације. Као основне варијанте користе се једносед СУ-25, двосед СУ-25УБ, као и СУ-25БМ. Руско ваздухопловство је примило мањи број СУ-25Т специјализованог за противоклопна дејства а чије је испитивање у борбеним условима вршено у Чеченији, што категорише овај ваздухоплов, пре свега, као средство за подршку КоВ-у [14,16].

Програм модернизације СУ-25 у верзију СУ-25СМ литер је у току. Први модернизовани СУ-25СМ су испоручени у августу 2001 [18], док је до марта 2013. за испоруку било предвиђено још 60 летелица овог типа. Програм модернизације је предвиђен да траје до 2020. године и односи се, пре свега, на СУ-25Т као и остале варијанте овог ваздухоплова. Поменута варијанта СУ-25Т је конверзија из двоседа у једносед, при чему је простор задњег дела кабине искоришћен за смештај допунске ваздухопловне електронике. Ваздухоплов је оспособљен за дејства у свим метео условима, дању и ноћу. Поред стандардног наоружања које користи СУ-25, СУ-25Т може да користи и ТВ вођене авио бомбе типа ФАБ-500. У проширеном простору носа ваздухоплова је смештен "Схквал" оптички телевизијски систем навођења са "Прицхал" ласерским даљиномером и обележивачем циља. Ваздухоплов превасходно може да носи у вишецевним бацачима ракета и ласерски кориговане пројектиле типа "Викхр". Три прототипа СУ-25Т су направљена у периоду 1983-86 као и 8 серијских ваздухоплова током 90-тих, који су тестирани у рату у Авганистану [18].

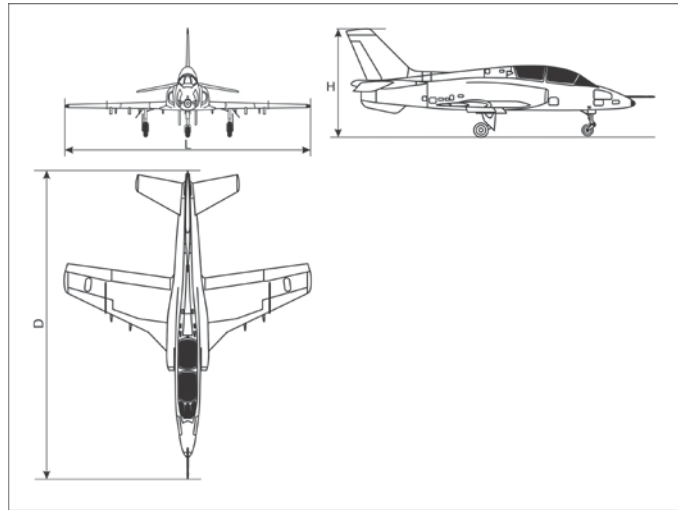


Ране варијанте СУ-25 су биле опремљене са два турбомлазна мотора R95 Sh без накнадног сагоревања, смештених у посебне коморе задњег дела трупа. Последње верзије СУ-25Т и СУ-25ТМ, су опремљене побољшаним турбомлазним моторима R195.

### **1.2.2. Опште карактеристике ваздухоплова СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 [17].**

СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 је ваздухоплов с турбомлазним мотором, намењен за прелазно школовање пилота. Развијен је као савремени наследник ГАЛЕБА Г-2, већих могућности, за прелазно школовање војних пилота после основне обуке на ваздухоплову УТВА 75, односно после обуке на ваздухоплову ЛАСТА [17]. Међутим, његове перформансе указују на могућност промене основне намене у циљу формирања ваздухоплова за копнену подршку оперативног састава КоВ-а, дакле, непосредну ватрену подршку. Ово пре свега, због тога што ваздухоплов СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 обезбеђује добре брзинске перформансе на малим висинама и веома кратке полетне писте уколико се прилагоди условима брзог реаговања у тактици чекања или тактици по позиву. Све ово могуће је уколико се прво размотри концепт модернизације његове ватрене моћи с обзиром на носивост, основне перформансе и исплативост, а по угледу на ваздухоплов СУХОЈ СУ-25, пројектован наменски, између осталог и као суплемент артиљеријских дејстава исте ефикасности али на већим диметима. Тиме би овакав ваздухоплов постао продужена рука артиљерије и брзо реагујућа платформа на више циљева сукцесивно у кратком времену, посебно у критичним операцијама за оперативне саставе КоВ-а.

Дакле, садашња секундарна борбена намена за дејство против циљева на земљи прелази у примарну што се може обезбедити анализом његових постојећих техничких могућности за унапређење ватрене моћи против циљева на земљи.



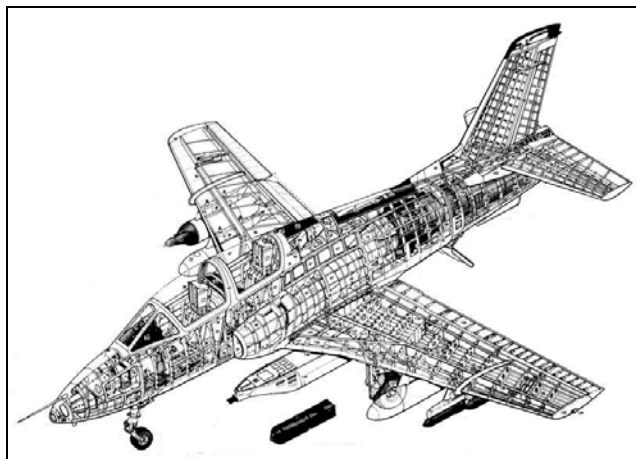
**Слика 1. 6.** Изглед и димензије ваздухоплова СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 [17]

Опште карактеристике ваздухоплова СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 и основне перформансе су следеће :

1. Посада: два члана
2. Дужина: 11,7 [m]
3. Распон крила: 9,9 [m]
4. Висина: 4,28 [m]
5. Површина крила: 19,5 m<sup>2</sup>
6. Тежина празног ваздухоплова: 3.134 [kg]
7. Тежина ваздухоплова са товаром: 4.877 [kg]
8. Максимална допуштена тежина при полетању: 6.300 [kg]
9. Снага мотора: 1× Rols-Rojs Vajper 632-46, потиска 17,8 [kN]
10. Максимална брзина: 950 km/h на нултој надморској висини (слика 1.6)
11. Борбени радијус: 300 [km] на нултој надморској висини оптерећен са топом, 2 лансера ракета, наоружање и два одбацива резервоара,
12. Махимални долет: 2.500 [km]
13. Брзина пењања: 31 [m/s]
14. Махимална висина лета: 14.200 [m] неоптерећен, 5,000 [m] са максималним товаром (слика 1.6)

Наоружање се може бирати у следећим варијантама:

1. Артиљеријско наоружање састоји се од уграђених топова за све типове: 1 × GSh-30-2 калибра 30 mm.
2. Места за уградњу подвесних терета зависно од вида и рода код кога се користи за подршку: 4 са укупном носивошћу разматраном у табели Т.1.4. [прилог А].
3. Коришћена муниције за уграђено наоружање: невођене ракете класе BR1, BR2, FFAR 128M.
4. Ваздухоплов може да носи авио - бомбе типа: ФАБ-250, ФАБ-100, које се разматрају у концепту ватрене моћи.
5. 1 x топ калибра 23 mm.
6. Различите врсте вођених бомби типа Мк83 и Мк84.



**Слика 1.7.** Изглед конструкције ваздухоплова СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 [17]

Развијен је у две верзије, прва с класичним хоризонталним репом са крмилом, друга са интегралним хоризонталним репом. Први прототип је полетео 18. јула 1978. године, други (са интегралним хоризонталним репом) годину дана касније. Серијска производња је почела током 1983. Иначе је Г-4, по свим оценама, најуспешнији ваздухоплов из домаћег развоја и производње [17]. У току развоја, посвећена је посебна пажња строгој оптимизацији управљивости и стабилности

ваздухоплова, без увођења допунских уређаја. То се потврдило и у лету са оствареним врхунским карактеристикама. [17]

Ово је веома важно и за концепт нових подвесних терета чије се позиционирање и балансирање мора усаглашавати са критеријумима аеродинамичке резерве стабилности како уздужне тако и попречне.

Наведене перформансе, одговарају, пре свега летним способностима а експлоатациона искуства односе се на тактике које овај ваздухоплов може да користи у циљу обезбеђења максималне борбене живавости а не ватрене моћи за потребе КоВ-а. Дакле, оно што ваздухоплов СУХОЈ СУ-25 не може да оствари у лету и мора да обезбеди пасивном заштитом (ојачаним трупом и тиме већом масом), ваздухоплов СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 може да обезбеди маневром, што би у некој даљој анализи, која није предмет овог рада, морало да се покаже у завршним хипотезама које следе из ваздухопловне тактике подршке КоВ-у.

Према расположивој литератури [17], у концепту модернизације ове летелице идејно је разматрана и верзија једноседа. Разматрано је решење појачаних борбених способности, у односу на стандардни двосед Г-4. У разматрање је било укључено допунско опремање и наоружавање, између осталог и уградња радара. Рад на разматрању идејног решења је обустављен. Процењено је да ново решење неби било рационално, поред постојећег ваздухоплова ОРАО. Концепт ваздухоплова Г-4М, Г-4МД као (модернизован-дигитализован) са новом електроником и новим наоружањем посебно се разматра као могући прототип за модернизацију. Рок употребе ваздухоплова био би продужен до 2035. године. Борбене варијанте једноседа биле би опремљене електронским нишанским системом властите производње и са увећаним асортиманом наоружања и носивошћу ваздухоплова. На крајевима крила су му интегрисане ракете ваздух-ваздух за блиску борбу, са ИС самонавођењем руске производње R-60, исто као на СУХОЈУ СУ-25. Ојачана би била сва четири поткрилна носача, тако да унутрашњи могу имати носивост до 500 kg, а спољни до 350 kg. Корисна носивост ваздухоплова Г-4М износила би 1950 kg, што је

34,5 % више од стандардног СУПЕР ГАЛЕБА Г-4. Пилотска кабина би била преуређена, са уграђеним уређајем за генерисање симбола. [17].

Овакав програмски концепт модернизованог ваздухоплова, био би кандидат за анализу наменског наоружавања за ефикасно суплементарно дејство са артиљеријским ракетним јединицама у задацима непосредне подршке КоВ-у [12]. Пре овакве конструкторске одлуке, следи анализа ефикасности постојеће невођене муниције којом би био наоружан ваздухоплов побољшане носивости, како би се утврдили критеријуми трошкова побољшања прецизне ватре у односу на непрецизну ракетну ватру.

Тек након такве студијске процене, питање побољшања прецизности, за потребе подршке КоВ-у, могло би да се понуди као други део тактичке намене познат као *''прецизна ватра из ваздуха''*. У овом раду се, дакле, усваја став о оцени значајности наведене модернизације, једино уколико се претходно анализира само модернизација капацитета ваздухоплова СУПЕР ГАЛЕБА Г-4, па тек онда утврде критеријуми цена-ефикасност за модернизацију његовог борбеног квалитета за подршку КоВ-у.

### **1.3 БОРБЕНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ И НАОРУЖАЊЕ РАЗМАТРАНИХ ВАЗДУХОПЛОВА ЗА ПОДРШКУ КоВ-у**

#### **1.3.1. Тактички приступ анализи масеног модела ваздухоплова и његових припадајућих борбених терета за подршку КоВ-у**

Ваздухопловно оптерећење, односно корисни терет , као посебна карактеристика ваздухопловне борбене платформе, суштински утиче на анализу ефикасности борбеног дејства а посебно прорачуна ватрених могућности. Стандардни прикази карактеристика носивости и корисних терета вишенаменских ваздухоплова обилују варијантама које служе различитим мисијама дејства из

ваздуха, па погодују више рекламном маркетиншком избору него прорачунима ватрене моћи, посебно ваздухоплова за подршку КоВ-у.

Због тога је у овом раду усвојен нешто другачији приступ категоризацији носивости ваздухоплова који боље исказује наменска тактичка својства која ће се користити за поређење са копненом ракетном артиљеријом. Циљ, новог приступа је, да се изврши анализа масеног капацитета стварне ватрене моћи за извршење задатака у мисијама подршке (што ће бити обрађено у овом поглављу), као и анализа утицаја промене масе ваздухоплова на параметре лета ради процене времена реаговања у току мисије подршке КоВ-у (што ће бити обрађено у поглављу 4).

Разврставање наоружања које чини ватрену моћ ваздухоплова а представља додатну тежину такозваног "ЗМАЈА са мотором" извршено је, у овом раду, са посебним погледом на класификацију масе летелице, с обзиром да се овде третира борбени капацитет платформе а не војно логистичка и општа наменска садржина перформанси. Нова подела је извршена следећом логиком. Укупни додатни борбени терет ваздухопловне борбене платформе, који утиче на ватрену моћ (не на долет), дели се на:

- **активни ватрени терет (муниција и УБС, Т.1.1. и Т.1.4. прилог А [17,18,26] према слици 1.14 и слици 1.15.)**
- **активни борбени терет ваздухоплова - (муниција и наоружање, Т.1.3. и Т.1.6. прилог А [17,18,26] према слици 1.10 и слици 1.11)**
- **пасивни борбени терет (наоружање без муниције прилог А Т.1.2. и Т.1.5. [17,18,26] слици 1.12 и слици 1.13)**

Интеграцијом овако категорисана три типа додатног оптерећења ваздухоплова, утврђују се појмови такозваних ЈУРИШНИХ маса ваздухоплова табела (прилог А, Т.1.3. и Т.1.6., према слици 1.10 и слици 1.11), која улази у мисију копнене подршке КоВ-у, као и пасивних СЛЕТНИХ маса ваздухоплова, које излазе из такве мисије (прилог А, Т.1.3. и Т.1.6., према слици 1.12. и слици 1.13). Разлика ових маса, представља чисту масу убојног терета којим је могуће деловати на циљ удаљен

пропорционално прорачунатој потрошњи горива. Овакав приступ анализи је наменски усвојен за потребе овог рада, и може се користити као мера ваздухопловне ефикасности у проценама подршке по критеријумима трошкова .

**Први општи став масеног модела ваздухоплова за подршку**

**У састав масе ваздухоплова улазе :**

- а) Јуришна маса ( Највећа гранична са разматраним концептом наоружања ) коју сачињавају:**
  - маса змаја,
  - пасивни борбени терет укључујући пилота и његову опрему
  - активни ватрени терет тј. муниција и пројектили, као и одговарајућа основна и додатна количином горива
- б) Слетна маса (Најмања, гранична, са разматраним концептом празног наоружања без могућности новог борбеног полетања) коју сачињавају:**
  - маса змаја
  - пасивни борбени терет укључујући пилота и његову опрему
  - 10% укупне и додатне количине горива.

**Наведена разлика ове две масе представља, дакле, масени еквивалент ваздухопловне ватрене подршке  $\bar{m}$ .**

Поређење наоружања и убојних средстава (УБС),[20,22], за две борбене платформе, извршена је у табелама Т.1.1. до Т.1.6. прилог А и приказано је на сликама (слика 1.8. – слика 1.13.), као основ за припрему анализе и оцене ватрених могућности, сведених на друге борбене параметре као и на критеријуме ефикасности и рентабилности. Борбени терет који ваздухопловна платформа може да носи дата је у табелама Т.1.1. до Т.1.3. за ваздухоплов СУХОЈ СУ-25.и табелама Т.1.4. до Т.1.6. за ваздухоплов СУПЕР ГАЛЕБ Г-4, што не обухвата поменуте варијанте Г-4М и Г-4МД које су конципиране за прецизна дејства, а што није предмет овог рада. Посебно је важно напоменути укупну масу неоптерећеног ваздухоплова без подвесног крилног

терета као основу за разматрање модификација и различитих варијанти употребе савремених прецизних УБС. (Табеле Т.1.3. и Т.1.6.) и (слика 1.8. и слика 1.9.) (тј. празан ваздухоплов-''ЗМАЈ'' )

ЈУРИШНА маса ваздухоплова дефинише такозване полигонске снаге [17,18] и то: ватрене и борбене, и суштински опредељује ефикасност једне борбене платформе за извршење задатка при деловању на различите копнене циљеве. У складу са тим бира се варијанта борбеног и ватреног оптерећења која може бити различита за различите мисије. Ефикасност на циљу дефинише појединачна ватрена моћ сваке од варијанти ватреног оптерећања датог у табелама Т.1.1. и Т.1.4.[26] [прилог А] и слика 1.14 и слика 1.15.

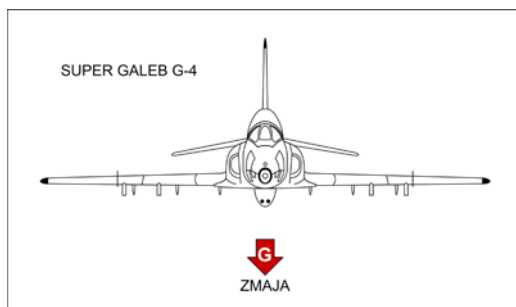
Акциони радијус ваздухоплова дефинисан је уделом горива у максималној разлици јуришне и слетне масе, као и врстом маневра на циљу. У мисијама подршке КоВ-у ово може бити различито зависно од начина лета у зони циља којим су дефинисане и саме грешке погодака. Грешкама погодака дефинише се утрошак муниције односно УБС-а па самим тим и укупне борбене могућности, односно ефикасност ватреног дејстава терета доведеног на жељени долет у току мисије предвиђених полигонских снага. Овде се разматрају само подршке копненој војсци, па се наоружање, намењено одбрани ваздухоплова од ваздушних борбених платформи, не разматра већ се третира као део ефикасности активне заштите, а не ефикасности копнене подршке. Дакле, може се нагласити да је у оквиру јуришне масе узета у обзир маса активног ватреног терета ракете R-60, табела Т.1.1. као заштита ваздухоплова а да је активни терет за подршку КоВ-а посебно издвојен у табелама Т.1.1. и Т.1.4. Наоружање са опремом, без муниције укључујући и пилоте (оператера) представља пасивну масу (пасивни корисни терет) полигонске снаге једног ваздухоплова. Он је основа за одређивање слетне масе целог ваздухоплова за који се сматра да је у току мисије потрошио сву активну заштиту (ракете за одбрану из ваздуха и митраљеску муницију за одбрану са копна).



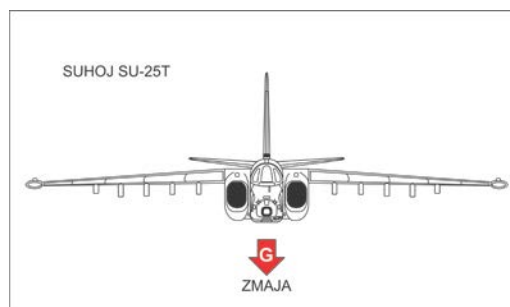
Карактеристике масе оваквог додатног пасивног терета дате су у табели Т.1.2. и Т.1.5.(прилог А), упоредно за летилице категорије СУХОЈ СУ-25Т и СУПЕР ГАЛЕБ Г-4. Свака од варијанти представљена у редовима табеле карактеристичних оптерећења (борбених терета), дефинисана је за одређени тип убојних средстава намењених дејству са разматраних ваздухоплова. Наведене су врсте коришћених ракетних лансера, лансера авио-бомби, подвесних пилона(носача), као и пасивног додатног терета пилота и опреме. Табеле Т.1.2. и Т.1.5.[17,18], су дефинисане по масама и капацитету, броја ракета, броја бомби, и осталих УБС као и топом и митраљезом сумарно без муниције и компатибилне су са сликама сл.1.8. и сл.1.9. за различите варијанте. У табели Т.1.1. и Т.1.4. приказана је ватрена моћ кроз масу убојних средстава. Карактеристике коришћене муниције и убојних средстава понаособ, биће разматране и приказане у посебној табели у складу са правилима њихове употребе, нормативима њиховог утрошка, грешкама њиховог поготка, ефикасношћу њихових бојевих елемената, зависно од врсте циљева предвиђених пројектованим полигонским борбеним снагама.Анализирајући посматрану табелу Т.1.1., може се уочити да варијанта употребе ракета S-13-Т. има највећу масу УБС, што не значи да је најефикаснија. Варијанта употребе ракета S-5-КОБ има најмању масу, што такође не упућује на оцену вредности њихове ефикасности. Реални услови ефикасности биће одређени анализом типа циљева и очекиваног степена њиховог уништења. Комбинацијом различитих врста ракета и осталих УБС-а могуће је планирати дејства на циљеве мерена по задатој ефикасности.Такође је наведена маса ваздухоплова ("ЗМАЈ") која представља конструкцију летелице са уграђеном опремом без основног и додатног горива, активног ватреног терета, пасивног борбеног терета као и без пилота и његове опреме.

На сликама сл.1.8. и сл.1.9. приказане су масе празне летилице СУПЕР ГАЛЕБ Г-4, и СУХОЈ – СУ-25 Т, познате под називом "ЗМАЈ", затим оптерећене летелице невођеним ракетама (слика 1.10. и слика 1.11.) назначене као "ЈУРИШНА МАСА". и слика ваздухоплова и његове масе након извршене мисије (слика 1.12. и слика 1.13.) назначене као "СЛЕТНА МАСА". Ове вредности су различите зависно

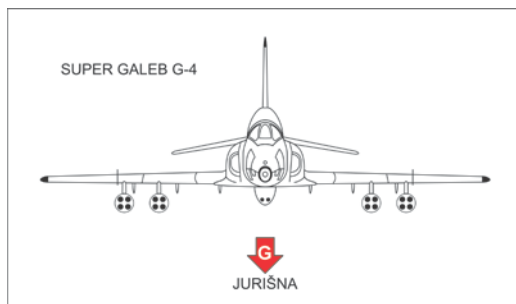
од типа муниције па тиме и саме ефикасности на циљу, а подржавају хипотезу која ће бити употребљена за мерење ефикасности борбених платформи у поређењу са артиљеријом која би деловала истородном муницијом.



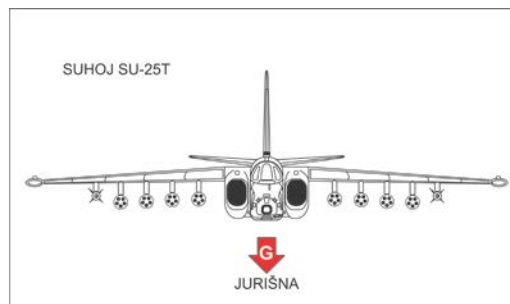
**Слика 1.8.** маса "ЗМАЈА"



**Слика 1.9.** маса "ЗМАЈА"



**Слика 1.10.** Јуришна маса



**Слика 1.11.** Јуришна маса



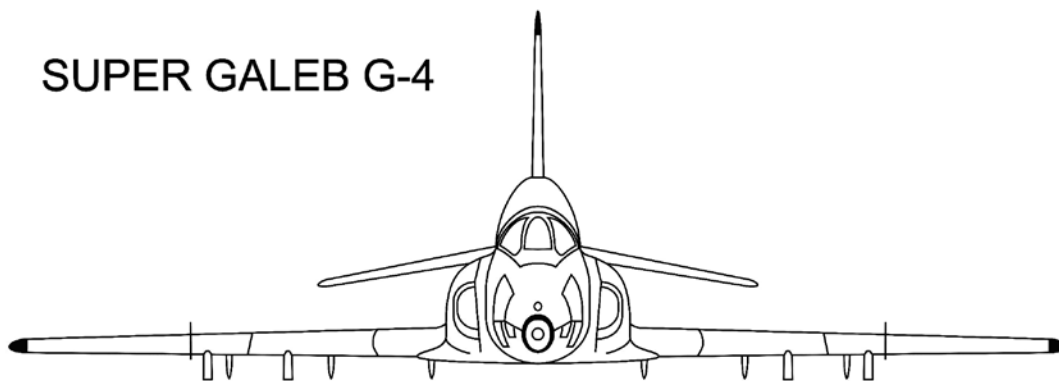
**Слика 1.12.** Слетна маса



**Слика 1.13.** Слетна маса



# SUPER GALEB G-4



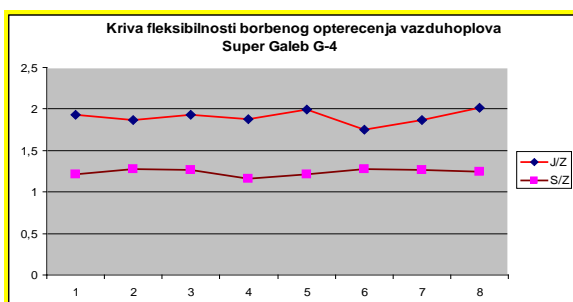
1					2 x 350 l aux tanks 2 x 250 kg bomba
2					2 x 350 l aux tanks 2 x 16 57mm FFAR
3					2 x 350 l aux tanks 2 x 4 128 mm FFAR
4					4 x 250 kg bomba
5					6 x 100 kg bomba 2 x 250 kg bomba
6					4 x 16 57mm FFAR
7					4 x 4 128 mm FFAR
8					10 x 100 kg bomba
9					4 x BL-755 cluster bomb
10					2 x Mk 84 bomba 2 x Mk 83 bomba

Слика 1.15. Слика активног ватреног терета за ваздухоплов СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 са више варијанти оптерећења [17 реконструкција]

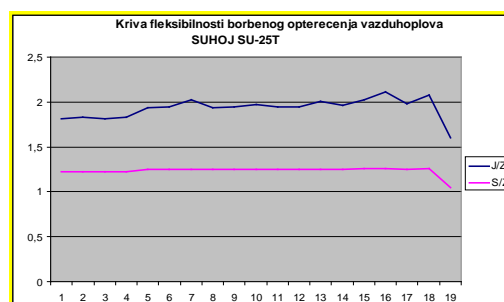
**Други општи став масеног модела ваздухоплова за подршку:**

**Варијанте борбених оптерећења прерачунатих на релативни однос јуришне и слетне масе у односу на масу празне летелице (Змаја) , при различитим варијантама борбеног оптерећења ваздухоплова дати су у форми *коэффицијента флексибилности борбеног оптерећења*.**

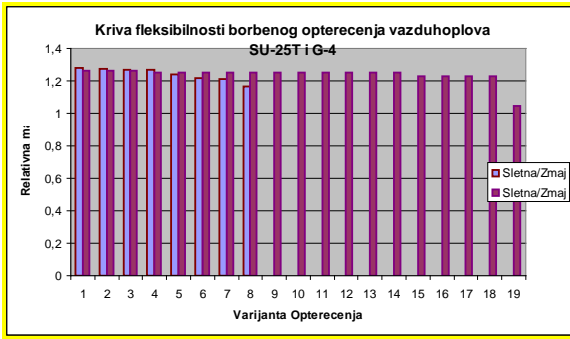
За СУПЕР ГАЛЕБ Г-4, слика 1.16 и СУХОЈ СУ- 25Т вредности су приказане на слици 1.17. На сликама сл.1.18 , сл.1.19 и сл.1.20 исте вредности приказане су збирно за обе летелице само ради увида оцене приликом поређења по овим ново постављеним масеним моделима. Оно што представља кључни закључак значајан за даљу анализу је, да су *коэффицијенти релативне флексибилности борбеног оптерећења* и јуришне и слетне масе скоро исти за обе летелице. Крећу се, за јуришну масу од око 1,8 – 2.0 односно око 1,9 у просеку. Вредности коэффициента за слетну масу обе разматране летелице крећу се од 1.2 до 1.3 односно око 1,25. у просеку, без обзира на варијанту наоружања. Овај важан закључак потврда је релевантности избора новог масеног модела ваздухоплова за тактичке подршке КоВ-у, пошто утврђени коэффициенти флексибилности, у овом раду, имају карактер нових инваријанти ваздухопловне борбене платформе намењене за наведене задатке.



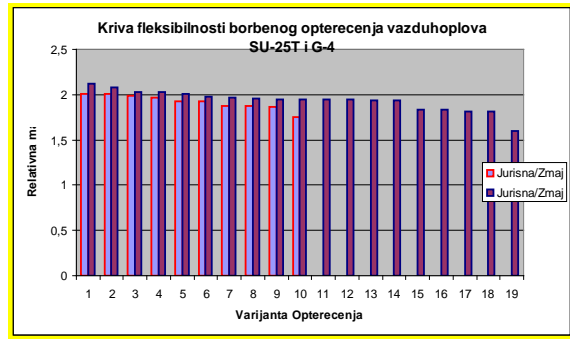
**Слика 1.16.** *Крива флексибилности борбеног оптерећења ваздухоплова Г -4*



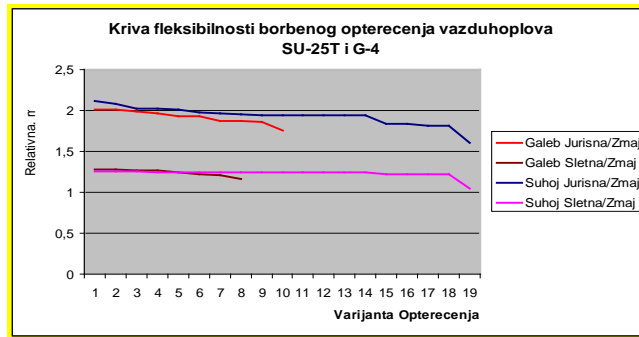
**Слика 1.17.** *Крива флексибилности борбеног оптерећења ваздухоплова СУ-25*



Слика 1.18. Хистограм флексибилности борбеног оптерећења ваздухоплова Г-4 и СУ-25 са слетним масама-’’змај’’



Слика 1.19. Хистограм флексибилности борбеног оптерећења ваздухоплова Г-4 и СУ-25 са јуришним масама-’’змај’’



Слика 1.20. Крива флексибилности борбеног оптерећења ваздухоплова Г-4 и СУ-25 са слетним масама-’’змај’’, јуришним масама-’’змај’’

Ово упућује на закључак да између наведеног *масеног еквивалента ватрене подршке* и *кофицијенти релативне флексибилности борбеног оптерећења* постоји последична веза и закључак користан за поређење две борбене летелице. Наиме, ако су поменути кофицијенти приближно једнаки, за две борбене ваздухопловне платформе, онда је однос њихових масених еквивалента ( $\frac{\bar{m}_1}{m_2}$ ) ватрене подршке једнак маси њихових празних ваздухоплова (’’ЗМАЈ-ева’’). Даља анализа указује на чињеницу да разлика кофицијената пропорционално утиче на повећање односно на смањење ватрене моћи на исти начин. Ово ипак указује на чињеницу да основна технологија ваздухоплова која дефинише његову масу игра пресудну улогу без обзира какво ће му бити наоружање намењено.

#### 1.4. ЗАКЉУЧНЕ ХИПОТЕЗЕ ПРВОГ ПОГЛАВЉА

На основу анализа и приказаних перформанси одабраних летелица у овој тези концентрисаће се следећи закључци из претходно наведе анализе:

1. Летне карактеристике посматраних ваздухоплова, који имају различите маневарске и друге способности, неће утицати на одабране тактичке супозиције са којима се врши поређење копнених и ваздухопловних снага за непосредну ватрену подршку,
2. Карактеристике долета и дубине ваздухопловне подршке јединицама КоВ-а као и могућности напада на више циљева у једном налету, биће третирани само са аспекта расположивог капацитета муниције, док ће еквиваленти цена њеног ефикасног деловања и потрошње као и трошкова ваздухоплова по километру акционог радијуса, односно укупног долета сваког од разматраних ваздухоплова, бити изостављена као предмет студије за коју су валидни основни податци у овом истраживању.
3. Пасивна заштита ваздухоплова и његова могућност маневрисања при контрабатирању у току напада подводе се под јединствени критеријум његове жилавости и неће бити оцењивани посебно вероватноћом преживљавања,
4. Летне перформансе, које утичу на борбену ефикасност ваздухоплова, третираће се истородним приступом за оба ваздухоплова, упоредно, пошто је новим концептом борбене анализе њихове носивости свођењем на јуришну и слетну борбену масу, уведен коефицијент релативне флексибилности борбеног оптерећења, који се показао као скоро једнак код оба ваздухоплова. То их чини упоредивим за даљи ваздухопловни третман квалитета непосредне ватрене подршке преко њеног масеног еквивалента. Тиме се оцене разлика капацитета ватрене подршке која би се користила у нападу на циљеве на копну, свде на упоређење ватреног – муницијског капацитета ваздухоплова и упоређују, односом масених коефицијената њихових ЗМАЈ-ева.

На бази овога, у даљем раду, тактике ваздухопловних напада затим потрошња муниције као и одговарајући циљеви на које се делује из ваздуха биће на посебан начин нормиране и сведене кроз увођење одговарајућих хипотеза и прорачуна. Тиме би се претпоставке о употребљивости ваздухоплова за ватрену подршку и њихово поређење са артиљеријском јединицом Ков-а, са вишецевним бацачима ракета свело на мерење исплативости здружене ватре уз оквире за нормирање рафала одговарајућим квалитетом наоружања и муниције, односно укупне ватрене моћи.



## **ПОГЛАВЉЕ 2.**

### **СЕЛЕКЦИЈА И ИЗБОР ТАКТИЧКИХ ПРЕТПОСТАВКИ ЗА ЗАДАТКЕ НЕПОСРЕДНЕ ВАТрене ПОДРШКЕ У ВАЗДУХОПЛОВНИМ ДЕЈСТВИМА**

#### **2.1. УТИЦАЈ ТАКТИКЕ ПОЈЕДИНАЧНОГ И ГРУПНОГ НАПАДА СА ВАЗДУХОПЛОВНИХ ПЛАТФОРМИ НА ПАРАМЕТРЕ ЕФИКАСНОСТИ И БРЗИНУ ВАТРЕ**

Основни циљ овог поглавља је, да се одаберу појмови и утврде ставови из области борбеног ваздухопловства у циљу утврђивања утицаја на квалитет ватрене подршке невођеним ракетним наоружањем. Дејства из ваздуха, у даљој анализи, била би поређена као групна и појединачна и за њих би био утврђен утицај на квалитет ватрене подршке са копна [27]. Након сваког одабраног и војно дефинисаног појма дати су закључни ставови који могу имати поменути утицај. На тај начин је, методом селективног одабира, вршена припрема елемената за нормирање борбених и ватрених способности, које су основ за оцену квалитета ватрене подршке.

##### **2.1.1. Општи наменски задаци ваздухопловства за потребе борбених функција, појмови ватрене подршке из ваздуха и селекција циљева**

Војна организација ваздухопловства заснива се на начелиним ставовима, да је ваздухопловство основни носилац борбене моћи и маневра и као универзална борбена снага, оспособљена за [28]:

- борбу у ваздушном простору,
- извиђање,
- ватрену подршку и
- транспорт ваздушним простором.

Иако врло стара, ова подела ваздухопловних ратних улога ипак исказује основне функције које се тичу потреба војске, мање територијално организоване националне армије.

У зависности од тактичко - техничких особина и степена његове универзалности, ваздухопловство се дели на различите начине у различитим армијама света [29], али је акценат у мањим армијама, за одбрану ограниченог простора, упутно планирати као примаран задатак тактичке задатке подршке КоВ-у, и заштите његових јединица [30]. Такав концепт, на западу, одавно постоји као наменски (и као посебан род ваздухопловства), намењен за потребе копнене војске [3,4,12]. Најчешће је конципиран за комплементарну улогу ваздухопловства, пре свега хеликоптерског [14], али и за неке посебне наменске улоге које користе специјализоване ваздухоплове. У складу са типовима ваздухопловних дејстава, у даљем тексту биће наглашени и посебно акцентирани задаци модела употребе, као основних, за анализу садејства са артиљеријским снагама КоВ-а [30]. Дејства хеликоптерских снага неће бити разматрана у овом раду због посебних карактеристика и могућности гађања из застоја.

Генерална ватрена подршка обухвата, сумарна дејства борбене авијације и хеликоптера по непријатељским снагама и објектима на копну и води, бомбама, ракетама и топовско-митраљеском ватром, за потребе и по плану јединица КоВ-а, као и РМ, односно речне флоте, у циљу ојачавања њихове борбене и ватрене моћи за уништења, неутралисања, задржавања, дезорганизације и узнемиравања непријатељских борбених јединица [30].

Као приоритетни објекти у ватреној подршци сматрају се:

- Оклопно – механизоване снаге,
- Ваздушни десанти после искрцавања,
- Хеликоптерски десанти у свим фазама извршења,
- Важнија ватрена средства, првенствено RJ V-Z и V-V на ватреним положајима и на маршу,
- Живу силу у рејону борбених дејстава КоВ, на комуникацијама и у рејонима прикупљања,
- Атомску, ракетну и класичну артиљерију.

На основу наведеног [30], у овом раду апострофира се следећи став:

**Став 1.**

**Општа подела циљева ваздухопловства за подршку одговара и циљевима за наменску употребу вишецевне ракетне артиљерије, тако да је концепт дејстава против оваквих циљева упоредив са аспекта ваздухопловства и ракетних артиљеријских јединица.**

**2.1.2. Врсте ваздухопловне ватрене подршке КоВ-у**

Према утицају на извођење борбених дејстава, односно степену важности и испољавања дејства ваздухопловства, ватрена подршка КоВ-у и РМ-у, може да буде *посредна и непосредна*[28,30,31],.

**Посредна** ватрена подршка, обухвата сва дејства ваздухопловства по противничким снагама чији се ефекат одражава на операцију у целини,и које утичу на дејства свих ангажованих тактичких јединица на посредан начин. То су, начелно, дејства по непријатељским снагама које нису директно ангажоване у борби и налазе се претежно на већој дубини линије раздвајања[30,37],. Таква дејства се бирају на непријатељске јединице чије присуство, у наредном периоду операција, може битно да утиче на развој борбене ситуације. Напади се врше углавном на резерве и објекте у дубини непријатељског распореда, оклопне и механизоване јединице на маршу, објекте на комуникацијама и хелиодроме, а у нуклеарним условима ратовања на ракетне јединице Z-Z (земља-земља), средњег домета и ваздухоплова наоружаних са НБ/с (нуклеарно бојевим средствима). [33,37],

**Непосредна** ватрена подршка, обухвата сва дејства ваздухопловства чији се ефекат непосредно одражава на снаге ангажоване у борби и непосредно утиче на тактичке радње КоВ-а и РМ. Основни циљ дејства непосредне ватрене подршке је ојачање ватрене моћи јединица у непосредном додиру. Ова дејства, морају прецизно да се ускладе са копненим снагама, ангажованим у простору, времену и на одговарајућим објектима [32,33],. Објекти дејстава су различити и то: RJ (ракетне јединице) Z-Z (земља-земља) малог домета, артиљерија на ВП, тактичке резерве, снаге у борбеном поретку, хеликоптерски тактички десанти и др[30,31].

Оваква врста дејства се изводе изненадно са малим групама и врше се претежно по позиву, обзиром да су брзина доласка и дејства ваздухоплова пресудан фактор непосредне ватрене подршке[33].

Без обзира на врсте циљева, који се додељују ваздухопловству за подршку, као и тактику посредне или непосредна ватрене подршке, ефикасност наоружања прилагођена је начину деловања појединачним ваздухопловима или њиховом групном организовању [34,35]. Са тог аспекта ваздухопловна подршка зависи и од услова напада у тренутку деловања с обзиром на гађање које се извршава из покрета великом брзином борбене платформе (што је посебно обрађено у поглављу 2-2 и 4. овога рада). Анализа проблема ефикасности ватрене подршке, са аспекта поређења са јединицама КоВ-а, третираће појединачне ваздухоплове као индивидуалне платформе или организоване у формацијске војне јединице на прописани начин [30,35]. Технолошке карактеристике наоружања, за одређени тип дејстава, исказаће се као мање или више подложне утицају на ефикасност ватре, а самим тим и декларисана намена ваздухоплова.

Према ранијим ваздухопловним концептима за дејства у ватреној подршци ангажују се следеће ваздухопловне снаге [30],:

- ЛБА (Ловачка борбена авијација) - као главна ударна снага за ватрену подршку,
- ЛаБА-(Лака борбена авијација) првенствено за дејства по слабије брањеним објектима у тактичкој дубини,
- ЛА- (Лака авијација) изузетно, и то у систему ПОБ и ПДБ у кризним ситуацијама, и
- Наоружани хеликоптери- у систему ПОБ и противподморничке борбе.

Овакав приступ поделе не одговара савременим условима.

**Став 2.**

**Специфичност овог рада, указује на потребу да се разматра само непосредна ватрена подршка наменским ловачко јуришним ваздухопловством, али уз услов да се такав ваздухоплов може употребити и за карактеристичне задатке посредне ватрене подршке у одговарајућим ситуацијама и у мањем проценту.**

При извршавању дејства у ватреној подршци, јединице борбеног ваздухопловства примењују следеће начине дејства [3,30]:

- а) дејства малих група,
- б) ешалонирана дејства,
- в) сасређено дејство и
- г) слободан лов.

Свако од ових дејстава не исказује суштински квалитет наоружања већ он мора бити сведен на фазу операције у моменту напада и његове припреме без обзира о каквом се формацијском моделу, који је наведен, ради.

**Став 3.**

**Из горе наведеног текста ваља закључити, да се сва дејства могу свести на појединачна и групна. То ће у овом раду бити усвојено као основна подела за оцену квалитета наоружања уграђеног на ваздухопловне платформе.**

Оба типа војно се користе тактиком која се дели на:

- а) **Дејства малим групама**, "су напади групама од 2-8 ваздухоплова [6,30].  
*Примењују се за дејство по објектима мањих размера, најчешће у сложеним метеоролошким условима и ноћу. Дејство малим групама омогућава лакши прикривенији долазак група у реон циља, користећи рељеф земљишта и метеоролошке услове, лакше избегавање противдејства земаљских ватрених средстава ПВО, као и краће борављење у зони дејства и изненађење" [30 цитат].*
- б) **Ешалонирано дејство**, [29,30], "обухвата нападе више група по истом објекту са одређеним интервалом између група. Карактерише се дужим дејством по истом објекту и омогућава максимално искоришћење убојних средстава. Примењују се за дејство по објектима који захтевају дужи трајање дејства у циљу задржавања или одржавања постигнутог ефекта дејства. Овај начин дејства је теже примењив у условима непријатељске превласти у ваздуху и против објеката који су јако брањени земаљским средствима ПВО. Интервал између напада појединих група одређује се према ситуацији и може бити различит.

*Јачина група најчешће је од 4-8 ваздухоплова. При слабој ПВО, напад група може да се врши и у више налета" [30 цитат].*

На основу изнесеног може се закључити да се у тактици дејстава исказују помешани појмови борбене ефикасности и борбене живавости с обзиром на чињеницу да се у тактици ешалонирања исказује утицај ефекта ПВО и општих тактичких препрека извршењу борбених задатака [28].

**Став 4.**

**Усвојиће се да се квалитет наоружања мери раздвојено и то са аспекта деловања са ваздухопловне платформе и са аспекта њеног утицаја на смањење борбене ефикасности. Усваја се хипотеза да се ефикасност оружја и његов однос са рањивошћу платформе посматра интегрално, без обзира на узрок рањивости.**

в) **Сасређено дејство**[28,30], *"је напад већом групом, једновремено или у кратком временском интервалу између подгрупа. Карактерише се максималном концентрацијом ватре уз најмање временско задржавање над објектом дејства. Примењује се за напад по важним објектима већих размера када за кратко време треба остварити велики ефекат дејства. Овај начин пружа повољне услове за успешно извршење задатка и у условима непријатељске превласти у ваздуху и захтева мање снага за борбено обезбеђење. Редовно захтева ловачку заштиту. Напад се, начелно, врши у једном налету, а уколико услови дозвољавају, и у више налета. Сасређено дејство захтева дуже време за организацију дејства."*

Овакво дејство одговара оцени квалитета наоружања, али поменуте тактичке [28,31,33], супозиције које условљавају његову употребу нису од значаја за оцену његовог квалитета.

**Став 5.**

Када је у питању оружје ваздухоплова, сасређено дејство биће основа за оцену квалитета као идеална мера, која ће се употребљавати за нормирање рафала с обзиром на временску могућност његовог извршења. Ефекат сасређене ватре третираће се хипотетички само у условима поређења са саређеном ватром вишецевне ракетне артиљерије.

- г) **Слободан лов** [6,30], *"врши се, начелно, паром летелица али је могуће и појединачном летелицом. Објекти дејства у слободном лову су најчешће транспортна средства на комуникацијама, мање колоне, аеродроми, хеликоптери и др"*.

**Став 6.**

Овакав начин дејства одговара оцени карактеристика појединачног ваздухоплова и усвојиће се да се методом слободног лова оцењује само ефикасност наоружања једне летелице. Овим поступком оцењиваће се могућност нерањивог ваздухоплова да изврши мисију дејстава на неколико циљева максималном брзином у најкраћем времену на укупном долету (акционом радијусу).

**2.1.3. Војна организација непосредне ракетне ваздухопловне ватрене подршке КоВ-у**

Дејства ваздухопловства у ватреној подршци могу се категорисати на следећи начин [30 цитат]:

- Дејства по плану,
- Дејства по позиву и
- Дејства по посебним наређењима.

**Дејства по плану** *"изводе се најчешће у задацима посредне подршке. Приликом одређивања задатака, унапред се одреде сви основни елементи извршења борбеног лета: објекат и циљ дејства, снаге, време напада, убојна средства, маневар напада и борбено обезбеђење. Овакво прецизно планирање могуће је за дејства по стационарним објектима (мостови, усеци, железнички*

чворови и др.), или по оним објектима који се често не покрећу или пак по колонама које маршују из дубине. Планом употребе ваздухопловних снага у некој операцији одређују се објекти, снаге и оквирно време дејства, а сва остала питања решавају ваздухопловне команде" [30 цитат.].

Овакво дејство има тактички смисао али са аспекта технологије и представља основу за избор квалитета ваздухоплова и проверу његових вишенаменских могућности као и могућности употребе различитих оружаних система.

**Дејства по позиву** [3,6, 30 цитат.], *"предвиђају се опитим планом операције, с тим што се одређују: снаге и време држања тих снага у појединим степенима приправности, док се остали елементи извршења задатка одређују непосредно пред полетање или у току самог лета. Позивање се врши на захтев команданта тактичке јединице КоВ, преко ваздухопловног официра за везу или официра за навођење, који позив могу да упуте директно групама или преко одговарајућих ОЦ виших јединица"*. Стране армије као што је Америчка расположе батаљонским хелијама за здружену ватру са опремом за директно позивање ваздухопловних група. Планира се у будућности ткз. тим за здружену ватрену подршку (fire integration support team) [3,4,6,29], у даљем тексту. FIST тим, који би био распоређен на ниво чете копнене војске и који би могао самостално да позива ваздухопловну подршку. Овакав FIST тим или FIST хелија, су основа савременог ратовања копнене војске и здружене ватре декларисане као дејства по позиву [12]. Позив за дејство ваздухопловства, начелно, садржи: снаге (број авио-полетања), објект и циљ дејства, место или рејон дејства, а ако има могућности, и време дејства [30]. Иако се старим правилима употребе оваква дејства сматрају нецелисходним, у савременом ваздухопловству за подршку КоВ-у, она су најважнија, без обзира на наведене проблеме у вези напрезања и припреме ваздухоплова и особља.

**Дејство по позиву из приправности на земљи** *"карактеришу групе ваздухоплова које се налазе у потпуној спремности за дејство, са подвесним убојним средствима на ваздухоплову"* [3,4,6,29].



*Дејство по позиву из приправности у ваздуху "карактеришу групе ваздухоплова које се налазе у ваздуху у зони очекиваних дејстава. Ово је најнеекономичнији начин извршења задатка и примењује се само у изузетним случајевима, односно када постоји потреба за веома хитним дејством али је истовремено најнекономичнији за беспилотне наоружане борбене системе. Позивање и навођење може да врши официр за везу или предњи осматрач"* [3,4,6,29].

**Став 7.**

**Савремено ваздухопловство у непосредној ватреној подршци КоВ-у, дејствује по позиву најчешће из приправности са земље и/или приправности у ваздуху. Оваква дејства, циљ су оптималне анализе разматраних ваздухоплова који се у таквом деловању могу поредити по ефикасности са ракетним артиљеријским копненим снагама. Обе категорије дејства, са аспекта анализе карактеристика наоружања ваздухоплова, представљају такође и део оцене тактике лова као и дејстава по посебним наређењима, која се не разликују од наведених, по питању ефикасности наоружања.**

**2.1.4. Нормирање и вредновање начина групног дејства ваздухопловних платформи за извршење дистанционог задатка подршке КоВ-у**

**Лет до циља-** Борбени лет ваздухопловства, је тактичка радња, коју изводе групе или појединачни ваздухоплови у складу са перформансама лета и карактеристикама наоружања са којима располажу, при извршењу одређених војних задатака.

Састоји се из неколико фаза и то:

1. формирање б/п за лет
2. лет на марш-рути у одласку на задатак-борбени поредак,
3. маневра у реону објекта дејства и напада,
4. лета на марш-рути у повратку са задатка,
5. разлазе група за слетање.

**Став 8.**

У даљем тексту биће размотрени утицаји на технологију ватрене моћи ваздухопловне борбене платформе само за фазу лета на марш-рути у одласку на задатак(бр.2.), као и маневар у реону објекта дејства и начин напада(бр.3.). Остале фазе борбеног задатка неће утицати на квалитет оцене ваздухопловне борбене платформе, али ће се фазе 4 и 5 извршавати са слетном масом (слика 1.12 и слика 1.13.), а док ће се извршење фаза 2. и 3. извршавати са јуришном масом (слика 1.10. и слика 1.11.).

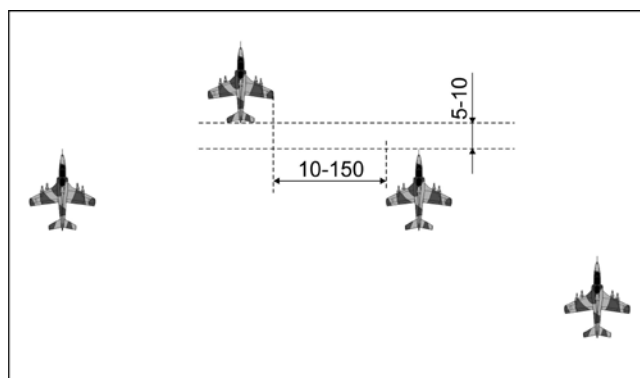
Марш-рута и профил лета, је пут који ваздухоплов мора да пређе у одређеном времену да би стигао до објекта дејства. Бира се лет при коме је потрошња горива најмања, а акциони радијус највећи [28,30],.

**Организација фазе лета на марш - рути у одласку на задатак – борбени поредак,** Борбени поредак [30 цитат.], *" је међусобни распоред ваздухоплова у групи или распоред подгрупа у саставу групе за извршавање заједничког борбеног задатка под командом једног старешине".*

Борбени поредак за напад формира се после прелета одређене тачке (најчешће КОЦ-а), односно у фази приближавања. Када се напад изврши из понирања, онда је најчешћи б/п колона појединачних ваздухопловстваона или оштар степен, а када се напад изводи групно са једновременим нишањењем и откачивањем бомби. б/п је најчешће клин.

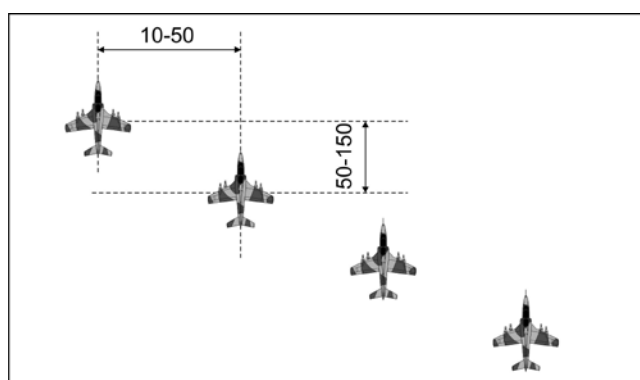
За дејства у ватреној подршци примењују се следећи борбени пореци: фронт, степен, клин и колона [30].

**Фронт** (линија) [30 цитат.], *" је борбени поредак у коме су сви ваздухоплови распоређени приближно на линији управно на правац лета а вођа је у средини или на једном крилу".*



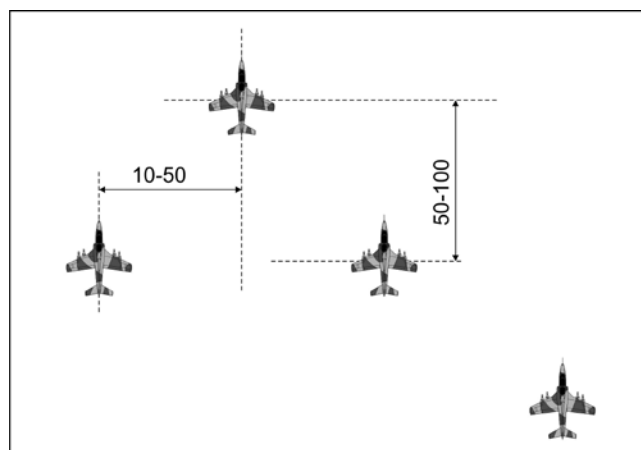
Слика 2.1. Напад оделењем у фронту паралелно[30],.

**Степен** [30 цитат.], " је борбени поредак који се примењује при лету на марш-рути, нарочито при лету на малим висинама". Погодан је за напад при бомбардовању из понирања или обрушавања. Омогућава лак маневар у супротну страну "степенa", ватрену подршку од стране пратећих ваздухоплова и лак прелазак у напад.



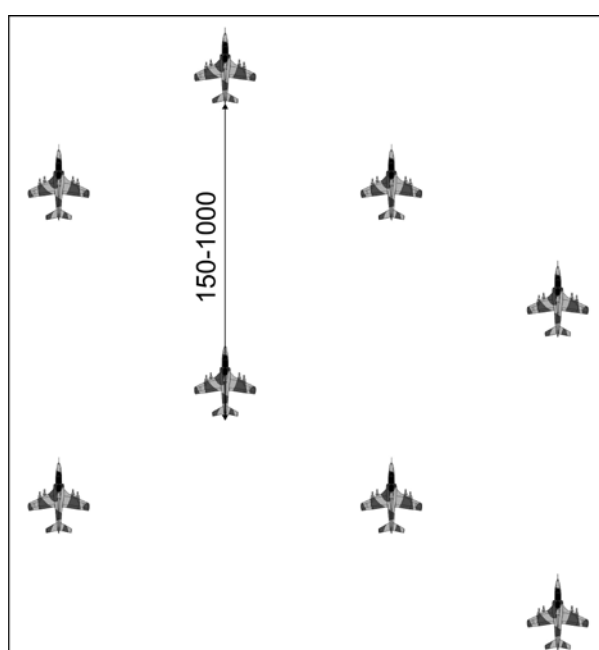
Слика.2.2. Напад у степену за појединачно дејство редним деловањем на циљу[30]

**Клин** [30 цитат.], "је борбени поредак у коме ваздухоплови лете степенасто постројени у једну и другу страну од вође групе. Растојање између ваздухоплова је 10-50 m, а одстојање 10-100 m. Примењује се при летењу на марш-рути и у току самог напада. Омогућава истовремено дејство целе групе".



Слика.2.3. Напад у клину за појединачно паралелно деловање [30]

**Колона** [30 цитат.], "је борбени поредак у коме ваздухоплови лете "у потиљак" једни иза других. Примењује се за лет у групама од пара до одељења закључно. Одстојање ваздухоплова је до 150 m, а у зависности од земљишта и метеоролошких услова може да буде и веће, што не утиче на време распоређивања при дејству у зони циља". Са аспекта времена дејства за случај редног деловања при употреби ракетног бомбардерског наоружања колона представља основу за разматрање брзине ватре. Борбени поредак колона примењује се при нападу, при лету у сложеним метеоролошким условима (нарочито на брдовитом и планинском земљишту) и при извршењу задатака ноћу.



Слика.2.4. Напад два одељења ваздухоплова у клину (ескадрила у колони) [30]

У оквиру наведених основних борбених поредака могу да се врше и комбинације наведених облика, као: оделење у колони парова, а парови у степену; оделење у колони парова а парови у колони, и други [30], што би могло да се третира као потреба за комбинованим редним и паралелним деловањем на циљ, које би се остваривало након оптималног маневра на циљу.

При извршењу јуришних дејстава, начелно, могу да се формирају подгрупе за неутралисање ПАА, осветљавање и обележавање циља и подгрупе за напад на поједине одвојене циљеве унутар објеката таквим редом којим ће се циљеви нападати [30 цитат.]. Ово би се могло подвести под тактику редног напада појединачним, ваздухопловним платформама. Јачина подгрупа може да буде различита - од пара до ескадриле, што зависи од величине циља а што није предмет разматрања укупне ватрене моћи једне платформе, осим ако се не разматра посебно њихова ефикасност у оваквим супозицијама.

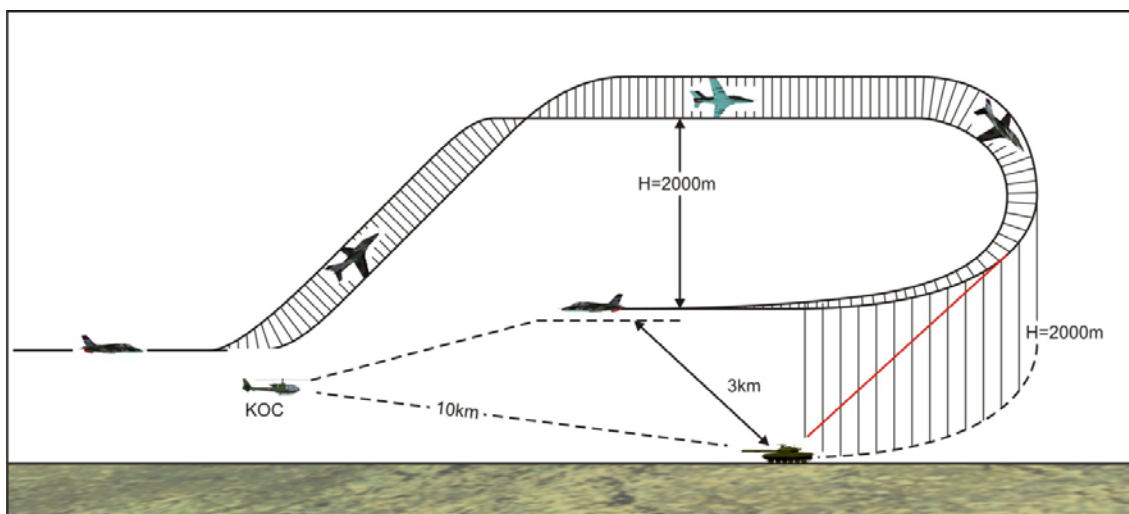
**Маневри у реону објекта дејства и начини напада, "дејства ваздухопловства се изводе у следећим војним формацијама: појединачни ваздухоплов, оделење (група) ваздухоплова, ескадриле и веће војне формације (пукове и бригаде)"** [30 цитат.]. При извршењу напада лети се строго одређеним елементима: курс, брзина лета, висина увођења, поредак, даљина отварања ватре, што зависи од врсте наоружања и тактике која се користи [30].

Маневар групе или појединачног ваздухоплова у реону објекта дејства је припремна радња, којом се непосредно реализује извршење борбеног задатка. То је сложен поступак којим се ваздухоплови доводе у повољан положај за употребу наоружања са циљем постизања максималног ефекта уз најмање сопствене губитке.

Маневар у реону објекта је тактичка радња и везана је за непосредна дејства ваздухопловне подршке. Према поступцима које изводе, у рејону објекта дејства, групе врше, временски подељене и синхронизоване радње које обухватају време од доласка до момента одласка из рејона циља. Рејон није просторно ограничен већ се за сваки објекат проценом и прорачуном одређује, његова приближна

величина [30]. Маневар у реону објекта дејства обухвата: приближавање, напад и излазак из напада (одлазак из реона дејства). Ескадрила се задржава у реону објекта око 1-2 мин, а сам напад траје око 30 секунди. Приближавање и излазак из напада неће бити разматран као утицајан на ефикасност и брзину ватре са аспекта квалитета наоружања осим ако се у току приближавања врши и захват циља. Пошто приближавање почиње прелетањем контролног оријентира циља (КОЦ) и траје до уочавања циља, оно се не разматра у овом раду као технолошки фактор наоружања ваздухоплова.

Фазе напада при извођењу борбених дејстава почињу са сложеним маневрима које ваздухоплови изводе да би заузели што повољнији положај за напад. Маневри се одликују великом брзином извођења, великим и сталним променама угаоних брзина и брзом променом висина (маневар се изводи у подручју бришућег лета, малих и средњих висина), што знатно отежава дејства ПАА, док су дејства вођених ПАР непрецизна [30].



**Слика.2.5.** Маневар за напад из понирања – обрушавања (стандардни маневар) [30].

Маневри као што су [30 цитат.]:

1. Маневар из борбеног заокрета
2. Маневар петљом
3. Маневар полупетљом итд.

у овом раду, неће бити разматрани, с обзиром да не утичу на ефикасност ватрене моћи већ само на живавост ваздухоплова.

Правац напада зависи од рељефа земљишта, правца ветра, положаја сунца, распореда ЛПАА и изабраног начина гађања, ракетирања и бомбардовања. Напад из једног правца примењује се ако је слаба ПАА објекта или ако карактеристике циља и његов положај на земљишту то дозвољава. Веће групе ваздухоплова, по правилу, примењују напад из више правца са тачним временским прорачунима доласка на циљ. Напад је најтежи а уједно и најзначајнији елемент борбеног лета, јер се у њему ваздухоплов директно усмерава на објекат и користи ватру свог наоружања. Начини напада могу бити различити и имају специфична обележја, због чега их треба посебно обрадити[30].

Изразак из напада [28,30], (одлазак из рејона објекта) представља време од изласка последњег ваздухоплова из напада и зоне дејства ЛПАА објекта. При изласку из напада ваздухоплов редовно примењују ПА маневар (промена правца и висине лета-вијугави лет).

Мале групе[29,30], се, начелно, приближавају из једног правца, а веће из више правца што значи да ће деловати редно или паралелно на исти циљ, а то може бити од значаја за брзину дејства укупне ватрене моћи. У овом раду биће усвојено референтно време за оцену квалитета наоружања при дејству на циљ који износи 30 секунди, иако потрошња целокупне муниције из расположивог наоружања може да траје дуже.

Оваква систематизација уводи појмове, истовременог и узастопног деловања, што битно мења потрошњу муниције у времену и указује на чињеницу да ће ефикасност деловања бити различита, односно да ће циљеви бити прекривени истом количином ватре на различит начин.

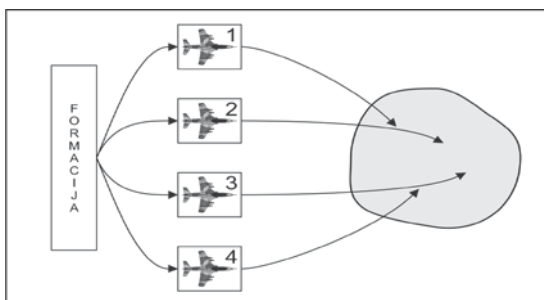
У даљем тексту усвојиће се две летне тактике директног напада које ће користити оба типа дејстава али ће грешке и вероватноће поготка ракетним наоружањем бити другачије, складно поменути условима.

**Став 9.**

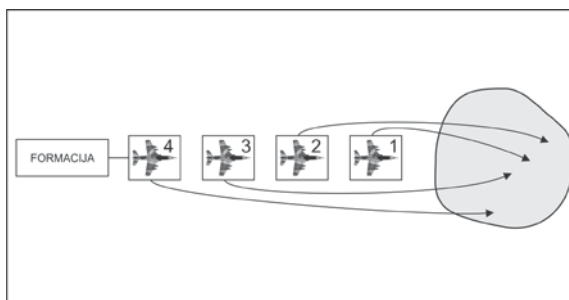
На основу наведених дефиниција о појмовима маневра у нападу може се усвојити став да се сви маневри свODE на поступак и радњу која следи из тактике борбених поредака чији је циљ да након маневра делују групно на три идеализована извршна начина употребе ватре у подршци КоВ-уи то:

- а) паралелно (слика 2.6), са више ваздухоплова истовремено на сасређени циљ усвојен као референтни за оцену квалитета наоружања,
- б) редно (слика 2.7), такође са више ваздухоплова појединачно, узастопно на сасређени циљ усвојен као исти за оба типа а референтан за оцену квалитета наоружања,
- в) комбиновано деловање (слика 2.8)

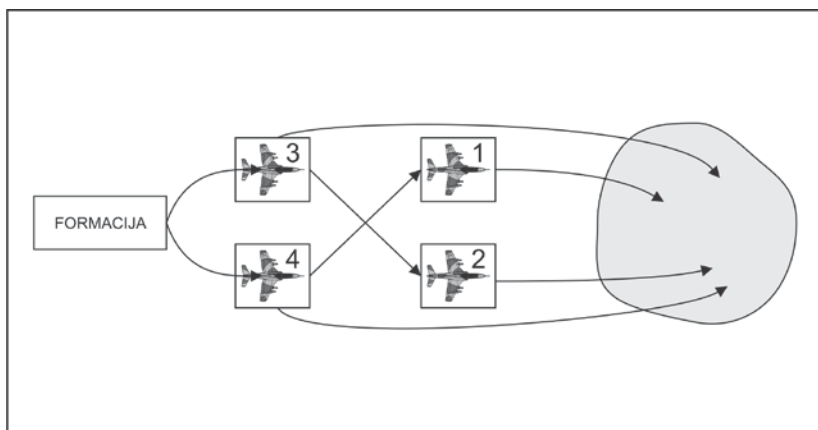
Ова три начина напада сматраће се референтним за оцену квалитета уграђеног наоружања.



Слика 2.6. Паралелни напад ваздухоплова на сасређени циљ



Слика 2.7. Редни напад групе ваздухоплова на сасређени циљ



Слика.2.8. Комбиновано деловање ваздухоплова на сасређени циљ



Гађање групним ваздухопловним дејством истородним борбеним ваздухопловним платформама, представља утицај тактике групног напада при дејству на копнене циљеве истим наоружањем сасређеном ватром.

Као закључак издвајају се:

- а) напад степеном [30], за појединачно дејство, **редним деловањем** на циљу (редном ватром),
- б) напад клином [30], за **паралелно појединачно деловање** на циљу (истовременом ватром са свих ваздухоплова )
- в) дупли паралелни напад за комбиновано паралелно деловање у два редна јуриша

На основу анализе тактике употребе и начина формацијског прописаног лета ваздухопловних борбених платформи за извршење задатака подршке ваздухопловства копненој војсци, као најважнијих, усвојене су поступне хипотезе помоћу којих ће бити унифициране борбене и технолошке карактеристике оружја за њихово извршење.

#### **2.1.5. Избор и нормирање начина лета у току гађања као компатибног са артиљеријским дејствима на копнене циљеве**

Напад почиње заузимањем борбеног курса и увођењем ваздухоплова у понирање (обрушавање) или бришући лет, а затим нишањење и ватрено дејство, па све до изласка последњег ваздухоплова из напада. Напад је условљен положајем уздужне осе ваздухоплова у моменту употребе наоружања [30,31]. Усваја се да ваздухоплови могу да изврше напад на неколико начина, и то:

- а) бришућег (хоризонталног) лета,
- б) понирања,обрушавања,
- в) пропињања.

При извршењу напада лети се строго одређеним елементима: курс,брзина,висина увођења,поредак, даљина отварања ватре, што зависи од врсте наоружања које се користи. Напад из пропињања неће се разматрати у овом раду с

обзиром да се у оваквим условима он обично врши самонавођеном ракетном муницијом ваздух – земља, за коју разматрани типови ваздухоплова нису опремљени

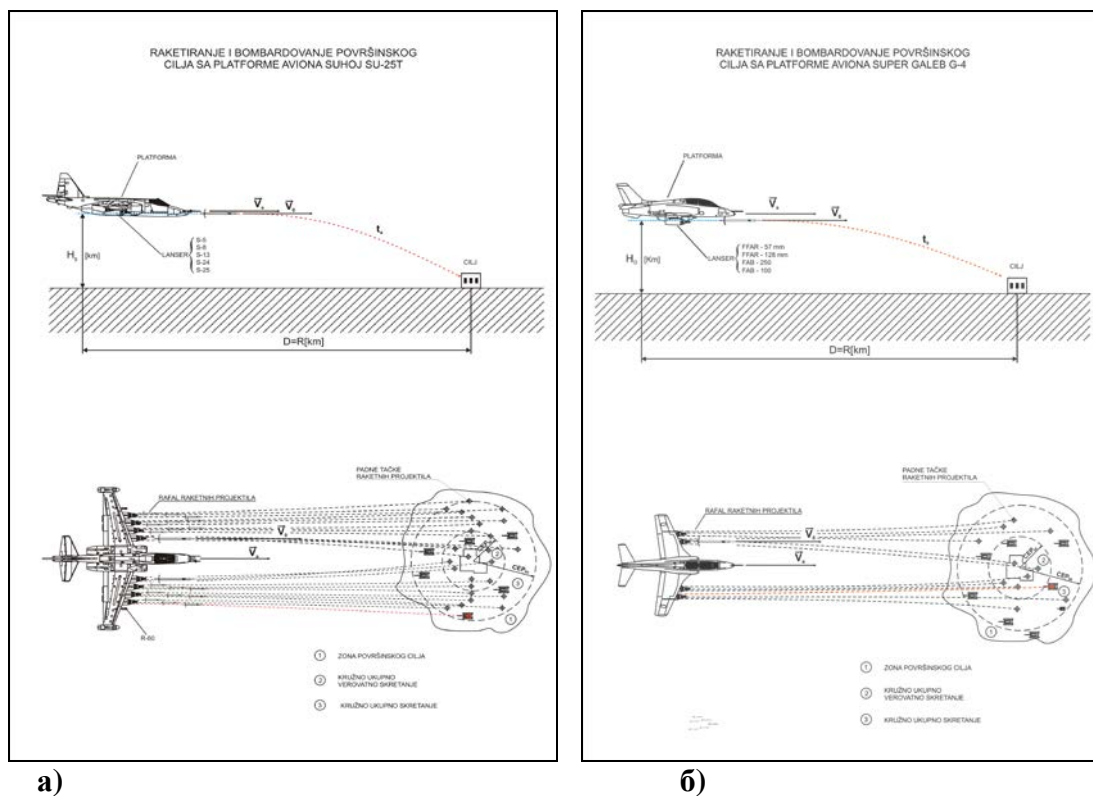
**Став 10.**

**За оцену квалитета наоружања биће размотрена прва два типа, хоризонтални лет и лет из понирања, као облика тактике напада. Специфични облици, ова два начина лета, изводе се из бришућег лета и из обрушавања. Усклађени су и изводе се са два извршна начина групног дејства, паралелним и редним, под претпоставком да време маневра у припреми тих тактика не учествује у оцени квалитета брзине ватре муниције.**

**Карактеристике напада из бришућег (хоризонталног) лета невођеним ракетним наоружањем -** Бришући хоризонтални лет користи се као начин бомбардовања и ракетирања при коме се ваздухоплови за време нишањења и лансирања ракете налази у хоризонталном праволинијском лету. (слика 2.9.)

Бомбардовање и ракетирање из бришућег (хоризонталног) лета [36], може се вршити под следећим условима:

1. са врло великих висина ..... више од 15.000 (m),
2. са великих висина.....5000 – 15.000 (m),
3. са средњих висина..... 1000 – 5.000 (m),
- 4. са малих висина.....100 – 1.000 (m),**
5. из бришућег лета.....20 – 100 (m)



а) б)  
**Слика 2.9.** Ракетирање циљева на земљи из хоризонталног бришућег лета са платформе: а) СУХОЈ СУ-25Т и б) ГАЛЕБ Г-4

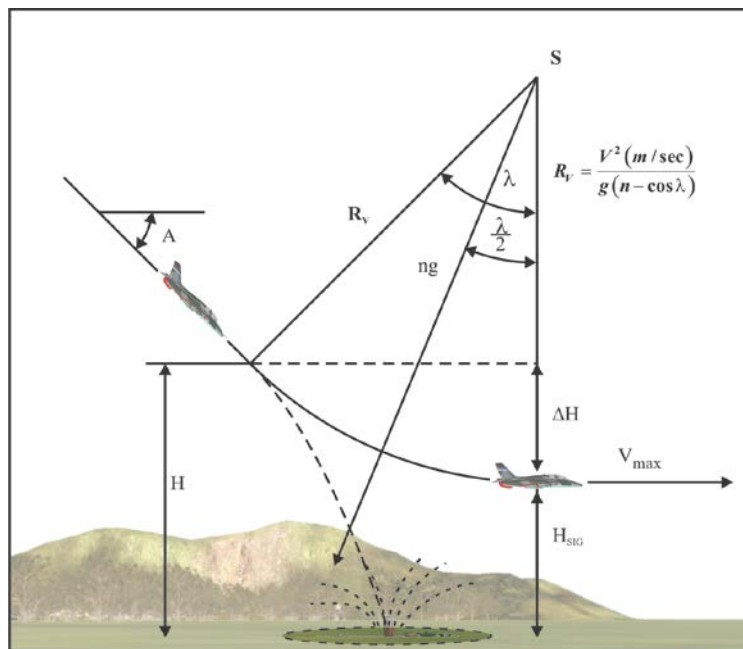
Са аспекта оцене квалитета наоружања на ваздухопловима неће бити разматрана прва три услова хоризонталног борбено-нападног лета који се најчешће користе за посредну а не непосредну ватрену подршку, која је од интереса у овом раду. С обзиром да је општа намена наведених ваздухоплова непосредна ватрена подршка а њихова употреба селектирана на горе наведене типове дејстава сматраће се да је четврти услов напада најзначајнији за употребу ваздухопловства за непосредну ватрену подршку КоВ-у.

**Став 11.**

**Оцена наоружања може се свести на максималне брзине деловања у бришућем лету, нормираних са малих висина од 100 до 1000 метара употребом, пре свега, ракетног али и бомбардерског наоружања. Напад из бришућег лета са веома малих висина не подразумева велике брзине, пошто је такав лет ризикантан и ракетно-бомбардерски непрецизан. Због тога се као референтни за оцену наоружања, у даљем тексту, усваја лет са малих висина (4), уз термин ”бришући лет” дефинисан у тачки (5).**

**Напад из понирања или обрушавања** - Напад из понирања (слика.2.10., слика 2.11.), је основни начин ваздухопловног дејства на концентрисане површинске циљеве при употреби ракетног наоружања. Путања ваздухоплова за време употребе ваздухопловног наоружања нагнута је према хоризонту најчешће за следеће углове [30,36]:

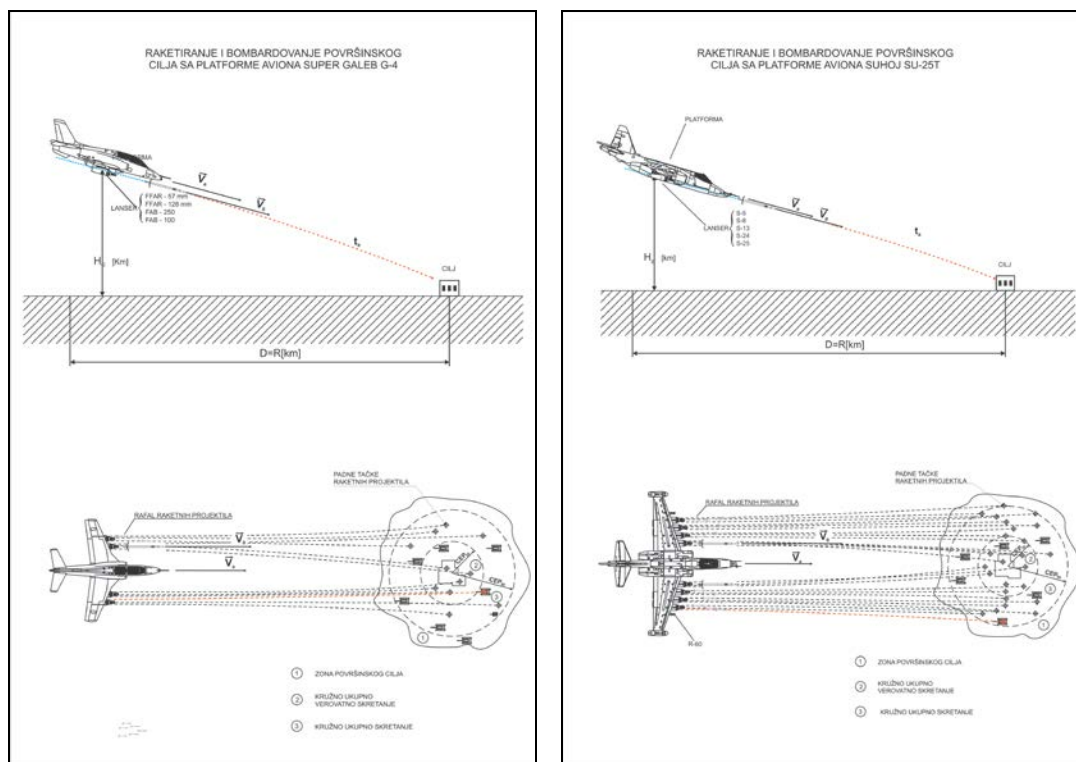
1. из планирања под углом од  $5 - 10^\circ$ ,
2. из понирања под углом од  $10 - 45^\circ$ ,
3. из обрушавања под углом од  $45 - 90^\circ$ .



**Слика 2.10.** *Напад из понирања-обрушавања на сасређене циљеве*

**Став 12.**

Дејстава из понирања треба да одговарају, по приступу пројектила циљу, положеним путањама артиљерије, па је компромисно усвојено да се ваздухоплов при ракетирању на сасређени еталонирани циљ разматра у обрушавању под углом од  $\theta = -22,5^\circ$ , што обезбеђује приближну компатибилност поменутих углова.



**а) б)**  
**Слика 2.11.** Ракетирање циљева на земљи из обрушавајућег лета са платформи: а) ГАЛЕБ Г-4 и б) СУХОЈ СУ-25Т

### 2.1.6. Закључна разматрања о утицају тактике ваздухопловне подршке појединачним и групним деловањем ракетним наоружањем

На основу 12 селектираних ставова у претходним темама овог поглавља, усвојиће се следеће закључне хипотезе о увођењу утицаја тактике за нормирање и процену непосредне ваздухопловне ватрене подршке, која ће се сматрати упоредивом са аналогним артиљеријским дејствима вишецевне ракетне артиљерије невођеним пројектилима.

1. *Од свих тактичких типова дејстава ваздухопловства за подршку разматраће се само непосредна ваздухопловна подршка а у оквиру ње тактичка дејства по позиву, као што су дејства из приправности са земље, из ваздуха или по посебним наређењима. Оптимизација анализе разматраних ваздухоплова вршиће се у том и таквом деловању пошто се за такве задатке могу поредити по ефикасности са артиљеријским копненим снагама непосредне ватрене подршке.*

2. *Различити облици организоване употребе и деловања, као што су мале групе, ешалониране формације или појединачна ловна ангажовања, биће сведени на деловања по позиву и анализирани као појединачна или групна дејства.*
3. *Борбена ефикасности ваздухопловног наоружања у наведеним тактичким дејствима у непосредној ватреној подршци, биће третирани кроз појединачне ефикасности ваздухоплова, као борбених платформи, у појединачним или групним тактикама напада, организованим у тактичке борбене формације, које ће се исказати кроз различит квалитет борбене моћи и наоружања за које ће се нормирати исти еквиваленти ватрене моћи.*
4. *Усваја се хипотеза да је ефикасност оружја нерањива дејством ПВО и осталим тактичким препрекама у току поступка приступа или маневара у зони циља.*
5. *Тактика којом се врше сасређена дејства, биће идеализовани начин за употребу наоружања, ради одређивања мере ефикасности и оцену квалитета ваздухоплова за ватрену подршку, а користиће се без обзира на временску могућност њеног извршења.*
6. *Такозваном тактиком слободног лова, оцењиваће се могућност појединачног деловања ваздухоплова. Способност да ваздухоплов изврши мисију дејства на неколико циљева, максималном брзином у најкраћем времену на укупном долету (акционом радијусу), третираће се посебним поступком за оцену деградације квалитета ватрене подршке, којим се исказује особеност ракетне рафалне ватре из ваздуха у односу на артиљеријску.*
7. *Усвајају се појмови временског одређења деловања и то истовремено и узастопно ватрено дејство, како би се ефикасност групне ватрене подршке из ваздуха третирао појмовима паралелне, редне и комбиноване борбене супозиције.*
8. *Усваја се хипотеза да се сви маневри који следе из тактика борбених поредака свде на поступак и радњу чији је циљ да након маневра делују групно на циљ на три извршна начина и то:*

- а ) паралелно, истовремено, сасређено са више ваздухоплова на исти циљ усвојен као референтни за оцену квалитета наоружања,*
  - б) редно, узастопно сасређено, са више појединачних ваздухоплова, на исти циљ усвојен као референтни за оцену квалитета наоружања*
  - в) комбиновано*
- 9. Размотриће се два типа сасређеног напада бришући лет и обрушавајући са малих висина. Оба типа односе се на дејство појединачног ваздухоплова у самосталној или у групној подршци КоВ-у.*
- 10. Разматрају се непосредна ватрена подршка појединачних и групних ваздухоплова, који делују углавном на површинске или друге, површински груписане, еталониране циљеве.*

#### **2.1.7. Резиме о усвојеним општим хипотезама за оцену ваздухопловних платформи за подршку КоВ-у**

- 1. Дакле, разматра се непосредна ватрена подршка појединачних и групних ваздухоплова који делују по позиву из различитих облика приправности, у паралелном и редном нападу, узастопним и истовременим деловањем сасређено, из бришућег или обрушавајућег лета, на површинске или друге, површински груписане циљеве.*
- 2. Одабраним тактичким хипотезама, одговара анализа перформанси летелице у хоризонталном брисућем лету на задатим висинама. Области одабраних висина биће од 100 до 1000 м. што је условљено брзинско-висинском анvelopом лета сваке борбене платформе. Обрушавајући лет, ће бити разматран са константном брзином ваздухоплова и са средњом вредности ЈУРИШНЕ и СЛЕТНЕ масе, као референтне за оцену брзине реаговања и утицаја на параметре ватрене моћи.*

На основу наведених закључака у следећем поглављу биће обрађени основни математички изрази за изабране типове напада, као функције променљиве масе у току извршења мисије. То се односи на брзине при различитим висинама и тежинама а долет и трајање лета само као основа за даље анализе које нису основа овог рада.

Маневарске карактеристике у реону циља које подразумевају коефицијенте преоптерећења неће бити разматране у оцени квалитета ватрене моћи.



## **2.2 ОСНОВНЕ ЛЕТНЕ ПЕРФОРМАНСЕ ВАЗДУХОПЛОВА У СКЛАДУ СА РАСПОЛОЖИВИМ ТЕХНИЧКИМ КАРАКТЕРИСТИКАМА ОД УТИЦАЈА НА БРЗИНУ ЛЕТА И ЕФИКАСНО ДЕЛОВАЊЕ У ТАКТИКАМА НАПАДА**

Не улазећи у суштину ваздухопловних перформанси летелица, у овом раду, биће само наведене оне основне карактеристике које имају последичне и међусобне зависности од утицаја на квалитет непосредне ватрене подршке КоВ-у. Спектар основних перформанси и њихова подела дата је у следећем тексту.

### **2.2.1. Перформансе летелице са млазним мотором**

Летне карактеристике ваздухоплова или перформансе ваздухоплова могу се поделити на [38]:

- основне перформансе за хоризонтални лет у условима лета и дејства на циљ без убрзања
- специјалне летне карактеристике неопходне за ефикасно деловање на циљу, одбрану, напад итд.

Основне перформансе су:

- минимална и максимална брзине хоризонталног лета на заданој висини
- долет и време долета-издржљивост у ваздуху
- акциони радијус (даљина дејства на циљ)
- максимална и минимална висина лета.

Специјалне перформансе су:

- карактеристика полетања и слетања,
- оптимална брзина пењања,
- време пењања,
- мексимални угао пењања и њему одговарајућа брзина,
- **максимални угао понирања и њему одговарајућа брзина,**
- максимално убрзање при понирању,

- максимално убрзање при вађењу из понирања,
- максимално убрзања у хоризонталном заокрету.

**Основне** перформансе користиће се за оцену ефикасности борбене платформе и ватрене моћи у усвојеним тактикама напада и то из бришућег хоризонталног лета.

**Специјалне** перформансе користиће се за тактике напада из обрушавања и биће оцењене према максималним угловима понирања и њима одговарајућих брзина. Са аспекта ефикасности оружја, пресудне перформансе су услови бришућег хоризонталног лета на минималним висинама са максималним брзинама хоризонталног лета као и брзинско просторне карактеристике понирања, које су основ деловања наоружањем такозваном тактиком обрушавања. На основу изнесеног усваја се следећи став:

**Став 13.**

**У овом раду користиће се следеће перформансе од утицаја на оцену ватрене моћи и ефикасности дејства на циљ:**

- 1. минимална и максимална брзина хоризонталног лета на заданој усвојеној висини бришућег лета,**
- 2. максимални угао понирања и њему одговарајућа брзина обрушавања са задате висине нишањења.**

**Акциони радијус (даљина дејства на циљ) као последица долета и времена лета (издржљивости у ваздуху) биће напоменута као карактеристика у завршним разматрањима предности и недостатака дејстава са копна и из ваздуха, пошто та величина ипак пресудно утиче на посредну а не на непосредну ватрену подршку КоВ-у.**

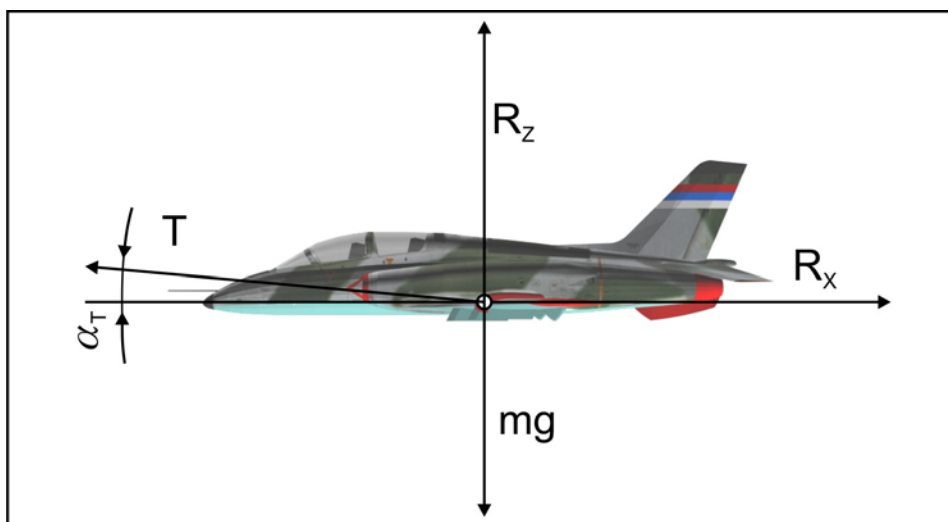
Одређивање жилавости ваздухоплова [39], у овом раду неће бити анализирана, собзиром да не утиче на ватрену моћ. Међутим утицај жилавости на ефикасност дејства посебно је анализирано у поглављу 6. као карактеристика рафалне ватре и њене непрецизности са аспекта деградације ваздухопловне платформе у оваквим тактичким дејствима. Са аспекта тактичких способности, и поређања ваздухоплова у односу на земаљска артиљеријска средства, од кључног значаја ће бити појмови

његових основних перформанси које се тичу акционог радијуса, времена и издржљивости у ваздуху.

У даљој анализи навест ће се математички изрази за перформансе ваздухоплова са млазним мотором. Имајући у виду да су подаци за погонску групу дати у облику расположивог потиска у зависности од брзине, одређивање перформанси ваздухоплова вршиће се не преко променљивог потребног и расположивог потиска, већ са усвојеном претпостављеном средњом вредности.

### 2.2.2. Хоризонтални бришући лет на задатој висини са променљивим борбеним теретима као начин борбеног напада [38 ,39,40]

Карактеристике оваквог лета наведене у ставу 13.под 1. почивају на одређивању брзине на основу потребног и расположивог потисака са заданом масом.



Слика 2.12. Деловање сила на ваздухоплов у хоризонталном лету

Са слике следи да је равнотежа сила једнака [38]:

$$\begin{aligned} T \cos \alpha_T - R_x &= 0; \\ R_z + T \sin \alpha_T - G &= 0; \end{aligned} \quad (2.2.1.)$$

где је:

- $\alpha_T$  - угао између вектора силе потиска и централне осе ваздухоплова.

$$\text{Сила узгона гласи : } R_z = C_z \cdot \frac{\delta}{16} V^2 \cdot S; \quad (2.2.2.)$$

Када се уврсти у горњи израз добиће се израз за брзину хоризонталног лета:

$$V = 4 \cdot \sqrt{\frac{G - T \sin \alpha_T}{C_z \cdot \delta \cdot S}}; \quad (2.2.3.)$$

ако се занемари вертикална компонента силе потиска ( $T \sin \alpha_T$ ) добиће се да је:

$$V = 4 \cdot \sqrt{\frac{1}{\delta \cdot C_z} \cdot \left(\frac{G}{S}\right)}; \quad V \in (V_{\min}, V_{\max}, \delta) \quad (2.2.4.)$$

где однос  $\left(\frac{G}{S}\right)$  - представља специфично оптерећење крила као један од главних параметара за прорачун перформанси ваздухоплова.

На основу горњег израза добија се еквивалентна брзина која зависи само од коефицијента узгона ( $C_z$ ) и специфичног оптерећења крила  $\left(\frac{G}{S}\right)$  и израчунава се помоћу израза:

$$V \sqrt{\delta} = 4 \cdot \sqrt{\frac{1}{C_z} \cdot \left(\frac{G}{S}\right)}; \quad (2.2.5.)$$

Минимална брзина ваздухоплова се постиже ако ваздухоплов лети при нападном углу [38 ,39, 40] коме одговара максимални коефицијент узгона ( $C_{z \max}$ ), па је:

$$V_{\min} = 4 \cdot \sqrt{\frac{1}{\delta \cdot C_{z \max}} \cdot \left(\frac{G}{S}\right)}; \quad (2.2.6.)$$

Оваква минимална брзина одређена је за произвољну вредност тежине ваздухоплова тј. специфичног оптерећења крила  $\left(\frac{G}{S}\right)$ . Јасно је да при максималном узгону ( $C_{z \max}$ ), различите тежине ваздухоплова, јуришна, слетна и тренутна у току дејства, као и различито наоружаних варијанти ваздухоплова, дају различите минималне брзине лета ( $V_{\min}$ ). То значи, да је најмања брзина, од свих прорачунских, стварно минимална она, која при максималном узгону носи најмањи терет  $G$ . Свака друга више оптерећена мораће да буде већа [38]. Дакле, основна маса "ЗМАЈА" ваздухоплова, која би могла бити нпр. два пута лакша од

наоружаног-оптерећеног ваздухоплова, имала би за  $\sqrt{2}$  пута мању минималну брзину, (пошто је маса терета  $G$  испод корена  $\sqrt{G}$ ). На основу наведеног могуће је изразу (2.2.6.) написати у облику :

$$V_{\min} = 4 \cdot \sqrt{\frac{I}{\delta \cdot C_{z(V_{\min \text{ ref.}})}} \cdot \left( \frac{k \cdot G_{\min}}{S} \right)} \quad \text{или у облику} \quad (2.2.7.)$$

$$V_{\min} = 4 \cdot \sqrt{\frac{I}{\delta \cdot C_{z_{\max}}} \left( \frac{G_{\max}}{k \cdot S} \right)}, \quad (2.2.8.)$$

Зависно од расположивог тумачења, масе ваздухоплова референтна, такозвана тримована (термин за контролу коефицијента узгона командним површинама), брзина ( $V_{\min}$ ) може се усвојити као иста без обзира на тежину за различите тежине ваздухоплова једино ако се варира коефицијент узгона ( $C_z$ ) тако да је:

$$C_{z(V_{\min \text{ ref.}})} = k \cdot C_{z_{\max}} \leq C_{z_{\max}}. \quad (2.2.9.)$$

Тада се може постићи  $V_{\min \text{ ref.}}$  (референтно), за било коју расположиву масу  $G$ . Наведене претпоставке важе, не као константа за брзину, већ као инваријанта, пошто  $V_{\min \text{ реф.}}$  као и свако ( $V_{\min}$ ), зависи од висине преко коефицијената ( $\delta$ ), па има висинску карактеристику [38]. Израза у облику:

$$V_1 = V_2 \cdot \sqrt{\frac{G_1 \cdot \delta_2}{G_2 \cdot \delta_1}}; \quad (2.2.10.)$$

показује општу промену брзине лета са висином и тежином летелице и важи за било коју брзину па и минималну у хоризонталном лету која се користи за услове оптимизације долета као и за изабрану, борбену брзину која се користи у току бришућег лета у нападу. У овом раду, биће нормирана брзина са прихватљивим грешкама одступања услед утицаја промене терета при ракетирању у бришућем лету. (поглавље 4.)

Ако се у изразу (2.2.10.) мења маса ваздухоплова и висина лета, при максималном узгону ( $C_{z_{\max}}$ ), као чиста зависност од висине са свим другим непромењеним параметрима важе изрази :

$$T_{P_1} = T_{P_0}; \quad (2.2.11.)$$

$$V_1 = V_0 \frac{1}{\sqrt{\delta}}; \quad (2.2.12.)$$

При томе ваља напоменути да ће тримовање коефицијента узгона командама морати да буде променљиво да би се одржавао као коефицијент (k) израз (2.2.8), који узгоном компензује различите масе ваздухоплова. Ово је значајно за сваки ваздухоплов који мења масу у току бомбардовања циљева а користи мале брзине у околини минимума ради смањења грешке погодака.

Дакле, ако пилот мења масу (G), приликом бацања борбеног терета тј ракетања лансером, [39,40,43], користећи минималне брзине лета, ради најефикасније употребе муниције с аспекта грешке у хоризонталном лету, мораће при свакој промени масе да одреди нови коефицијент узгона ( $C_z$ ) командама лета.

Из израза (2.2.1.) следи да је  $T \cos \alpha_T = C_x \cdot \frac{\delta}{16} \cdot V^2 \cdot S$ ; те на основу израза за брзину (2.2.3.), добиће се израз потребног потиска (вучне силе) за хоризонтални лет при заданом нападном углу и маси ваздухоплова у облику [38,39]:

$$T_p = \frac{G \cdot C_x}{C_z \cdot \cos \alpha_T + C_x \sin \alpha_T}; \quad (2.2.13.)$$

Код конвенцијалних ваздухоплова нагиб силе потиска према путањи лета је мали тако да је  $\cos \alpha_T \approx 1$  а  $\sin \alpha_T \approx 0$ . тако да је [38]:

$$T_p = G \cdot \frac{C_x}{C_z}; \quad (2.2.14.)$$

Дакле, потребни потисак  $T_p$  зависи само од масе ваздухоплова и односа коефицијента отпора и коефицијента узгона ( $C_x/C_z$ ) тј. реципрочне вредности такозване поларе летелице

За задату масу ваздухоплова, минимална вредност потребног потиска постиже се

код лета на нападном углу код кога је однос  $\left(\frac{C_x}{C_z}\right)_{\min}$  . или  $\left(\frac{C_z}{C_x}\right)_{\max}$  ., па је

потребни потисак

$$T_{p_{\min}} = G \cdot \left(\frac{C_x}{C_z}\right)_{\min}; \quad (2.2.15.)$$

На основу претходног обрасца може се закључити да минимална вредност потребног потиска остаје иста за све висине.

Полара ваздухоплова у аналитичком облику израчунава се по аеродинамичком изразу [38].

$$C_x = C_{x_{\min}} + \frac{C_z^2}{\pi \cdot \lambda_e}; \quad (2.2.16.)$$

и уколико се из услова хоризонталног лета одреди коефицијент узгона

$C_z \approx 16 \frac{G/S}{\delta \cdot V^2}$  добиће се математички израз за израчунавање потребног потиска за

хоризонтални лет ваздухоплова у аналитичком облику [40]:

$$T_p = C_1 \cdot V_e^2 + C_2 \cdot \frac{1}{V_e^2}; \quad (2.2.17.)$$

где су:

-  $C_1 = C_{x_{\min}} \cdot \frac{S}{16} \cdot g$ , и  $C_2 = \frac{1}{\pi \cdot \lambda_e} \cdot 16 \left( \frac{G}{b} \right) \cdot \lambda \cdot g$  - позитивне константе; а

-  $S = b^2/\lambda$  - укупна носећа површина крила.

Одређивањем  $C_x$  и  $C_z$  из поларе ваздухоплова на основу више нападних углова и задане масе, добија се потребни потисак  $T_p$  у функцији нападног угла.

Уколико се за одговарајуће  $C_z$  одреди брзина хоризонталног лета, тада се одређује потребни потисак  $T_p$  у функцији брзине хоризонталног лета. (слика 2.13. [38])

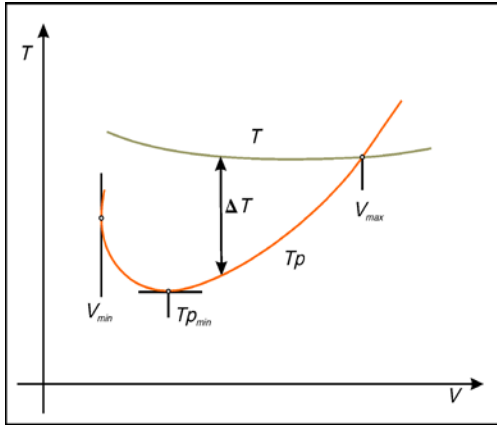
Потребан потисак - зависи од тежине и аеродинамичких карактеристика ваздухоплова.

Расположив потисак - зависи од врсте погонске групе(на дијаграму приказан случај млазног ваздухоплова).

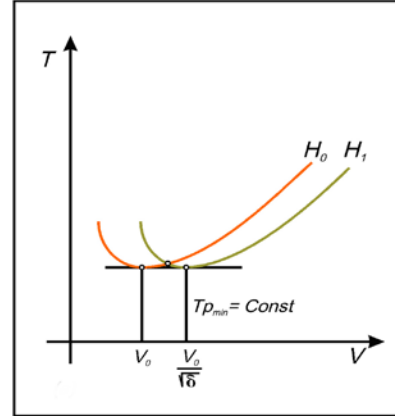
Са дијаграма (слика 2.13. [38]), се види, да максималној брзини ( $V_{\max}$ ) одговара пресечена тачка потребног и расположивог потиска (потребан потисак једнак расположивом потиску). За брзине мање од максималних, расположив потисак је већи од потребног, те тај вишак потиска може да се употреби за пењање ваздухоплова или за убрзавање све до максималне хоризонталне брзине.

Са дијаграма (слика 2.14. [38]), се види, да карактеристична тачка на кривој потребног потиска представља минимум потребног потиска који одговара

нападном углу ( $\alpha$ ) код кога је  $(C_x/C_z)_{\min}$ . Са променом висине вредност  $T_{p\min}$  се не мења али се помера удесно по правој паралелној апсциси са фактором  $\frac{1}{\sqrt{\delta}}$ .



**Слика 2.13.** Дијаграм потребног и расположивог потиска у функцији брзине хоризонталног лета



**Слика 2.14.** Дијаграм промене потребног потиска у функцији висине хоризонталног лета [38,39]

Дакле, обзиром на карактеристику, да се при заданом нападном углу, са променом висине мења и стварна брзина лета, то ће на дијаграму  $T = f(V)$  свака тачка за висину  $H = 0$  m, бити померена само по апсциси.

Из изразе. (2.2.4.) види се, да ће за исти нападни угао ( $\alpha$ ), однос брзина на висини ( $H$ ) према висини ( $H = 0$  m) бити:  $V_1 = V_0 / \sqrt{\delta}$ ; одакле произилази да се одређивање вредности потребног потиска за било коју висину може одредити преко потиска за  $H = 0$  m.

Ако се потребни потисак прикаже у зависности од еквивалентне брзине, дијаграм ће важити за све висине, што олакшава прорачун перформанси.

Однос потребног потиска помоћу изразе (2.2.12.) [38] гласи:

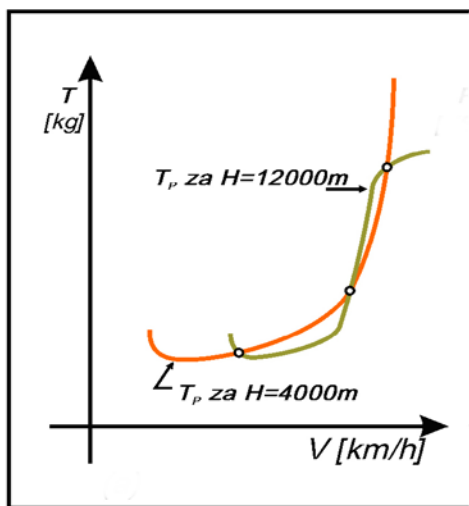
$$T_{p_1} = T_{p_2} \cdot \frac{G_1}{G_2}; \quad (2.2.15.)$$



Сва досадашња разматрања промена потребног потиска са висином и масом летелице односила су се на домен брзине где нема утицаја стишљивости ваздуха, дакле при мањим маховим бројевима.

Ако се посматра лет ваздухоплова на две различите висине, за исту апсолутну брзину, већој висини лета одговараће и већи нападни угао ( $\alpha$ ), односно већи коефицијент узгона ( $C_z$ ). Када се ваздухоплов приближи подручју значајнијег раста коефицијент отпора ( $C_x$ ) који нагло расте са Маховим бројем ( $M = \frac{V}{C}$ ) и са нападним углом ( $\alpha$ ), може се десити да дође до пресека кривих потребног потиска на великим брзинама, што је приказано на дијаграму (слика 2.15. [38]).

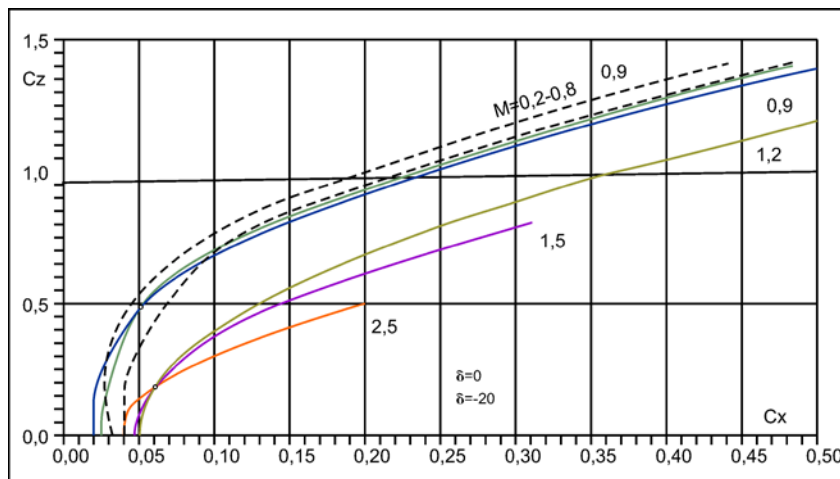
Уколико је специфично оптерећење крила ( $G/S$ ) мање, тада је и нагли пораст потребног потиска са висином такође мањи. То је случај да на већим висинама ваздухоплов лети са мањим нападним углом ( $\alpha$ ). Обзиром да се на великим висинама пре догађа прелаз максималног прираста коефицијента отпора са Маховим бројем, то ће узроковати поновни пресек криве потребног потиска за мале висине, што је приказано на дијаграму (слика 2.15. [38]).



**Слика 2.15.** Дијаграм потребног потиска и потребне снаге са утицајем стишљивости [38]

Што се тиче утицаја аеродинамицког облика на перформансе борбеног лета пресудну улогу игра полара борбеног ваздухоплова. Полара одражава сумиране

аеродинамичке карактеристике ваздухоплова. У областима у којима је Махов број ( $M = 0,2 \div 0,8$ ), што представља поље подзвучних брзина, полара има мале промене са Маховим бројем, те се може представити једном кривом (слика 2.16. [38,39]). Види се да подзвучне поларе са извученим и увученим предкрилцима секу се у области  $C_z = 0,5 \div 0,6$ , што одговара нападним угловима од  $\alpha = 9 \div 10^\circ$ . Свакој тачки на полари одговара одређени нападни угао.

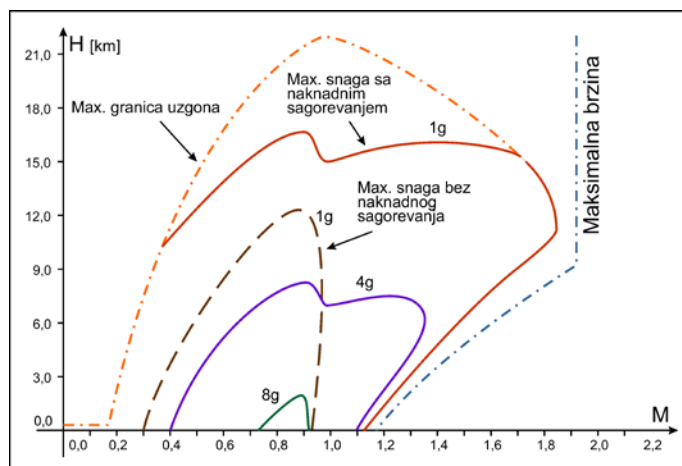


**Слика 2.16.** Дијаграм поларе ваздухоплова без подвесних терета,  $H = 0$ , увучена и извучена предкрилца [38,39].

Анвелопа лета борбеног ваздухоплова, представља област у којој је могуће употребити ваздухоплов тј. то је област која представља област брзина и висина у којима одређена летилица може да врши борбена дејства. У области војних задатака ракетирања и бомбардовања постоји правило [14] да се она врше у области минималне и максималне висине лета за потребе борбених дејстава ваздухопловом. Такав ваздухоплов на минималној висини лета за потребе борбених дејстава не може летети са брзином мањом од  $(V_{\min_1})$  нити са брзином већом од  $(V_{\max})$  што је приказано на дијаграму (слика 2.17.) [41,42].

Такође такав ваздухоплов на  $H_{\max}$  лети за потребе бомбардовања или ракетирања не мањом брзином од  $(V_{\min_1})$  нити већом од  $(V_{\max})$ , што значи да  $(V_{\max})$  на  $(X_{\min})$  и  $(V_{\max})$  на  $(H_{\max})$  морају одговарати условима ракетирања или бомбардовања, иначе се у супротном оне морају испаливати са мањом брзином лета

ваздухоплова. Може се закључити да у области могућих дејстава борбеног ваздухоплова постоје четири (4) граничне брзине лета за бомбардовање или ракетирање, које се обавља на две граничне висине, али су овде већ усвојене, с обзиром на тип ракетног невођеног наоружања, прописане вредности како брзина тако и висина лета са којих се врши ракетирање за нормирање ватрене моћи.

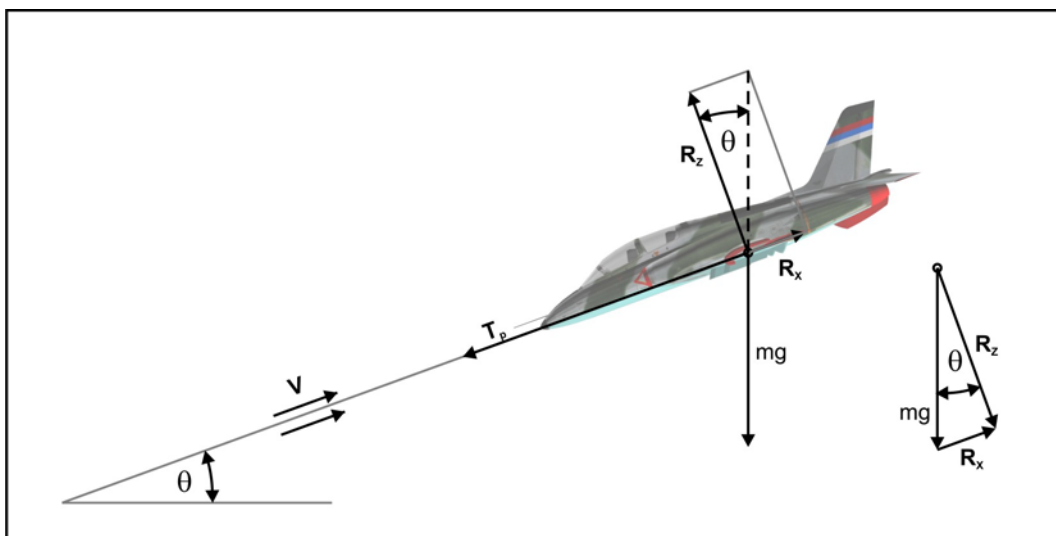


Слика 2.17. Дијаграм типичних области унутар анвелопе лета борбеног ваздухоплова [38,39].

### 2.2.3. Стационарно обрушавање ваздухоплова као начин борбеног напада

Изрази равнотеже сила ваздухоплова при обрушавању имају облик [38,39]:

$$\begin{aligned}
 m \frac{dV}{dt} &= T_p - R_x + mg \cdot \sin \theta, \\
 mV \frac{d\theta}{dt} &= R_z - mg \cdot \cos \theta, \\
 mV \cos \theta \frac{d\chi}{dt} &= R_z \sin \phi,
 \end{aligned}
 \tag{2.3.1.}$$



Слика 2.18. деловање сила на ваздухоплов у обршавању

За кретање у произвољној вертикалној равни угао скретања ( $\chi = 0$ ) једнак је нули, па се кретање описује следећим системом израза [13], јер нема угла ваљања  $\phi = 0$ :

$$\begin{aligned} m \frac{dV}{dt} &= T_p - R_x + mg \cdot \sin \theta, \\ mV \frac{d\theta}{dt} &= R_z - mg \cdot \cos \theta, \end{aligned} \quad (2.3.2.)$$

За праволиниски лет ваздухоплова ( $\theta = const.$ ) као и стационарни лет ( $V = const.$ ) обршавање, сила потиска израчунава се изразом облика:

$$T_p = R_x + mg \cdot \sin \theta, \quad \text{и} \quad R_z = mg \cdot \cos \theta, \quad (2.3.3.)$$

На основу израза (2.3.3.) могу се написати изрази за лет ваздухоплова у стационарном обршавању. Из израза се добија да је угао обршавања ( $\theta_{obrus.}$ ) једнак:

$$\sin \theta_{obrus.} = \frac{T_p - R_x}{mg}, \quad (2.3.4.)$$

док је брзина обршавања једнака:

$$V_{obrus.} = V \cdot \sin \theta_{obrus.} = V \cdot \left( \frac{T_p - R_x}{mg} \right). \quad (2.3.5.)$$

Из израза равнотеже сила нормално на правац обршавања и на основу изведених израза следи да је услов при коме се врши обршавање облика:

$$\frac{V^2 \cdot C_z}{\cos \theta_{obrus.}} = \frac{2 \cdot mg}{\rho \cdot S}, \quad (2.3.6.)$$

И даље брзина обрушавања у приближном облику за услов константне густине ваздуха има [38,40]. вредност:

$$V = \sqrt{\frac{2 \cdot mg \cdot \cos \theta_{obrus.}}{C_z \rho \cdot S}}, \quad (2.3.7.)$$

Овај израз представља однос кинематских и динамичких величина у моделу напада при обрушавању. У претходном изразу (2.3.7.) ће се, у складу са поглављем 1., у поступку варирања маса (тежина летелице) користити јуришну масу ( $G_{јуришна}$ , слика 1.10 и слика 1.11) и слетну масу ( $G_{слетна}$ , слика 1.12 и слика 1.13), док ће остали параметри бити усвојени као приближно константни.

На бази анализираних перформанси усвојиће се упоредне хипотезе ефикасности наоружаних летелица при ракетирању циљева у непосредној ватреној подршци и то:

- средње брзине за сваки ваздухоплов при бришућем лету и њеног укупног одступања у току ракетирања,
- средње брзине за сваки ваздухоплов при обрушавању и њеног укупног одступања у току ракетирања,
- акциони радијус у условима најбржег доласка у зону циља било по позиву у току лета или у току дежурства на стајанци, акциони радијус према изразима за долет у условима минималног времена и максималне брзине лета. Дакле  $V_{const} = V_{max}$ .

Ова хипотеза разрадиће се за потрошњу 1/3 расположивог горива као долет који се оствари максималном брзином лета за који ће бити одређано време лета према Брегејевом изразу за издржљивост са јуришном масом летелице умањену за 1/3 расположивог горива. Следи табела  $\min.$  и  $\max.$  јуришне масе умањене за 1/3 расположивог горива као и за 2/3 расположивог горива (прилог А, Т.1.2. и Т.1.5.).

**Став 14.**

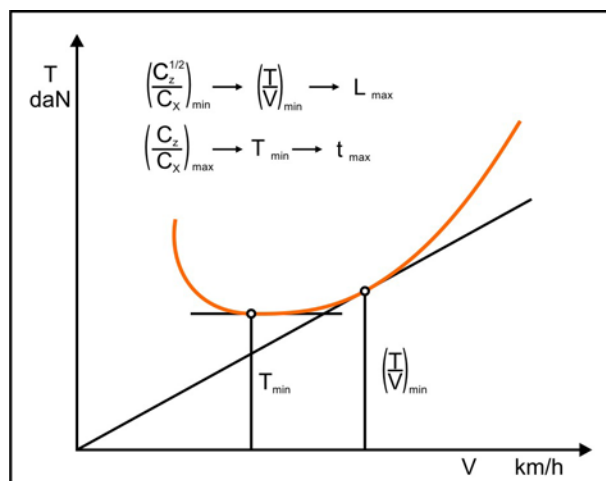
У претходним темама 2.2.2. и 2.2.3. изведене су брзинско висинске и позиционо карактеристике механике лета које ће бити коришћење за анализу ефикасности гађања разматраним ваздухопловима са вишецевним ракетним наоружањем по нормама ватре која следи из ограничења оваква два типа лета (став 13.). Допунски параметри, који карактеришу укупну борбену моћ непосредне ваздухопловне подршке анализирани су у поглављу 3, али нису усвајани у овој студији као директни елементи за оцену квалитета непосредне ватрене подршке.

**2.2.4. Долет и истрајност лета за ваздухоплове са млазним мотором [40].**

Код ваздухоплова са млазним мотором специфична потрошња горива ( $q[kg/kg \cdot h]$ ), са променом брзине лета се мења приближно благо, те се може посматрати као константа у ширем интервалу брзина тј. константна око неке оптималне брзине долета ( $V_{optL}$ ) ваздухоплова. Самим тим укупна потрошња горива је директно пропорционална са потребним потиском.

На дијаграму (слика 2.19) [38,39,40], приказана је минимална потрошња горива по часу лета, која се добија за минимални потребни потисак. Из дијаграма (слика 2.19) се може закључити да се најдуже трајање лета код ваздухоплова са млазним мотором остварује при минималном потребном потиску коме одговара нападни угао при коме однос коефицијента узгона и коефицијента отпора има вредност  $(C_z/C_x)_{max}$ , при чему је вредност коефицијента узгона једнака

$C_z = \sqrt{C_{xmin} \cdot \pi \cdot \lambda_e}$  Код истог оваквог ваздухоплова али са клипним мотором оваквом режиму лета одговара режим максималног долета, што у овом раду неће бити обрађивано.



Слика 2.19. Дијаграм минималне потрошње горива по часу лета [38,40].

У овом раду биће обрађен долет ваздухоплова и време трајања лета на заданој висини са сталним нападним углом ( $\alpha = const$ ), као и при константној брзини ( $V = const$ ).

$$L = g \cdot \int_{m_0 - mg}^{m_0} \frac{V}{C_h} dm \quad \text{односно} \quad L = g \cdot \int_{m_0 - mg}^{m_0} \frac{dm}{C_k}, \quad (2.4.1.)$$

Ако је за млазни мотор специфична потрошња горива дата у јединицама ( $N/N \cdot h$ ) или ( $1/h$ ), следи да је  $C_h = T \cdot q$  [N/h], док је потрошња горива по километру пређеног пута дата као:  $C_k = \frac{C_h}{V}$  [N/km], те када се ове величине уврсте у јетначину (2.4.1.) добија се да је највећи долет једнак [12]:

$$L_{\max} = g \cdot \int_{m_0 - mg}^{m_0} \frac{V}{T \cdot q} dm \quad \text{односно} \quad L_{\max} = g \cdot \int_{m_0 - mg}^{m_0} \frac{V}{\frac{C_x}{C_z} \cdot q} \cdot \frac{dm}{m}, \quad (2.4.2.)$$

Ако је задана висина лета онда је највећи долет при  $\left( \frac{V \cdot C_z}{C_x} \right)_{\max}$  односно

$$\left( \frac{1}{q} \cdot \frac{1}{\sqrt{C_z}} \cdot \frac{C_z}{C_x} \right)_{\max} = \left( \frac{1}{q} \cdot \frac{C_z^{1/2}}{C_x} \right)_{\max}, \quad (2.4.3.)$$

У ширем интервалу брзина лета специфична потрошња горива по кг потиска има константну вредност ( $q = const$ ), следи да се највећи долет ( $L_{max}$ ) добија при лету са нападним углом коме одговара однос коефицијента узгона и коефицијента отпора дат вредношћу  $\left(\frac{C_z^{1/2}}{C_x}\right)_{max}$  односно  $\left(\frac{C_x}{C_z^{1/2}}\right)_{min}$  [38].

Долет при  $\alpha = const$ . израчунава по обрасцу лит. [40].:

$$L = \frac{1}{q} \cdot \frac{2 \cdot 14,4}{\sqrt{\delta} \cdot S} \cdot \frac{C_z^{1/2}}{C_x} \cdot \left[ \sqrt{m_o} - \sqrt{m_o - mg} \right], \quad (2.4.4.)$$

На основу израза (2.4.4) може се видети да је за израчунавање **максималног долета** ( $L_{max}$ ) потребно одредити вредности односа коефицијента узгона и коефицијента отпора  $\left(\frac{C_z^{1/2}}{C_x}\right)_{max}$  или  $\left(\frac{C_x}{C_z^{1/2}}\right)_{min}$  вредности коефицијента отпора и коефицијента узгона за ОПТИМАЛНЕ ДОЛЕТЕ ИЗНОСЕ [38].:

$$C_x = \frac{4}{3} C_{xmin.} \quad \text{и} \quad C_z = \sqrt{\frac{C_{zmin.} \cdot \pi \cdot \lambda_e}{3}}, \quad (2.4.5.)$$

На основу израза (2.4.5.) може се видети да код нападног угла при коме је могуће постићи максимални домет ( $L_{max.} [km]$ ), код летелица са млазним мотором, индуковани отпор износи 1/3 паразитног отпора тј.  $C_{xmin.} = 3C_{xi}$  односно

$$C_{xmin.} = \frac{3 \cdot C_z^2}{\pi \cdot \lambda_e}. \quad (2.4.6.)$$

Максимална истрајност лета ( $t_{max.}$ ), код ваздухоплова са млазним мотором остварује при минималном потребном потиску коме одговара нападни угао при коме однос коефицијента узгона и коефицијента отпора има вредност  $(C_z/C_x)_{max.}$ , при чему је вредност коефицијента узгона једнака  $C_{zi} = \sqrt{C_{xmin.} \cdot \pi \cdot \lambda_e}$ . Поређењем



са коефицијентом узгона при коме се остварује максимални долет ( $C_{zL}$ ) добија се да је:

$$C_{zL} = \sqrt{\frac{C_{x\min} \cdot \pi \cdot \lambda_e}{3}} \quad \text{односно} \quad C_{zL} = \frac{C_{zL}}{\sqrt{3}}, \quad (2.4.7.)$$

Оптимална брзина при којој је остварен максимални долет према оптималној брзини при којој је остварено максимално време истрајности лета односи се као:

$$V_{optL} = V_{opt.t} \cdot \frac{1}{\sqrt[4]{3}} = 1,316, \quad (2.4.8.)$$

На основу израза (2.4.8.) се види, да је оптимална брзина, за максимални домет код ваздухоплова са млазним мотором, око 30% већа од оптималне брзине максималне истрајности лета ваздухоплова.

На основу претходних анализа може се закључити следеће:

1. За случај када је специфична потрошња горива, код млазних ваздухоплова, константна ( $q = const.$ ), тада истрајност трајања лета не зависи од висине лета ваздухоплова,
2. Стварна брзина ваздухоплова са порастом висине расте, собзиром да се лет изводи на свим висинама са истом индицираном брзином којој одговара нападни угао  $(C_z/C_x)_{\max.}$ , па самим тиме ваздухоплов са млазним мотором при максималном времену трајања лета пређе највећи долет уколико лети на већој висини,
3. За одржавање исте еквивалентне брзине на већој висини потребно је да млазни мотор ради са повећаним бројем обртаја, па самим тиме расте и укупни коефицијент корисности млазног мотора, док специфична потрошња горива опада са висином из чега се може закључити да у стварном режиму лета ваздухоплова није могуће да вредност ( $q$ ) буде константна. Дакле, релативно мало се добија у најдужем трајању лета са повећањем висине,
4. Режим максималне истрајност лета ваздухоплова се углавном примењује у зони чекања или у сличним ситуацијама,

5. На основу израза (2.4.3.) се види да долет директно расте са висином лета ваздухоплова, при чему расте и оптимална брзина, Дакле, максимални долет се постиже при нападном углу коме одговара  $(C_z^{1/2}/C_x)_{\max}$  са одговарајућом еквивалентном брзином која је иста за све висине лета.
6. Такође, из израза (2.4.4.) се види да је максимални долет обрнуто пропорционалан са кореном из релативне густине

На основу изнетих чињеница може се закључити да повећање висине лета повећава долет само до одређене границе, која се назива оптимална висина лета, при којој ваздухоплов постигне критични Махов број ( $M_{kr} \approx 0,8$ ) за ваздухоплове са млазним мотором, при брзини којој одговара однос коефицијента узгона и коефицијента отпора из услова  $(C_z^{1/2}/C_x)_{\max}$  [38].

## **ПОГЛАВЉЕ 3.**

### **ПАРАМЕТРИ ОЦЕНЕ КВАЛИТЕТА НАОРУЖАЊА РАЗМАТРАНИХ ПРИ ОЦЕНИ ВАЗДУХОПЛОВНИХ ДЕЈСТАВА ЗА НЕПОСРЕДНУ ПОДРШКУ**

#### **3.1. ВРСТЕ ВАЗДУХОПЛОВНОГ НАОРУЖАЊА И ЊЕГОВА КЛАСИФИКАЦИЈА У ЗАВИСНОСТИ ОД ВРСТЕ ДЕЈСТВА НА ЦИЉУ**

Као појам ваздухопловног наоружања, подразумева се скуп различитих врста борбених подсистема, као корисних терета ваздухопловних платформи које обезбеђује извршење борбених задатака подршке[36,44]. Извршење задатака непосредне подршке врши се различитим типовима дејстава на циљеве употребом муниције из ваздуха. Могу се класификовати следећи типови дејстава у зависности од врсте и типа циљева[36]:

- а) пробојно дејство ВУС;
- б) кумулативно дејство ВУС;
- в) разорно дејство ВУС;
- г) парчадно дејство ВУС;
- д) дејства специјалне намене,(запаљива, димна, осветљавајућа, биолошка, хемијска и нуклеарна),
- ђ) помоћна пиротехничка дејства за активирање различитих техничких система и подсистема.

Савремени системи ваздухопловног наоружања обухватају следеће врсте оружја која обезбеђују поменута дејства[44]:

- а) ваздухопловно ватрено наоружање (ваздухопловни топови и митраљези, муниција за топове и митраљезе, носачи и уређаји за управљање ватром, нишани за гађање из ваздуха);
- б) ваздухопловно бомбардерско наоружање (авио-бомбе и упаљачи за авио-бомбе, бомбардерски уређаји за подвешавање и одбацивање авио-бомби, нишани за бомбардовање).
- в) ваздухопловно вођено и невођено ракетно наоружање (ракете са бојевим главама различитих типова са упаљачима: ракете V-V и ракете V-Z, реактивна оруђа за постављање и лансирање ракета, уређаји за нишањење и навођење вођених ракетних пројектила за дејство на копнене и ваздушне циљеве).

У терминологији ваздухопловног наоружања у нашој војсци усвојен је општи назив *"ваздухопловна убојна и материјална средства"* (ВУМС), која обухватају ВУС, и материјална средства која не садрже убојни (експлозивни) део [20,22,36].

Ваздухопловна убојна средства (ВУС) обухватају следећу групу средстава [36]:

- а) авио - бомбе;
- б) бојеве главе вођених и невођених ракета;
- в) пројектиле-гранате ватреног наоружања;
- г) ваздухопловне упаљаче за авио-бомбе, ракете и гранате;
- д) пиротехничка - експлозивна активна и пасивна средства, која се налазе

у систему борбеног ваздухоплова и пиротехничка средства намењена за избацива пилотска седишта.

Оцена ватрене моћи наоружаног ваздухоплова, у овом раду, биће у скаладу са хипотезама усвојеним у поглављу 2., која се односи на непосредну ваздухопловну подршку копненим снагама. Такође, различито универзално и појединачно наоружање, карактеристично за ваздухопловство, подразумева специфичну селекцију врсте и типа ваздухопловне подршке КоВ-у. У хипотезама поглавља 2. јасно је исказано, да се неће разматрати посредна ваздухопловна подршка као улога ваздухопловства у оперативном здруженом деловању. Тај вид подршке обично се врши бомбардерским наоружањем на већим дometима у непријатељској позадини,

дејством на инфраструктурне и крупније групне објекте. Пошто је циљ овог рада само непосредна ватрена подршка, ваздухоплов, као борбена платформа, обично за те сврхе користи три категорије наоружања и муниције и то:

- а) Артиљеријску ватру са уграђених и подвесних малокалибарских топова за дејство из ваздуха искључиво непосредним гађањем,
- б) Вишецевне бацаче ракета невођеног типа, различитих калибра за дејство полупосредним гађањем,
- в) Вођене ракете V-Z, за дејство на тачкасте циљеве у режиму командног, полукомандног вођења или самонавођења.

**Став15.**

**Овако селектирано ваздухопловно наоружање, за анализу наведених хипотеза, биће сужено само на она средства која су упоредива са класичном артиљеријом за посредну ватру са којом располажу артиљеријске јединице непосредне ватрене подршке. С обзиром да се на ваздухоплову не могу користити артиљеријски пројектили крупнијег калибра, ваздухопловна подршка КоВ-у разматраће се као упоредива једино по вишецевним бацачима ракета за гађање површинских циљева.**

Прецизна дејства из ваздуха и из артиљеријских оруђа неће бити разматрана у овом раду, пошто је њихов процентуални удео у артиљерији неупоредиво мањи него на савременим ваздухопловним платформама [44].

Иначе, нема пуно ни смисла поредити прецизна дејства из ваздуха и прецизна дејства посредне ватре са копна, зато што посредна ватра са копна за непосредну ватрену подршку борбеним јединицама има карактеристику да цео домет до циља савладава пројектил, док код ваздухопловне ватрене подршке пројектил савладава домет само у завршној фази а његов највећи део савладава ваздухопловна платформа кроз долет. Дакле, та су средства разнородно конструисана иако могу користити сличну технологију вођења. Поређење артиљеријске ватре малог калибра до 30 mm, спада у домен непосредног гађања и упоредиво је са копненим дејствима пешадијских а не

артиљеријских снага, тако да се задатак своди на оруђа под бројем два као представника за поређење у овом раду.

### 3.2 ДЕФИНИСАЊЕ ПАРАМЕТРА ВАЗДУХОПЛОВНОГ НАОРУЖАЊА

За оцену квалитета ваздухопловног ракетног наоружања користе се различити методи и параметри, [44,45,46], с тим да постоји разлика између вођених и невођених ракета. Важно је напоменути да је код невођених ракета један број параметара сличан параметрима за ватрено наоружање, за разлику од вођених ракета код којих се параметри ватреног наоружања односе углавном на систем вођења и који овде неће бити разматран као што је усвојено у претходном поглављу.

Најзначајни параметари за оцену ватреног наоружања биће исказани у наредном тексту.

**1. Вероватноћа поготка** ( $P_{\text{пог}}$ ) [36], је функција вероватног скретања ( $V_s$ ) и има облик

$$P_{\text{пог}} = f(V_s); \quad (3.2.1)$$

где је:

-  $\sigma_s$  - средња стандардна девијација нормалног закона расподеле [47],

Вероватно скретање има вредност [43]:

$$V_s = 0,674\sigma_s \quad (3.2.2)$$

Кружно вероватно скретање једнако је [43,48]:

$$СЕР = 1,174\sigma_s, \quad (3.2.3)$$

Вероватно скретање у односу на нишанску тачку по Гаусовој расподели (за невођене ракете и топове) на ваздухоплову према лит.[36,44] је:

$$V_s = k \cdot D_g (0,5 + 0,025 \cdot V_a \cdot \sin q), \quad (3.2.4)$$

где је:

-  $k = \frac{l}{V_t}$  коефицијент техничког растурања ( за невођене ракете  $k = 0,006$  ).

- $V_t$  радијус кружног растурања без грешке нишањења
- $V_{sr}$  одступање средњих погодака од нишанске тачке без грешке нишањења, (растурање ракета-статичко),
- $D_g$  даљина гађања [m],
- $V_a$  брзина ваздухоплова,  $\left[\frac{m}{s}\right]$ ,
- $q$  курсни угао напада ( угао између линије нишањења и линије вектора брзине ваздухоплова у хоризонталној равни).

За висине бомбардовања и ракетирања до 1000 m вредност одступања средњих погодака је [36]:

$$V_{sr} = k \cdot D_g, \quad (3.2.5)$$

На основу горе наведеног може се одредити укупно вероватно скретања које износи:

$$V_{uk} = \sqrt{V_s^2 + V_{sr}^2}, \quad (3.2.6)$$

Сведено на вероватно кружно скретање (СЕР), може се користити следећи израз[43,48]:

$$СЕР = 1,174 \cdot \frac{V_{uk}}{0,674} \quad \text{односно} \quad СЕР = 1,741 \cdot V_{uk} \quad (3.2.7)$$

Ако се у једначину (3.2.7.) уврсти једначина (3.2.4.) и (3.2.5.), добиће се да је:

$$СЕР = 1,741 \cdot \sqrt{(k \cdot D_g)^2 + [k \cdot D_g (0,5 + 0,25V_a \sin q)]^2}, \quad (3.2.8)$$

Ако је курсни угао напада на циљеве на земљи једнак нули ( $q = 0$ ), онда се добије да је вероватно кружно скретање једнако:

$$СЕР = 1,741 \cdot \left( k \cdot D_g \cdot \frac{\sqrt{5}}{2} \right) \quad (3.2.9)$$

тј. СЕР је функција даљине гађања и константе к којом се приближно линеаризује однос грешке поготка са даљином циља.

**Став 16.**

За оцену вероватноће поготка биће коришћена величине  $V_p$  и  $V_d$ , (вероватна скретања по правцу и даљини обрађена у поглављу 4.). Ово зато што је поређење ваздухопловних тактика употребе ракетног наоружања за дејстава на циљ, са артиљеријским дејствима, која такође користе рафалну ватру ракетама, вишеструко спрегнуто са условима лета ваздухоплова. Стога се такво групно гађање не може усредњавати кружном грешком поготка СЕР.

**2. Коефицијент ватрене моћи ( $K_i$ ) [36,44]**

Коефицијент ватрене моћи и-тог оружја, постављеног испод крила ваздухоплова, представља релативну величину и дефинише се као:

$$K_i = \frac{\lambda_i^2 \cdot t_i}{\omega_i \cdot \sum m_i}, \quad (3.2.10)$$

ако је  $\lambda_i = \frac{N}{t_i}$  онда се добије да је коефицијент ватрене моћи једнак:

$$K_i = N \frac{\lambda_i}{\omega_i} \frac{I}{\sum m_i}, \quad (3.2.11)$$

где је:

- $\lambda_i$  брзина гађања  $\left[ \frac{\text{projektila}}{\text{s}} \right]$ ,
- $t_i$  укупно трајање континуалног рафала [s] за испљивање све муниције из једне врсте наоружања,
- $\omega_i$  број пројектила који се испале за уништење циља,
- $\sum m_i$  збирна маса оружја и муниције са којом се располаже на ваздухоплову [kg],



- $N$  број ракета на лансеру ( $N = \lambda_i \cdot t_i$ ),
- $\frac{N}{\omega_i} \lambda_i$  - ефикасан број пројектила у секунди од "н" испаљених пројектила са задатом вероватноћом сваког таквог да  $\omega_i$  пројектила погађа циљ 100%.

Коефицијент ватрене моћи представља величину која исказује колико метака 1.kg. укупно монтираног наоружања, може да испали у једној секунди. На тај начин се добија квалитет оружја као масе подвесног терета у килограмима и одговара на питање колико је ефикасан целокупни подвесни терет који носи ваздухоплов по брзини ватре и броју испаљених пројектила у времену. Боље наоружање имаће већи коефицијент по истој маси, па је могуће, да различито уграђена наоружања, исте масе, имају и другачију ефикасност. Тако нпр. 1. кг. масе топа, *Гетлинг ГАУ-8* има пуно веће  $K_i$ , него килограм топа мање брзине ватре, истог калибра. Студија вредности коефицијента ватрене моћи за разматране летелице Г-4 и СУ-25Т дат је у табелама Т.1.7. и Т.1.8.(прилог А).

### 3. Коефицијент савремености наоружања ( $I_x$ )

Коефицијент савремености наоружања је бездимензионална величина која представља релативну величину и дефинише се као [36,44]:

$$I_x = \frac{\lambda_i \cdot \frac{D_g}{t_i}}{\omega_i \cdot N \cdot m_r \left[ 1 + \frac{m_L}{N \cdot m_r} \right]}, \quad \text{односно} \quad I_x = D_g \cdot \frac{I}{t_i \cdot N \cdot m_r (1 + \bar{m})} \cdot \frac{\lambda_i}{\omega_i}, \quad (3.2.12)$$

Ако се рачуна преко почетне брзине муниције при лансирању ( $V_o$ ) добија се да је:

$$I_x = \frac{\lambda_i \cdot V_o}{\omega_i \cdot [m_r + m_L]} \quad (3.2.13)$$

где је:

- $D_g$  даљина гађања [m]

- $V_0$  почетна брзина муниције при лансирању, ( $V_0 = V_r + V_a$ )  $\left[ \frac{m}{s} \right]$ ,
- $m_r$  маса муниције на једном лансеру  $[kg]$ ,
- $m_L$  маса лансера са подвесним шинама  $[kg]$ ,
- $\lambda_i$  брзина гађања.  $\left[ \frac{\text{projektila}}{s} \right]$ .
- $N \cdot m_r$  маса муниције на свим лансерима, док је
- $\bar{m}_N = \frac{m_L}{N \cdot m_r}$  релативна маса (тежина) лансера у односу на масу муниције.

Вредности коефицијента савремености наоружања за разматране летелице СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 и СУХОЈ СУ-25Т дате су такође у табелама Т.1.7. и Т.1.8.

#### 4. Моћ наоружања ваздухопловне платформе

Моћ наоружања ваздухопловне платформе је **нови параметар** који се уводи у овом раду и који не постоји у литературној анализи. Представља однос коефицијента ватрене моћи и коефицијента савремености наоружања, па је као такав, могући збирни показатељ квалитета ватрене подршке, посебно за невођене пројектиле, код којих је брзина ватре и маса доминантна за наоружавање ваздухоплова. Дефинише се као:

$$K_{I_x} = \frac{K_i}{I_x}, \text{ односно } K_I = \frac{t_i \cdot N^2 \cdot m_r (I + \bar{m})}{D_g \cdot \sum m_i} \text{ или} \quad (3.2.14)$$

реципрочна вредност

$$K_I^{-1} = \frac{I_x}{K_i}, \text{ односно } K_I^{-1} = \frac{D_g \sum m_i}{t_i \cdot N^2 \cdot m_r (I + \bar{m})} \quad (3.2.15)$$

Карактеристично је да су вредности  $K_{I_x}$  пуно мање од 1. док су реципрочне вредности  $K_{I_x}^{-1}$  реда величина неколико десетина и стотина.

У овом раду је **усвојен управо параметар**  $K_{I_x}^{-1}$  као **нови параметар** и нови показатељ квалитета моћи невођеног ракетног наоружања и назван у даљем тексту

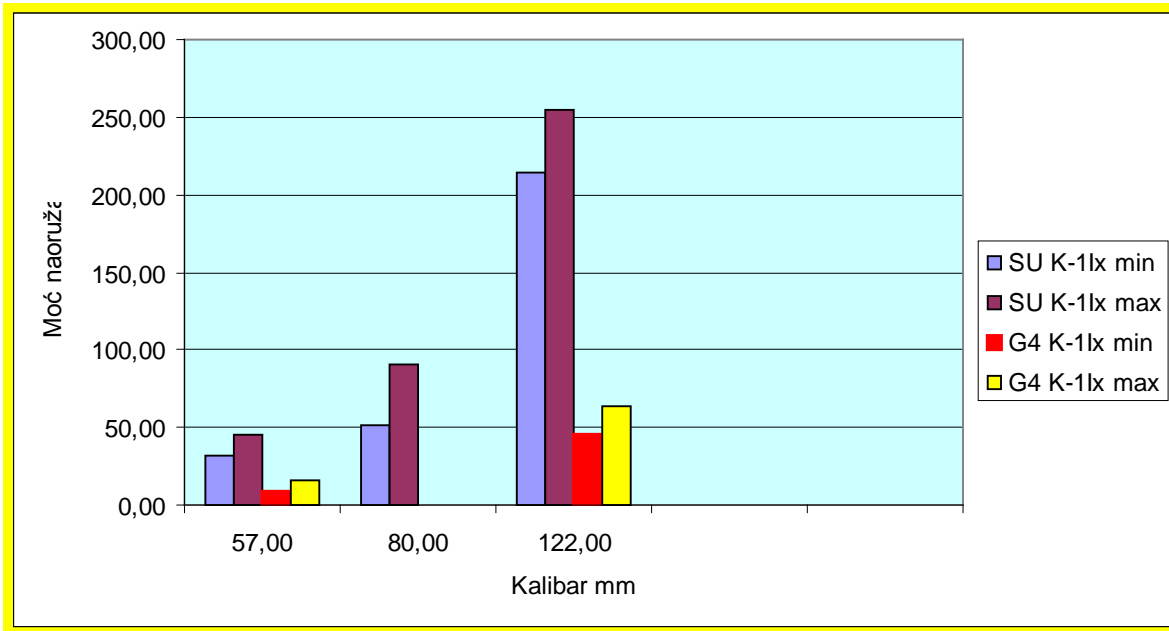
**коэффициента моћи наоружања.** Карактеристична је појава повећања овог коефицијента са повећањем броја пројектила на борбеној платформи (слика 3.1. поређење СУ-25Т и Г-4. према табели Т.3.1.). Такође, раст коефицијента моћи наоружања, се уочава и са порастом калибра ракета али спрегнуто са бројем пројектила са којима располаже ваздухоплов као последица повећане даљине гађања и веће масе сваке ракете. Ово одговара тумачењима о његовој валидности за оцену борбеног квалитета наоружања. Пошто у овај коефицијент не улази калибар као директна величина, то се у овом концепту не разматра ватрена моћ по дејству на циљу, већ само брзина испљивања и број пројектила као и њихова маса са којом располаже платформа. Тако на пример вишецевни бацачи, 122mm и 57mm, за ваздухопловну платформу, имају однос ових коефицијената 1:8. тј. калибар 122mm има 8 пута већу моћ од калибра 57mm, пре свега због масе пројектила а мање због самог калибра, који је индиректно садржан у конструкције ракете одговарајуће масе. Резултати анализе вредности **коэффициента моћи наоружања** ваздухопловне платформе ,за разматране летелице Г-4 и СУ-25Т, дате су у табелама Т.1.7. и Т.1.8, а сумарни, за разматране ваздухоплове (слика 1.14. варијанта наоружања 1,2 и 3. као и слика 1.15., варијанта наоружања 6 и 7.) у табели Т.3.1.

**Т.3.1. Упоредне карактеристике коефицијента моћи наоружања разматраних ваздухопловних платформи**

Упоредне карактеристике ваздухопловних платформи за дејство невођеним ракетним пројектилом						
Калибар [mm]	СУХОЈ СУ-25Т			СУПЕР ГАЛЕБ Г-4		
	Врста наоружања - лансера	Моћ наоружања $K^{-1}_{Ix}$		Врста наоружања- лансера	Моћ наоружања $K^{-1}_{Ix}$	
	ознака	СУ $K^{-1}_{Ix}$ min	СУ $K^{-1}_{Ix}$ max	ознака	Г-4 $K^{-1}_{Ix}$ min	Г-4 $K^{-1}_{Ix}$ max
57	S-5	32,00	45,50	BR-57	8,64	16,39
80	S-8	51,00	91,00	-----	-----	-----
<b>122</b>	<b>S-13</b>	<b>214,00</b>	<b>255,00</b>	<b>BR-128</b>	<b>44,70</b>	<b>63,56</b>

Анализа дијаграма (слика 3.1.), указује на чињеницу да овај коефицијент у суштини представља технолошки квалитет уграђаног наоружања оцењен ваздухопловним

масеним захтевима, односно неку врсту масене ефикасности корисног борбеног терета.



**Слика 3.1.** Дијаграм упоредних карактеристика ваздухопловних платформи за дејство невођеним ракетним пројектилом: 57 mm, 80 mm, 122 mm

## 5. Ефикасна снага рафала

Представља величину, која показује колика је укупна кинетичка енергија пројектила погодила циљ. Иако је ова величина по кинетичкој енергији намењена оцени дејстава ударних пројектила, једноставним преименовањем типа енергије из кинетичке у потенцијалну, односно еквивалентну количину ТНТ експлозива [49], у овом раду, увешће се став о ефикасном дејству разорних пројектила. У том случају снага рафала пројектила гласи [36,44]:

$$P_{\text{rafala}} = E_k \cdot \lambda_s \cdot p, \left[ \frac{J}{s} = W \right], \quad (3.2.16)$$

где је:

- $\lambda_s$  брзина ватре ракетних пројектила исте вероватноће гађања  $p$ ,
- $p$  вероватноћа погађања,

- $E_k = Q$  укупна енергија експлозива одговарајуће масе БГ (бојеве главе) једне ракете у [J] [49]:

Пошто је  $\alpha_{\text{rafala}} = \lambda_s \cdot p$ , следи да је ефикасна снага рафала која погоди циљ:

$$P_{\text{rafala}} = Q \cdot \alpha_{\text{rafala}} \left[ \frac{J}{S} = W \right], \quad (3.2.17)$$

На тај начин је ефикасна снага рафала сведена на брзину ватре и његову еквивалентну енергију експлозивног пуњења БГ ракете [49,50]. Дакле, нови израз за снагу, која се разматра у овом раду, користи ће укупну енергију експлозивног пуњења  $Q$ , и брзину ватре  $\lambda$ , као и вероватноћу поготка циља  $p_i$ . Овим је нормирана ефикасно употребљена снага рафала једног лансера за дејство на погођени циљ. Она гласи:

$$P_{\text{efc-lan}} = \lambda \cdot p \cdot \sum_{i=1}^{N_{r/\text{lan}}} Q_i \text{ (W/lans.) ефикасна снага погођених циљева} \quad (3.2.18)$$

где је:

- $Q_i = m_{\text{BG}} \cdot Q_{\text{Ikg}}^{\text{TNT}}$  потенцијална енергија експлозивног пуњења сваке ракете [49,50].
- $N_{r/\text{lan}}$  - број ракета по једном лансеру.

С обзиром да је стварна ефикасност нормирана радијусом уништења [49,5,52], као и с обзиром да се посматра дејство на површинске циљеве, увешће се хипотетички појам снаге по  $m^2$  идеално погођених циљева чија се дејства бојевих глава не преклапају. Тако дакле, лансер, који располаже са " $N_{r/\text{lan}}$ ", ракета и све их испали на циљ, има **снагу ватрене моћи по квадратном метру** погођених циљева тј. површинску борбену снагу која износи:

$$W = \frac{4 \cdot P_{\text{efc-lan}}}{N_{r/\text{lan}} \cdot r^2 \cdot \pi} \text{ (W/m}^2 \cdot \text{lans.)}, \quad (3.2.19)$$

где је:

-  $r$  - радијус разарања једне бојеве главе

Укупна ефикасност ваздухопловне борбене платформе у идеалном случају, дакле биће, број лансера које носи ваздухоплов помножен са снагом ватрене моћи по квадратном метру свих лансера.

$$P_{uk-ef} = N_L \cdot W \text{ (W/m}^2\text{)} \quad (3.2.20)$$

Табеларни приказ наведених ефикасних снага и енергија ракетног невођеног наоружања, са којим располажу анализирани ваздухоплови СУПЕР ГАЛЕБ Г- 4 и СУХОЈ СУ - 25Т приказани су у табелама Т.1.7. и Т.1.8 (прилог А), користећи литературу [49,50,51,52], заједно са осталим вредностима најзначајних параметара за оцену квалитета. Могло би се дати посебно тумачење оваквом приступу, кроз поставку, да је ефикасна снага погођених циљева, уствари коначан облик потрошене енергије у времену за уништење циља. Ефикасна снага која је 100% потрошена на циљ [50,51,52], је мања од укупне снаге испаљене рафалом. У том смислу, разлика између снаге потрошене на циљ и снаге испаљене на циљ, је степен корисности рафала. То представља резултат вероватноће погодака које регулишу однос испаљене снаге и снаге искоришћене за уништење циља. Веће вероватноће погодака сваког појединачног пројектила даће и већи степен корисности испаљеног рафала. Ово је посебно важно кад су у питању невођени пројектили и њихово дејство на одабрану површину циља. Дакле, оваквим приступом не посматра се однос уништене и неуништене површине, већ однос испаљене и употребљене енергије у времену.

У даљем тексту биће анализирани карактеристични односи који исказују квалитативну и квантитативну ефикасност наоружаних ваздухопловних платформи са аспекта њихове носивости [53], и брзине ватре према нормираном броју пројектила, нормираним ракетама и нормираним категоријама грешака поготка како би се нормирали циљеви који имају фиксне вероватноће а различите степене уништења зависно од овако нормираних величина. По снази дејства на циљу када нормирани број пројектила није задат већ се користи стварна вероватноћа погађања

сваког пројектила приступ је нешто другачији, а тада је упутно користити средњу кружну грешку (СЕР), за укупну оцену ефикасне снаге рафала [43]. Параметри невођене ракетне ваздухопловне муниције који суштински утичу на масене и динамичке карактеристике лета лансираних ракета, па самим тим и на њихове грешке погодака, дакле, ефикасност, дате су у **прилогу Б**. Најважнији од наведених параметара за конкретну муницију разматраних ваздухоплова, дати су у табелама Т.1.7 и Т.1.8. (**прилог А**.)

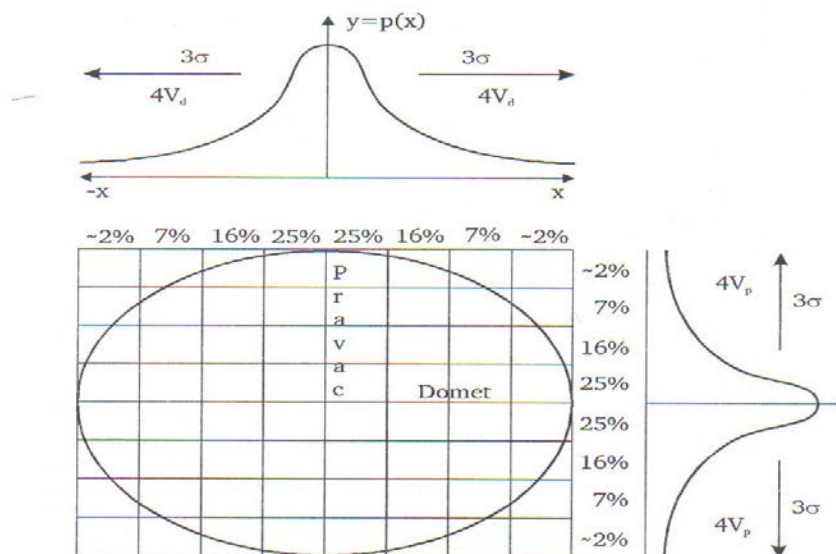
## ПОГЛАВЉЕ 4.

### ИЗБОР ПАРАМЕТАРА ПОВРШИНСКИХ ЦИЉЕВА ВАЗДУХОПЛОВНО РАКЕТНЕ ВАТРЕ И ЊИХОВО ЕКСПЕРИМЕНТАЛНО ОДРЕЂИВАЊЕ

#### 4.1. ВЕРОВАТНОСНИ КОНЦЕПТ ИЗБОРА ДИМЕНЗИЈА ПОВРШИНСКИХ ЦИЉЕВВА ЗА ДЕЈСТВА НЕВОЂЕНИМ РАКЕТНИМ ПРОЈЕКТИЛИМА

Приликом дејства на површинске циљеве, са више пројектила, чије је укупно растурање пуно веће од радијуса уништења бојеве главе (БГ), за одређивање величине циља, употребљава се логика расподеле вероватноће на укупној слици погодака [54].

Слика погодака је геометријски облик, на гађаној површини, у коју су се сместиле све падне тачке пројектила. [43,54].

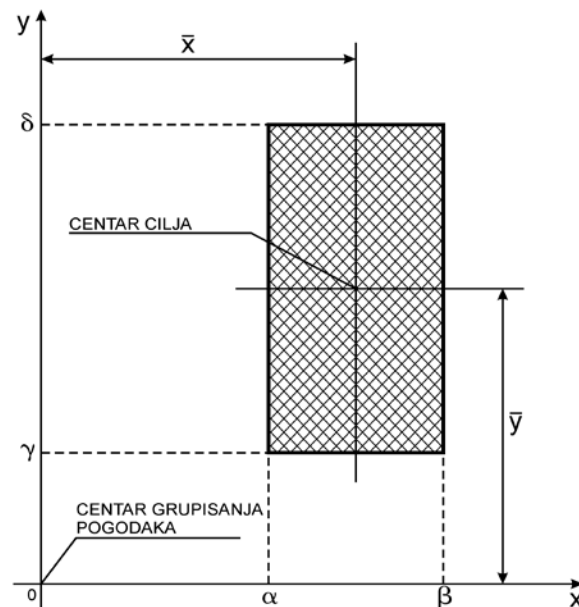


Слика 4.1. Дијаграм средњег квадратног одступања погодака [43].



Без обзира, како се падне тачке распоређују, њихова расподела подлеже вероватноћи по нормалном или Гаусовом закону.[43,54]. ,по сваком од праваца (слика 4.1.), ако су пројектили испаљени под истим условима гађања. Логика слике погодака каже, да се оба закона расподеле падних тачака, како Гаусов тако и Нормалан, могу користити, као компатибилни, односно скоро исти али су описани другачијим параметрима [55]. Слика погодака је зависна од тих параметара и заокружује се обликом елипсе или граничног круга (слика 4.1.). Осе елипсе стварне слике погодака по Гаусовом и Нормалном закону широке су шест стандардних девијација ( $\sigma$ ) или осам вероватних скретања ( $V$ ), али другачијих за сваку осу. У граничном случају, када је вероватно скретање по правцу једнако вероватном скретању по даљини [43,54,56], слика погодака је круг.

Расподела се односи на падне тачке. Око сваке падне тачке се формира радијус уништења бојеве главе (БГ). Више падних тачака дају слику растурања и слику одступања од нишанске тачке формирајући слику погодака.

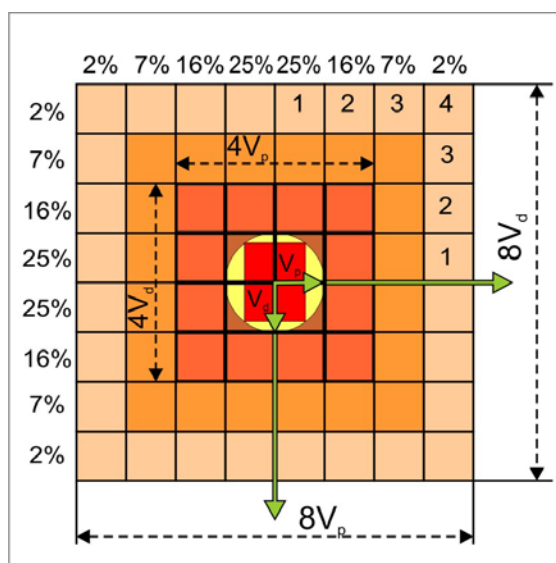


**Слика 4.2.** *Површински циљ правоуглог облика покривен 100 %*

Ради упрошћења, војска често користи ширине ових расподела као одабране вредности за одређивање димензија и избор рентабилног циља у току гађања [55,56].

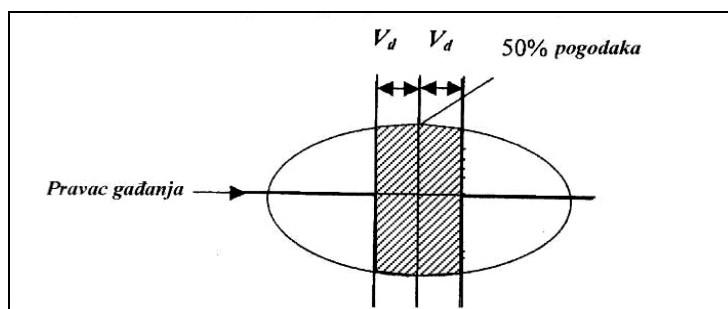
Усвојена војна пракса, да се врши апроксимација круга квадратом и елипсе правоугаоником [54]., оправдава се различитошћу облика и димензија циљева који се гађају, како би се исти преклопили са сликом погодака. То није математички тачно већ само приближно прихватљиво у пракси (слика 4.2.).

Око елипсе, чије су полуосе  $4V_p$  и  $4V_d$ , може се описати правоугаоник чије су странице  $8 V_p \times 8 V_d$ . [54]. Када би се бирао циљ који одговара облику правоугаоника или квадрата таквих димензија, у њега би упало скоро 100% пројектила тј. око 99,7 и по Гаусовом закону и по Нормалном закону, по коме се распоређују падне тачке [54,57],(слика 4.3.)



Слика 4.3. Погодака циља димензија:  $8V_p \times 8V_d$ ,  $4V_p \times 4V_d$ ,  $1V_p \times 1V_d$

Гаусов закон показује да се лево и десно од центра за по  $1V$  (Вероватно скретање) налази 50% свих скретања по правцу, а исто важи и за другу осу по домету (слика 4.4.) ако се разматра вероватноћа гађања пројектилима на површински циљ.



Слика 4.4. Област растурања 50% погодака

У сваком следећем вероватном скретању  $2V$ , налази се још по 16% падних тачака пројектила. што значи да у слику површине  $4V_p \times 4V_d$  по Гаусу упада  $2/3$  свих пројектила (слика 4.3.).

Дакле, о пројектилу, оружју и платформи на којој је надграђено, прво треба знати колико му је  $V_p$  и  $V_d$  као и поправка таквог  $V_p$  и  $V_d$  за околне услове гађања, па тек онда колики циљ је рентабилно гађати. Значи прва перформанса оружја и муниције је скретање по правцу и по домету или њихов еквивалент стандардне девијације [43,57]. Гаусов закон који је дводимензионални за површинске циљеве преводи се у такозвани кружни закон чије вероватно скретање представља радијус неког круга. Тај се закон зове Релејев закон. Његова основа је да су вероватна скретања тј. стандардне девијације у свим правцима иста [43,55]. Таква мера зове се СЕР или KVS (кружно вероватно скретање) а у артиљерији KVO (кружно вероватно одступање) [43,47,48]. СЕР, као функција вероватног скретања по даљини  $V_d$  и вероватног скретања по правцу  $V_p$  је дат изразом [43,48]:

$$SER = 0.615 \cdot \left( \frac{V_d}{0.6745} \right) + 0.562 \cdot \left( \frac{V_p}{0.6745} \right), \quad (4.1.)$$

Преко површина које је обухватио СЕР, преклапа се број пројектила чији радијуси бојевих глава треба да прекрију површину  $S_c = 4V_p \times 4V_d$ . Анализа показује да се може приступити разматрању ефикасности глава на циљу ако се радијуси уништења глава пореде са СЕР-ом.

Модел дозвољава да се изабере и други СЕР а не СЕР за 50% пројектила, већ за било који проценат до 99%. Међутим ово захтева специјалне прорачуне СЕР као функције жељене вероватноће  $P_{zeljeno}$ , али опет у функцији стандардне девијације ( $\sigma$ ). и вероватног скретања ( $V$ ) по Гаусу, и то само за средње вредности ове величине [54,55,57].

Обично се усваја да се сва разорна дејства рангирају према радијусу БГ у концепту са сликом растурања и то као однос који уствари даје укупну вероватноћу

уништења или поготка [43,57,58]. У претходном разматрању описано је растурање погодака тј. падних тачака пројектила на циљу. Уништење циља комбиновани је закон вероватноће поготка циља и вероватноће уништења. Ова два закона интегришу се у јединствени војни критеријум ефикасности ватре. Утицај домета пројектила исказан је такође кроз променљиве величине  $V_p$ ,  $V_d$  или СЕР. Због тога треба изабрати референтне домете који могу да представљају моћ оружја а то је обично 2/3 од максималног [57,59]. У војној пракси често се користи нормирани број пројектила за гарантовану вероватноћу  $P_{ун}$ , обично 50%. на домету за који је дат  $V_p$  и  $V_d$  [55,58]. Пошто је у сваки квадрат  $V_p \times V_d$  (сл.4.3.), којих укупно има 64, распоређен одређени број пројектила са неком вероватноћом, а пошто се такође зна колики је радијус уништења сваке бојеве главе, то је позната и укупна вероватноћа уништења слике циља [54,56]. Ако је циљ величине  $4V_p \times 4V_d$  [54], онда је на њему 16 елементарних квадрата вероватног скретања свих погодака па се у складу са тим одређују и норме потрошње муниције на овако одабран циљ. Други приступ полази од претпоставке да циљ који се налази на удаљењу од падне тачке бива захваћен неком од линија којој одговара нека вероватноћа уништења [57]. Дакле, приближан погодак поред циља и координатни закон, који даје линије вероватноће, представљају модел оцене уништења циља који ће се наћи негде у зони дејства. Обично се такве линије појављују као места густине парчади у простору које прекрију жељену зону [49,51]. Дејство у вертикалној равни осликава се у хоризонталној као пројекција контуре у којој је онолико убојних парчади колика је и вероватноћа уништења на тој контури [51]. То важи како за парчадно тако и за фугасно дејство [50,57].

Предмет овог рада није анализа ефикасности појединачног дејства БГ на циљу, већ прекривање једног дела циља, одговарајућим нормираним радијусом дејства. То значи да ће се свака површина прекривена нормираним радијусом уништења сматрати уништеном а непрекривена неуништеном. Ово је приступ који је оправдано користити при нормирању ефикасности борбених платформи са одговарајућим наоружањем али не и самог квалитета муниције(ракета) за које би било оправдано

анализирати степен уништења распоређен вероватноћом по координатном закону дејства бојеве главе мерено од падне тачке [57].

На основу претходних анализа, параметара и критеријума ефикасности дејства ваздухопловне платформе за подршку, произилази закључак да целокупни поступак израчунавања ефекта дејства наоружања одређене ваздухопловне платформе за подршку можемо бити разматран кроз два општа методолошка поступка.

**Први поступак** био би тежишно усмерен на одређивање ( $E_d$ ) одређене ваздухопловне платформе у специфицираним условима деловања наоружања, на основу претходно специфициране значајности изабраних варијабли и параметара [57,59,60].

**Други поступак** тежишно би био усмерен на поређење и рангирање ефикасности дејства различитих типова наоружања ваздухопловних платформи за подршку и представља наставак првог поступка. Усваја се следећи став:

**Став 17.**

**Прекривеност бојевим дејством пропорционална је површини радијуса уништења, и то је мера дејства на површинске циљеве као груба норма ефикасности.**

На тај начин се могу добити релативно поуздани показатељи ефикасности наоружања ради оптималне модернизације или борбене употребе ваздухоплова [60]. Користећи овакву генералну логику могуће је кроз ова два поступка поредити и различите ваздухопловне платформе наоружане истим или сличним наоружањем.

У овом раду кроз пример вишецевних баача ракете у нормираном дејству на површинске циљеве биће примењен први поступак али након нормирања једнородног типа муниције, а након тога кроз методе другог поступка поредит ће се две одабране ваздухопловне платформе са нормираним наоружањем и упоредити са истородним артиљеријским платформама.

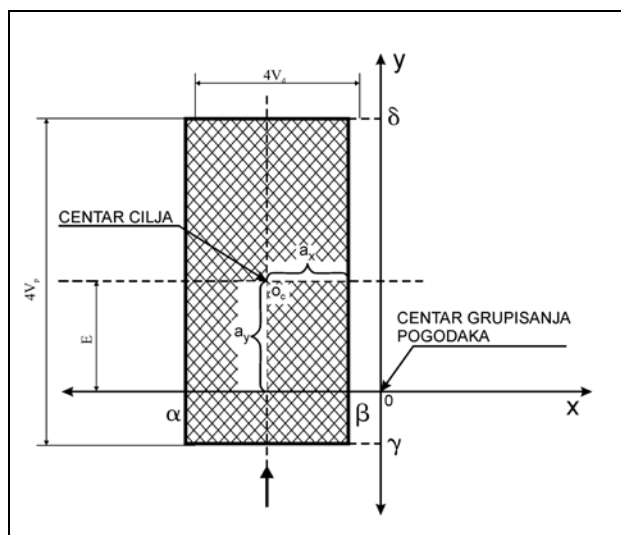
## 4.2. ПАРАМЕТРИ ПОВРШИНСКИХ ЦИЉЕВА ЗА РАФАЛНО РАКЕТИРАЊЕ СА ВАЗДУХОПЛОВНИХ БОРБЕНИХ ПЛАТФОРМИ

Средњи погодак представља центар растурања (груписања) погодака и одређује положај слике погодака у одређеним условима гађања. Задатак сваког гађања своди се на довођење средњег поготка у центар координатног система постављеног у нишанску тачку, или што ближе нишанској тачки на растојање  $E$ . Одступање центра груписања поготка од нишанске тачке, представља меру **тачности гађања ( $E$ )** [56,59], и зависи од ваздухопловне платформе, типа наоружања, услова под којима се врши гађање и коришћене опреме. Одступање погодака од центра груписања или “Растурање око средњег поготка“ је случајне природе и то је стохастичка величина која карактерише **прецизност ракете ( $V$ )** [56,59]. Овако усвојен концепт може се третирати нормалним и Гаусовим законом расподеле при гађању са ваздухопловне борбене платформе са вишецевним бацачима ракете. Вероватно растурање по даљини и по правцу и систематска грешка ( $E$ ) [54,56], основне су карактеристике растурања вођених и невођених ракета и бомби при гађању, ракетирању и бомбардовању. Као што је познато [47], нормални закон расподеле зависи од два параметра, математичког очекивања ( $M$ ) и средњег квадратног одступања нормалне расподеле ( $\sigma$ ), што је у претходном ставу о гађању наведено као систематска грешка ( $E$ ) и вероватно скретање ради коришћења Гаусовог модела.

Укупно скретање по даљини  $V_d$  (домету) и укупно вероватно скретање по правцу  $V_p$  су дати изразима [54,56]:

$$\begin{aligned} V_d &= \sqrt{V_{d,\text{disp}}^2 + E_d^2}, & \text{вероватно растурање по даљини.} \\ V_p &= \sqrt{V_{p,\text{disp}}^2 + E_p^2}, & \text{вероватно растурање по правцу.} \end{aligned} \quad (4.2.)$$

Ако је површински циљ величине дате на слици (слика 4.5.)



Слика 4.5. Графички приказ одређивања граница површинског циља правоуглог облика

Модел гађања површинског циља, у складу са наведеним, са ваздухопловне платформе ГАЛЕБ Г-4, приказан је на слици (4.6.). Проблеми прецизности систематских грешака су питања коначних грешака растурања при гађању, и у току упоредне анализе са артиљеријом неће бити предмет овог рада што је посебно образложено у следећем поглављу. Што се тиче вероватноће погодака, у овом раду, може се усвојити следеће: објекат дејства је кружног облика, нема систематске грешке, тада се вероватноћа погађања у круг радијуса ( $r_o$ ) израчунава по изразу [42]:

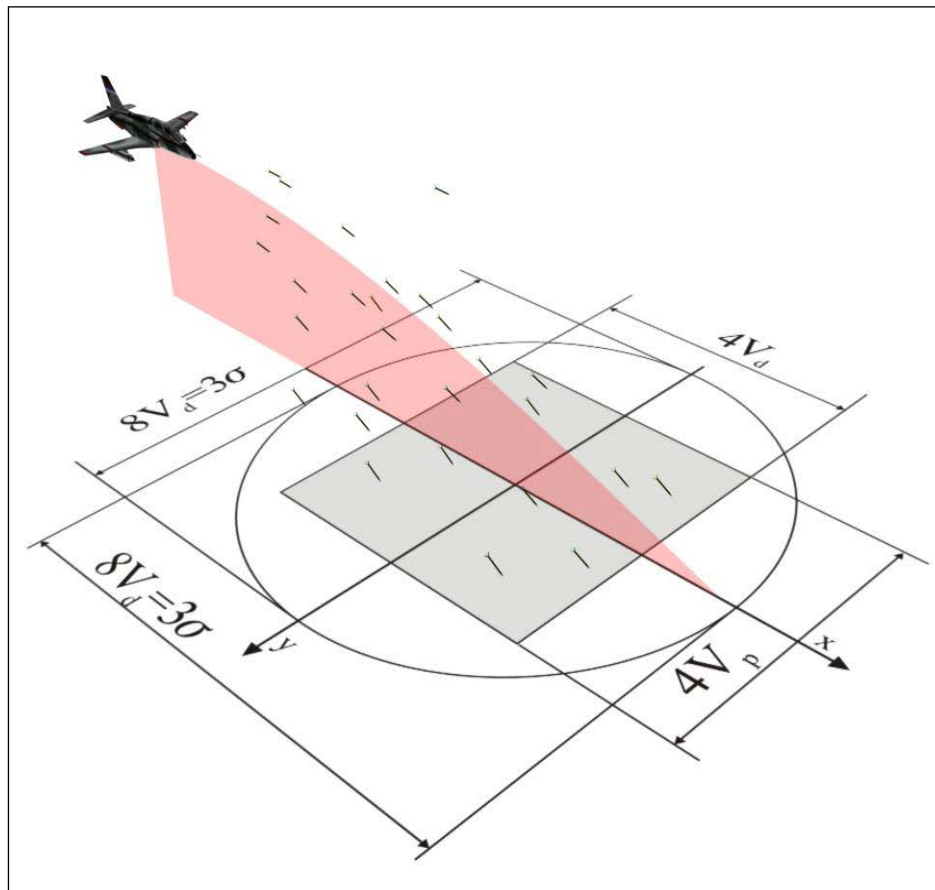
$$P_{pog} = 1 - e^{-(\rho R)^2}; \quad (4.3.)$$

где је:  $\rho = 0,477$ ; коефицијент свођења средњег квадратног растурања на радијални правац и круг Релејеве расподеле.

$$R - \text{радијус објекта изражен у функцији } CEP \left( R = \frac{r_{ob}}{CEP} \right). \quad (4.4.)$$

Вероватноћу погађања малих циљева (не прелази 0,5 до 1 вероватног скретања  $V_p$  и  $V_d$ ) подлежу Пуасоновом закону [47] вероватноће расподеле и израчунавају се по изразу:

$$P_{pog} = \frac{\rho^2 \cdot S_{od}}{\pi \cdot V_p \cdot V_d} \cdot e^{-\left( \frac{a_x^2}{V_p} + \frac{a_y^2}{V_d} \right)}; \quad (4.5)$$



**Слика 4.6** *Модел грешака гађања при ракетирању из бришућег лета ваздухопловом ГАЛЕБ Г-4*

За гађања када нема систематских грешака ( $a_x = a_y = 0$ ) користи се израз:

$$P_{\text{rog}} = \frac{\rho^2 \cdot S_{od} [m^2]}{\pi \cdot V_p \cdot V_d}; \quad (4.6.)$$

На основу усвојених и изнесених концепата једноставном анализом биће проверавана укупна ефикасност наоружаних борбених платформи уз предходну имплементацију експерименталних резултата гађања који у потпуности подлежу нормираним облицима површинских циљева и усвојеним хипотезама о начину њиховог захвата рафалном ватром са појединачних платформи.



**Став 18.**

У овом раду неће бити разматране табличне вероватноће погодака одабраних циљева по функцијама нормалног закона расподеле пошто ваздухопловна дејства подлежу различитим условима утицаја лета који се морају узети у обзир при нормирању облика и димензија циљева. Реално погођени експериментални циљеви биће нормирани Гаусовим вредностима вероватних скретања а не поступком кружне вероватне грешке дејства на површинске циљеве.

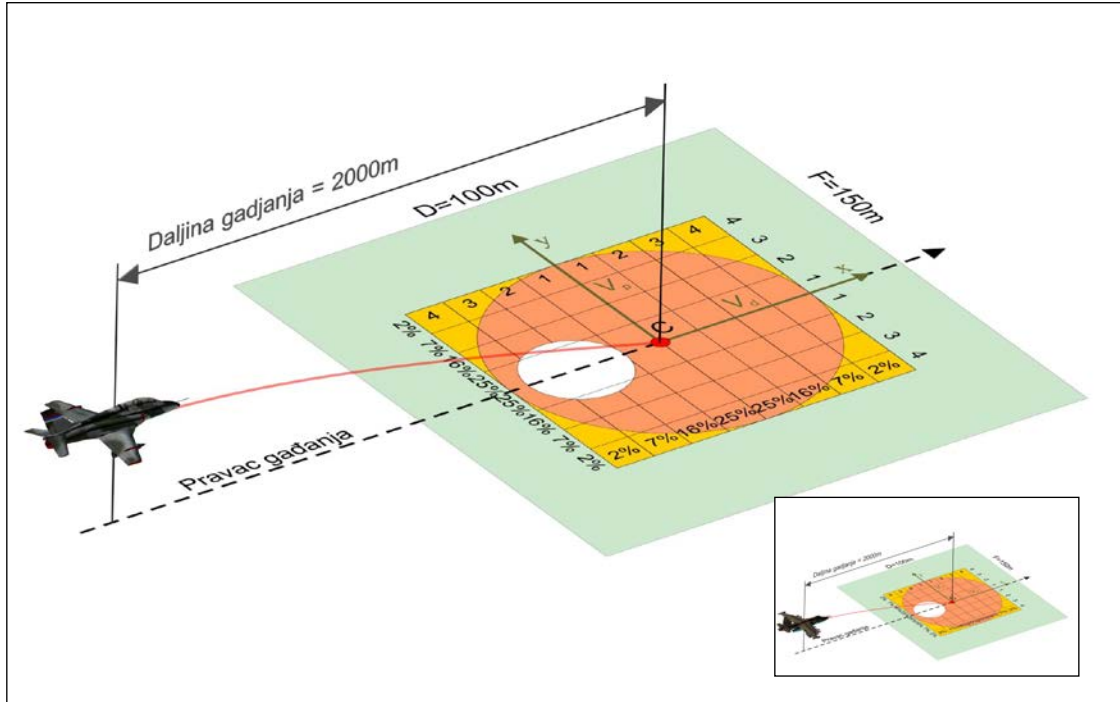
#### **4.3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛНА ПРОВЕРА РАФАЛНОГ ГАЂАЊА НЕВОЂЕНИМ РАКЕТАМА СА ВАЗДУХОПЛОВНЕ ПЛАТФОРМЕ ГАЛЕБА Г-4.**

Ради експерименталне потврде стварне ефикасности наоружане платформе коришћено је гађање ваздухопловом ГАЛЕБ Г-4 [61] под следећим условима:

1. Експериментални налет је вршен на зону површинског циља величине 150 x 100 m, (15000m<sup>2</sup>), (слика. 4.7.) Хипотетички је приказан и налет платформе СУХОЈ СУ-25Т(слика. 4.7.), са аналогном ракетном муницијом исте категорије и под истим условима гађања, чији експериментални резултати нису познати али се могу корелирати и усвојити као приближно једнаки са гађањем изведеним ваздухопловом Галеб Г-4. На основу тога усвојен је став:

**Став 19.**

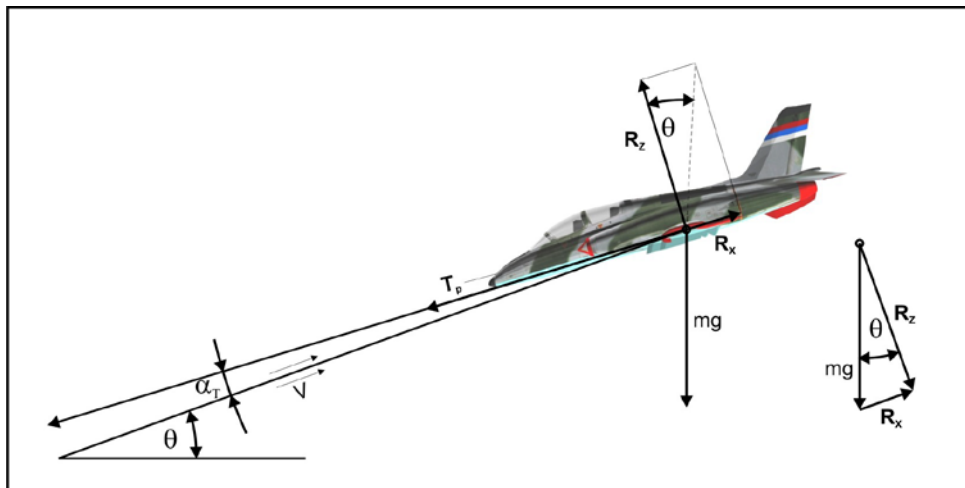
Гађање ваздухопловом СУХОЈ СУ-25Т, биће посматрано као аналогно експерименталном гађању ваздухопловом Галеб Г-4. Различити утицаји, који се појављују због различитих платформи, биће прерачунати и сведени преко перформанси летелица на јединствени облик нормираног лета исти за обе платформе.



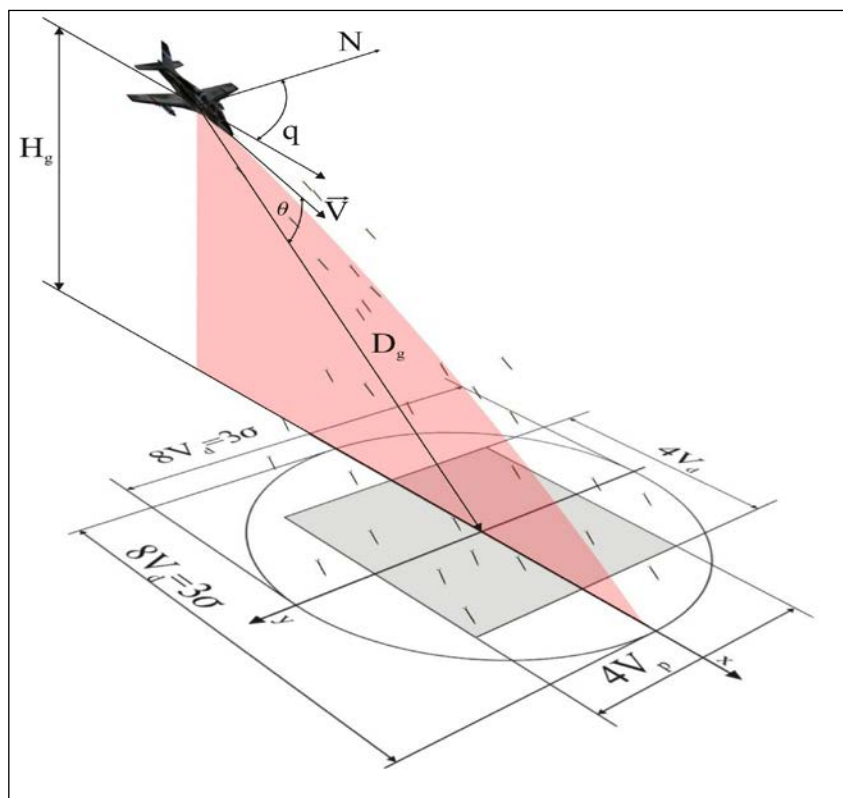
**Слика 4.7.** Налет ваздухопловом ГАЛЕБ Г-4 при хоризонталном ракетирању површинског циља

2. Величина зоне површинског циља очекивана је као довољна за сигуран упад свих пројектила у њене оквире. Дакле, требала је да обухвати слику погодака целог рафала. То значи да је зона већа од претпостављеног правоугоника величине  $8V_p \times 8V_d$ . (слика.4.7.).
3. Гађање је вршено са по два налета из три курса под различитим угловима обрушавања (слика. 4.8., слика.4.9.)и табеле Т.4.1. и Т.4.2. што неће утицати на даље усвојени став 14. о приближно фиксном углу обрушавања од  $\theta = - 22,5^\circ$ , пошто су одступања у току експеримента била мања од  $3^\circ$ .
4. Метео билтен је постојао и био је укључен у резултате гађања. (Т.4.1.)
5. Гађање је вршено рафалима од по осам ракета типа БР-ВЗ 128 КУМ. М80
6. Уведена је претпоставка да тип бојеве главе није утицао на грешке гађања.
7. Ефикасност бојевих глава није мерена на циљу.

8. Коресподентна ракета са истим очекиваним грешкама као и ракета БР-ВЗ 128 КУМ. М80, претпостављена је и на ваздухоплову СУХОЈ СУ - 25Т у форми наоружања S-13 калибра 122 mm.

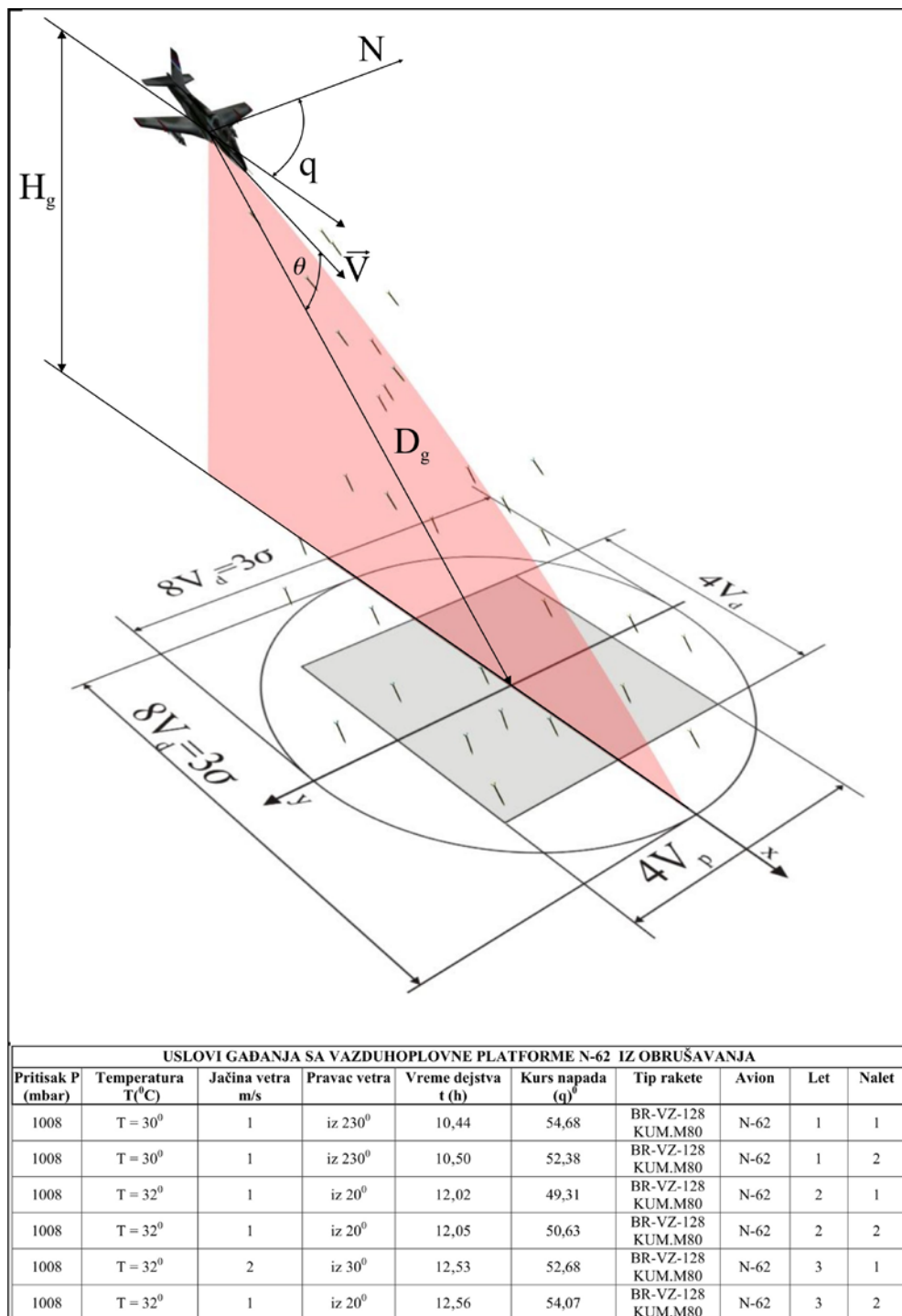


Слика 4.8. Ракетирање невођеним ракетама ваздухопловом Г-4 при обрушавању



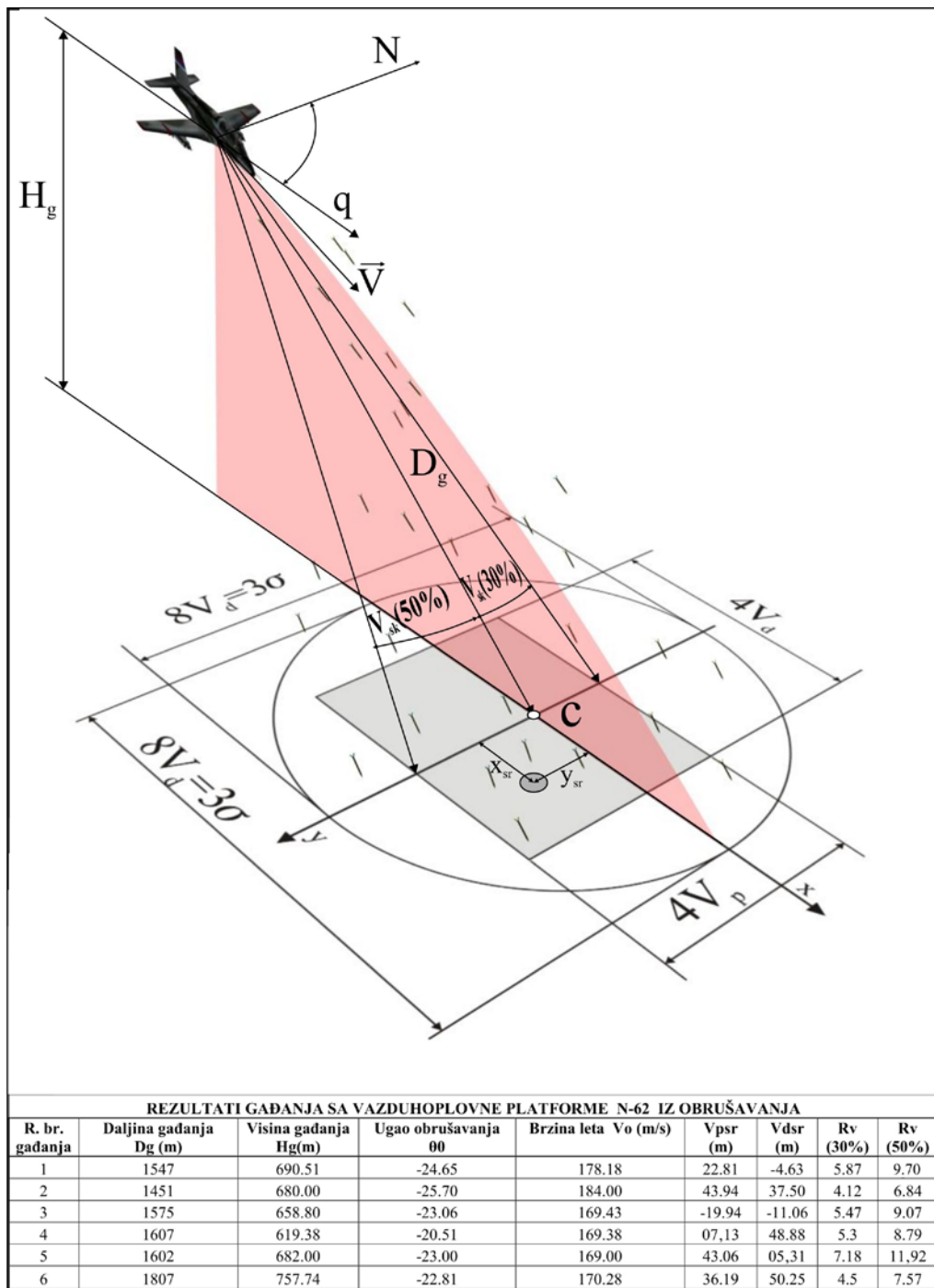
Слика 4.9. Ракетирање невођеним ракетама ваздухопловом ГАЛЕБ Г-4 из обрушавања на површински циљ величине  $8V_p \times 8V_d$

Табела 4.1. Услови гађања са ваздухопловне платформе N-62 из обрушавања [61]



Слика 4.10. Услови гађања са ваздухопловне платформе N-62 из обрушавања [61]

Табела 4.2. Резултати гађања са ваздухопловне платформе N-62 из обрушавања[61]



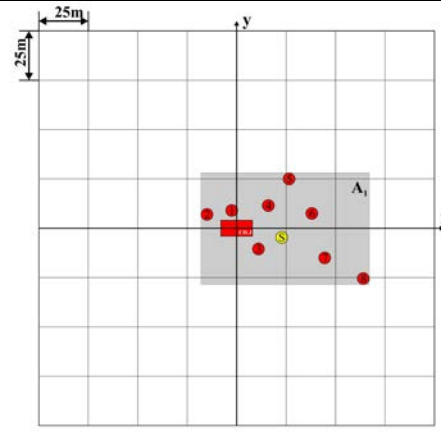
Слика 4.11. Резултати гађања са ваздухопловне платформе N-62 из брушавања [61]

### 4.3.1. Одређивање расипања на бази координата падних тачака пројектила и математичког очекивања и средњег поготка

Добијени резултати, експерименталних параметара су приказани на слици 4.8. и слици 4.9., а дати у пратећим табелама Т.4.1. и Т.4.2. [61]. За сваки од 6 налета са 3 различита услова лета, резултати су интегрисани и приказани сликама падних тачака, њихових координата и средњих погодака, и дати у табелама (Т.4.3. – Т.4.8). Дакле, свако полетање ваздухоплова имало је по два налета и испалило свих 16 ракета са којима је ваздухоплов ГАЛЕБ Г-4 располагао.(прилог А, табела Т.1.8) [61].

**Табела 4.3.** Координате за лет бр.1. и налет бр.1. [61]

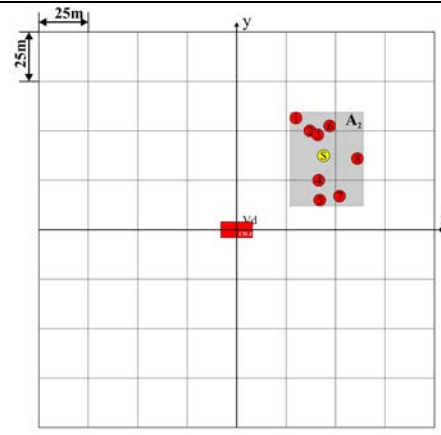
R.br.	X	Y	$X_{sr}$	$Y_{sr}$
1	-2,50	9,00	22,81	-4,63
2	-15,00	7,00		
3	11,00	-10,50		
4	16,00	11,50		
5	26,50	-25,00		
6	38,00	7,50		
7	44,50	-15,00		
8	64,00	-25,50		



**Слика 4.12.** Погодака за лет бр.1. и налет бр.1.

**Табела 4.4.** Координате за лет бр.1. и налет бр.2. [61]

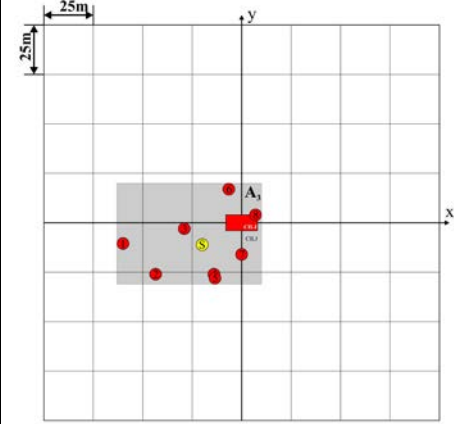
R.br.	X	Y	$X_{sr}$	$Y_{sr}$
1	30,00	56,50	43'94	37'50
2	37'00	50'00		
3	41'00	48'00		
4	41'50	25'00		
5	42'00	15'00		
6	47'00	52'50		
7	52'00	17'00		
8	61'00	36'00		



**Слика 4.13.** Погодака за лет бр.1. и налет бр.2.

**Табела 4.5.** Координате за лет бр.2. и налет бр.1. [61]

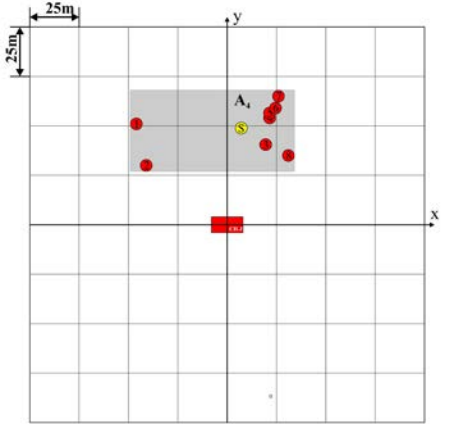
R.br.	X	Y	$X_{sr.}$	$Y_{sr.}$
1	-60,00	-10,50	-19,94	-11,06
2	-43,50	-26,00		
3	-29,00	-3,00		
4	-14,00	-26,00		
5	-13,50	-28,00		
6	-6,50	17'00		
7	00'00	-16,00		
8	07'00	04'00		



**Слика 4.14.** Погодака за лет бр.2. и налет бр.1.

**Табела 4.6.** Координате за лет бр.2. и налет бр.2. [61]

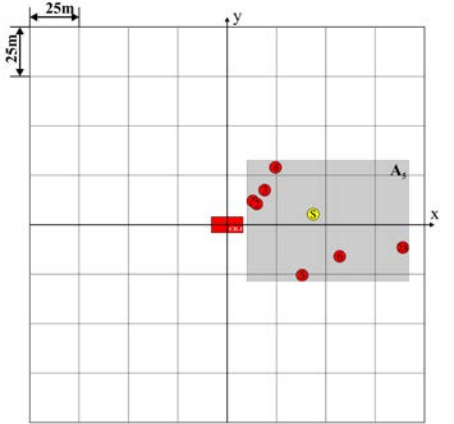
R.br.	X	Y	$X_{sr.}$	$Y_{sr.}$
1	-46,00	51'00	07'13	48'88
2	-41,00	30'00		
3	19'50	40'50		
4	21'50	54'00		
5	21'50	56'50		
6	24'50	59'00		
7	26'00	65'00		
8	31'00	35'00		



**Слика 4.15.** Погодака за лет бр.2. и налет бр.2.

**Табела 4.7.** Координате за лет бр.3. и налет бр.1. [61]

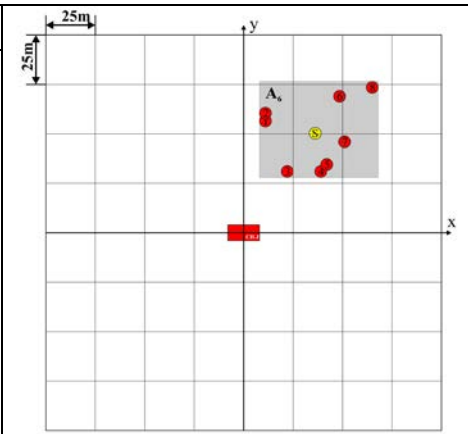
R.br.	X	Y	$X_{sr.}$	$Y_{sr.}$
1	13'00	12'00	43'06	05'31
2	15'00	10'50		
3	19'00	17'50		
4	24'50	29'00		
5	38'00	-25,50		
6	57'00	-16,00		
7	89'00	-11,50		
8	89'00	-11,50		



**Слика 4.16.** Погодака за лет бр.3. и налет бр.1.

**Табела 4.8.** Координате за лет бр.3. и налет бр.2. [61]

R.br.	X	Y	$X_{sr}$	$Y_{sr}$
1	11'00	56'50	36'19	50'25
2	11'00	60'50		
3	22'00	31'00		
4	39'00	31'00		
5	42'00	34'50		
6	48'50	69'00		
7	51'00	46'00		
8	65'00	73'50		



**Слика 4.17.** Погодака за лет бр.3. и налет бр.2.

#### **4.4. НОРМИРАЊЕ КРИТЕРИЈУМА ЗА УСЛОВЕ ВАЗДУХОПЛОВНОГ НАЛЕТА И ОДГОВАРАЈУЋЕГ РАФАЛА НЕВОЂЕНИМ РАКЕТАМА РАДИ ЈЕДИНСТВЕНЕ ОЦЕНЕ ЕФИКАСНОСТИ ВАТРЕ**

Ради формирања јединствених критеријума за оцену ефикасности на бази експерименталних резултата и упоредних карактеристика [57,58], у овом раду, прво ће се усвојити став о томе колики и какав рафал одговара најтежем начину ваздухопловног ракетирања, тј.гађању из обрушавања. Дакле, поставља се питање, колико би трајао рафал усклађан са трајањем лета при обрушавању и хоризонталном лету, а у складу са тим и колико ваздухоплов испали невођених ракетних пројектила у таквим одабраним дејствима (поглавље 2.).

Експерименти, који су обрађени у 4.3. овог поглавља, показали су тачне услове при којима се испаљује рафал од 8 ракета категорије 128/122 mm у обрушавању. У те услове урачунати су и командовање припреме ваздухоплова као и нишањење [58,59], укључујући и претходно подешавање борбене платформе на жењени угао обрушавања. Ватрене карактеристике самог рафала, не подразумевају ове делове борбеног времена, па ће у даљем раду на бази експерименталних резултата бити посебно издвојене као чисте техничке карактеристике рафалне ватре.



Да би се решио овај задатак чији параметри нормирања битно зависе од експерименталних података и карактеристика лета сваке од летелица усвајају се следеће хипотезе:

- да у току јуриша обрушавањем или у хоризонталном лету, губитак масе одговара само маси потрошених ракета,
- летелице ГАЛЕБ Г-4 и СУХОЈ СУ-25Т по нормираним критеријумима властитим коефицијентима узгона  $C_z$  балансирају губитак масе,
- ракетирање се изводи невођеним ракетама и не узима се у обзир комбиновано наоружање ваздухоплова.

Предложеним поступком нормирања утврђује се приближна инваријанта аеродинамичког квалитета поређених летелица [60], по критеријуму приближног остварења једнаке поларе у току нормираног рафала. Та вредност је, у овом раду, усвојена са грешком мањом од 10 % [17,18,60], и представља услов за проверу и упоредну анализу ваздухоплова, и биће проглашена инваријантом оцене квалитета у току ракетирања (за ГАЛЕБ Г-4 износи 11,73 а за СУХОЈ СУ-25Т износи 13,21). То значи да је аеродинамички квалитет нормиран на полару, чија је усвојена средња вредност приближно 12 приликом поређења различитих ваздухоплова, како исти не би утицао на његову ефикасност у фази употребе наоружања. На тај начин се лакше третира само ватрена моћ као главни предмет проучавања и изолује питање механике лета, која се нормира, како би имала минимални утицај на грешку гађања. Ако се средња брзина  $V_{sp}$ , при обрушавању усвоји као почетна брзина при јуришу, и мења у складу са потрошеном нормираном муницијом, прорачуни показују да је утицај промене масе у најгорем случају, на промену брзине на крају испаливања нормираног рафала не већи од 5 %.

Интегрисано нормирање услова лета при одабраним рафалним дејствима захтева избор следећих ставова:

**Став 20.**

Нормирани рафал у нападу из обрушавања, испаљује  $N = 8$  (осам) калибрираних ракета са нормиране висине  $H = 300$  m, летећи до минималне нормиране висине  $H_{\min} = 100$  m, средњом нормираном брзином  $V_{obr.} = 133$  m/s, за нормирано време лета које одговара трајању различитих рафала и то:  $t_{g - BR-57} = 3.6$  s,  $t_{g - BR - 128} = 4.40$  s,  $t_{g - S-8} = 3,6$  s, зависно од типа муниције коју испаљује (табела Т.4.10.), прелазећи растојање  $L_g = V_{sr} \cdot t_g$ , под одговарајућим углом од  $\theta = - 22,5^{\circ}$ , нишанећи у једну тачку на површински циљ.

Аналогно претходној логици прорачун средње брзине налета у хоризонталном лету (јуриша) одговара брзинама за које је прекривена дужина циља иста, а промена висине услед губитка масе мања од 20 m. Ови прорачуни дају следећи став:

**Став 21.**

Нормирани рафал у нападу из хоризонталног лета, испаљује  $N = 8$  (осам) калибрираних ракета са нормиране висине  $H = 500$  m, летећи средњом нормираном брзином  $V_{hor.} = 141$  m/s, за нормирано време лета које одговара трајању различитих рафала и то:  $t_{g - BR-57} = 3.6$  s,  $t_{g - BR - 128} = 4.40$  s,  $t_{g - S-8} = 3,6$  s, (табела Т.4.11.) прелазећи растојања којима прекрива циљ дужине  $L_g = V_{sr} \cdot t_g$ , на одговарајућем максималном домету за сваки тип ракете (табела Т.4.9.)

Дакле, оправдано је нормирати летне и аеродинамичке услове са еквивалентним условима за нормиране рафале са такође еквивалентним муницијским пакетом од осам ракета ( $N = 8$ ). Ватрена моћ (ватрена могућност), сваког од ових рафала, биће пропорционална суми испалених ракета преко радијуса уништења једне ракете и нормираног броја од  $N = 8$  ракета. То значи, да ће овако нормирани јуриш једног ваздухоплова са једним типом ракета, имати једну еквивалентну нормирану ватрену моћ. Ефикасност једне такве ватрене моћи сведена је на зависност од типа ракете, односно њене ефикасности приликом деловања на

површински циљ при нормираним еквивалентним условима борбеног деловања било ког ваздухоплова.

Са овако усвојеним образложењима, оцена ваздухоплова може се третирати еквивалентним борбеним могућностима које су сума укупних нормираних еквивалентних ватрених могућности (броја налета и удара) једним нормираним рафалом али различитим за сваки тип ракете. Ово важи без обзира да ли се делује на један или на више површинских циљева. Ваздухоплов има еквивалентне борбене могућности да испали "n" нормираних рафала са различитим типовима ракете, при чему ће, у овом раду, бити усвојен један од три типа борбених могућности једног нормираног рафала ватреног удара и то следећих:

- а) Тип нормираног рафала за оруђе BR-57mm као еквивалентан рафалу оруђа S-5 за ваздухоплове ГАЛЕБ Г-4 и СУХОЈ СУ-25Т,
- б) Тип нормираног рафала за оруђе BR-128 mm као еквивалентан рафалу оруђа S-13 за ваздухоплове ГАЛЕБ Г-4 и СУХОЈ СУ-25Т
- в) Тип нормираног рафала за оруђе S-8 за ваздухоплов СУХОЈ СУ-25Т

Усваја се:

**Став 22.**

**За оцелу ваздухопловног дејства, невођеним ракетама упоредиву са артиљеријском ракетном ватром, меродаван је тип (б), нормираног рафала од N = 8 ракета BR -128. Овај рафал је еквивалентан истом рафалу оруђа S-13 калибра 122 mm ваздухоплова СУХОЈ СУ-25, ако се уједначе и нормирају средње ефикасностне карактеристике појединачних ракета у рафалу. Тада нормирани рафал представља један ватрени удар исти за оба ваздухоплова.**

Уништена површина циља за све расположиве типове муниције на ваздухоплову по нормираним рафалима дате су у табели Т.4.9. а на основу података из табела Т.1.7. и Т.1.8. (прилог А.)

**Табела 4.9.** Уништена површина циља једним нормираним рафалом са и без преклапања погодака

Врста ракете	Број нормираних ракета	Радијус уништења једне ракете (m)	Уништена површина циља једним нормираним рафалом без преклапања (m <sup>2</sup> )	Уништена површина циља једним нормираним рафалом са преклапањем до 30% (m <sup>2</sup> )	Максимални домет ракете (m)
BR-57mm	8	3,359	26,872	18,8104	2200
BR-128mm	8	9,842	78,736	55,1152	4000
S-5	8	3,517	28,136	19,6952	2200
S-8	8	6,231	49,848	34,8936	3500
S-13	8	10,236	81,888	57,3216	4000

На основу претходног излагања јасно је да је ваздухоплов ГАЛЕБ Г-4 обезбеђен следећим еквивалентним борбеним могућностима:

- а) оруђем типа BR-57mm (FFAR-57mm), обезбеђен је са осам (8) ватрених удара,
- б) оруђем типа BR-128 mm (FFAR-128mm), обезбеђен је са два (2) ватрена удара,

Ваздухоплов СУХОЈ СУ-25Т обезбеђен је са следећим еквивалентним борбеним могућностима:

- а) оруђем типа S-5 , обезбеђен је са тридест два (32) ватрена удара,
- б) оруђем типа S-8 , обезбеђен је са двадесет (20) ватрених удара,
- в) оруђем типа S-13 , обезбеђен је са пет (5) ватрених удара.

На основу нормираних максималних борбених могућности лакше се могу поредити борбене ваздухопловне перформансе као и даља анализа општих ваздухопловних ефеката подршке артиљеријским ракетним јединицама (АРЈ) копнене војске.

Напомиње се, да је уместо уобичајене дефиниције укупних ватрених могућности, које представљају прост збир еквивалента ватрене моћи муниције, у овом раду, употребљен посебан приступ проблему третирањем борбене могућности као нормиране претходно усвојене летне карактеристике при нападу на циљеве посебно из обрушавања (слика 4.18. и табела Т.4.10.), а посебно из хоризонталног

лета (слика.4.19. и табела Т.4.11.). Дакле, у наведеним табелама приказане су збирне вредности параметара за нормирање једног ватреног удара наоружаног ваздухоплова при обрушавању и хоризонталном лету.

Користећи вредност за средњу брзину летелице при ракетирању из [60] обрушавања од  $V_{obr.} = 133 \text{ m/s}$ , израчунава се средња брзина ракетирања са ваздухоплова из хоризонталног лета. на основу аналогног израза прерачунаог из обрушавања уз корекције разлика ова два типа лета (поглавље 2 у подпоглављу 2.2.) у облику:

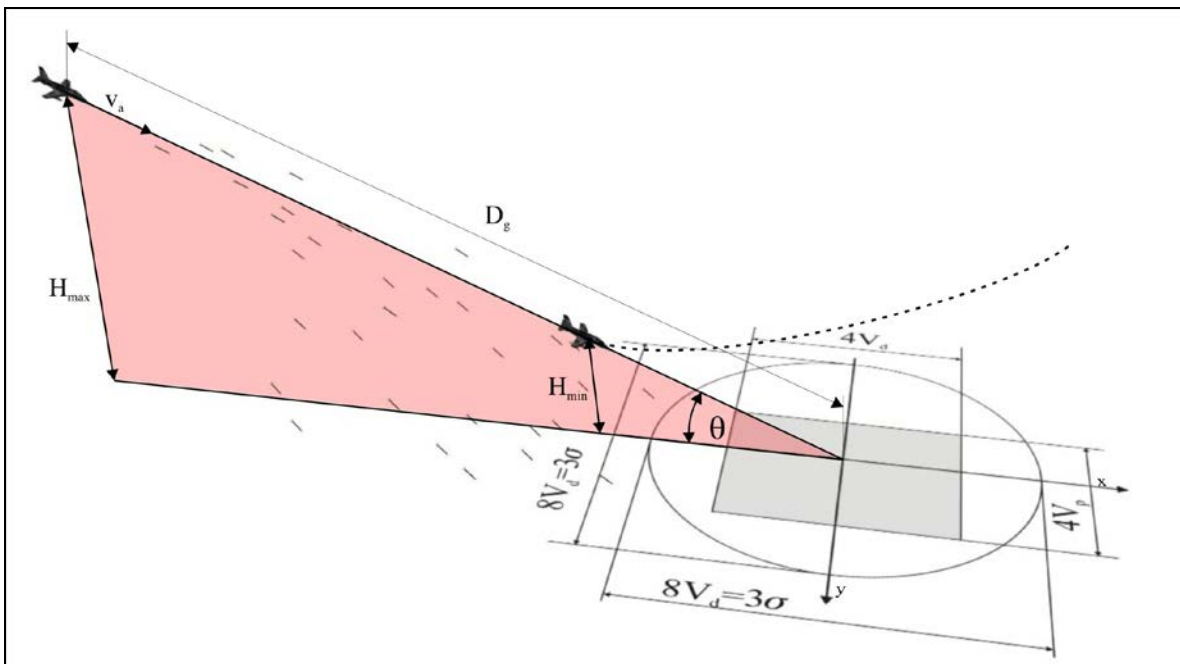
$$V_{Hsr} = V_{sr-obr} \cdot \left( \sqrt{\cos 22.5^{\circ}} \right)^{-1} \cdot \frac{\sqrt{\rho_{H=300}}}{\sqrt{\rho_{H=500}}} [m/s], \quad (4.1.)$$

Ове вредности и аеродинамички услови лета приказани су у табели Т.4.10. а на бази приближних прорачунских геометријских карактеристика разматраних ваздухоплова ГАЛЕБ Г-4 и СУХОЈ СУ-25.

Као најнеповољнији случај, са аспекта прецизности гађања интегрисане са механиком лета, користиће се за оцену први еквивалентни рафал ватрене моћи и сва одступања укључена у нормирање биће третирана по првом рафалу. Остали рафали, према даљим ставовима у овом раду, подлежу деградацији ватрене моћи на сваком од ваздухоплова по посебном моделу обрађеном у поглављу 6. У табели Т.4.12. приказане су експерименталне вредности вероватних одступања по даљини  $V_x$  и правцу  $V_y$  као и њихове средње вредности  $V_{sr}$ ,  $\sigma_{sr}$ , као и кружно вероватно расипање погодака  $SEP_{r.50}$ , на основу којих је одређена вредност површина правоугаоника у које упадну све испалене нормиране ракете у току гађања, дакле, слике погодака.

**Табела 4.10.** Хомологација података за нормирање модела напада са анализираних ваздухоплова из обрушавања

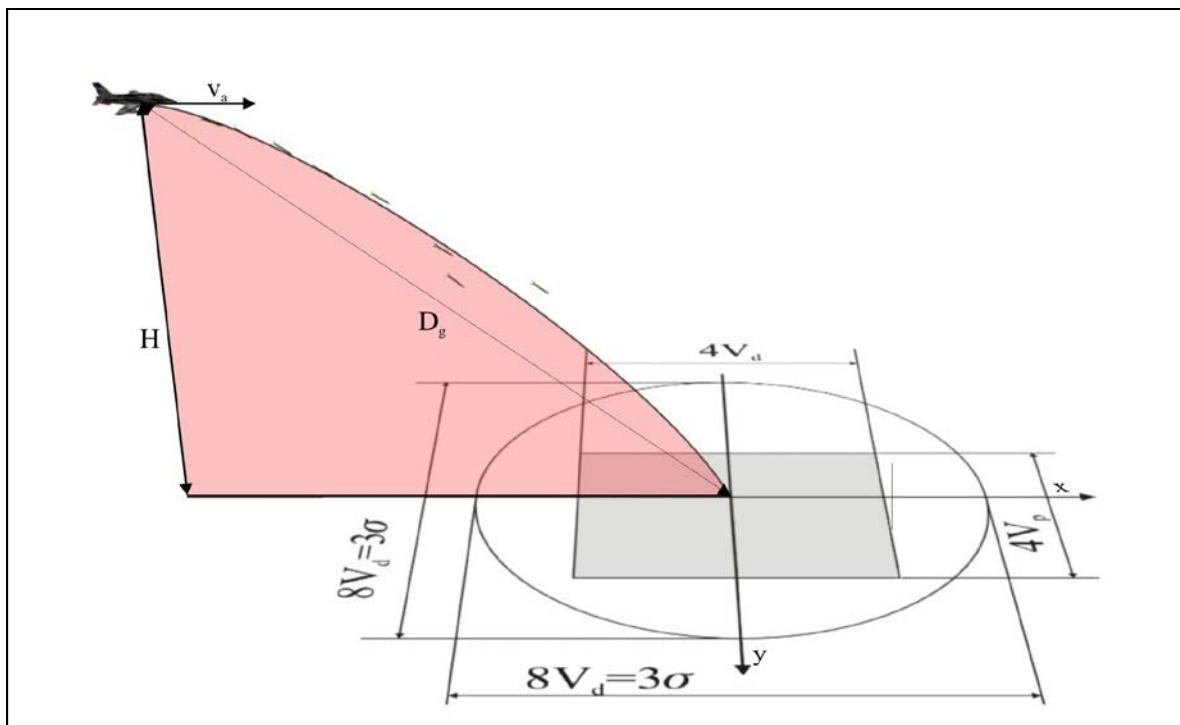
Гађање са ваздухоплова ГАЛЕБ Г-4 из обрушавања	Гађање са ваздухоплова СУХОЈ СУ-25Т из обрушавања
Пређени пут летелице при ракетирању за нормирану брзину јуриша $S_{BR-57, S-5} = 478.8$ m, $S_{BR-128, S-13} = 585.2$ m и при нормираном углу ракетирања из обрушавања $\theta = -22,5^\circ$	
Нормирана средња брзина јуриша за коју се очекује мин.растурање погодака и мах.уништење циља $V_{obr.} = 133 \pm 6.65 [m/s]$	
Нормирана средња висина са које је кренуло ракетирање првом ракетом $H_{max} = 300$ m, Минимална висина са које је у нормираном рафалу испалена осма ракета $H_{min} = 100$ m	
Време лета које одговара времену рафала из једног лансера за нормирани број ракета $N_p = 8$ , $t_{g-BR-57, S-5} = 3.6$ s, $t_{g-BR-128, S-13} = 4.40$ s, $t_{g-S-8} = 3,6$ s	
Аеродинамичке и летне перформансе ваздухоплова	
$C_z = 0.27$ ; $C_x = 0.023$	$C_z = 0.37$ ; $C_x = 0.028$
$\rho_{1, H=300 m} = 1.19$ kg/m <sup>3</sup> ; $\rho_{2, H=100 m} = 1,20$ kg/m <sup>3</sup> $S_{kp} = 19.5$ m <sup>2</sup>	$\rho_{1, H=300 m} = 1.19$ kg/m <sup>3</sup> ; $\rho_{2, H=100 m} = 1,20$ kg/m <sup>3</sup> $S_{kp} = 33.7$ m <sup>2</sup>
$T_p = 17,8$ kN	$T_p = 44.18$ kN
$m_{1max, FFAR-128} = 6035$ kg; $m_{2max, FFAR-128} = 5707$ kg	$m_{1max, S-13T} = 14500$ kg; $m_{2max, S-13T} = 13900$ kg
$m_{1min, FFAR-57} = 5488$ kg; $m_{2min, FFAR-57} = 5457$ kg	$m_{1max, S-5 KO} = 12404$ kg; $m_{2min, S-5 KO} = 12368$ kg
	$m_{1max, S-8 B} = 13868$ kg; $m_{2min, S-8 B} = 13747$ kg



**Слика 4.18.** Гађање површинског циља са ваздухоплова из обрушавања

**Табела 4.11.** Хомологација података за нормирање модела напада са анализираних ваздухоплова из хоризонталног лета

Гађање из хоризонталног лета са ваздухоплова ГАЛЕБ Г-4	Гађање из хоризонталног лета са ваздухоплова СУХОЈ СУ-25Т
Пређени пут летелице при ракетирању за нормирану брзину јуриша $L_{g-BR-57, S-5} = 507$ m, $L_{g-BR-128, S-13} = 620$ m	
Нормирана средња брзина јуриша за коју се очекује мин.растурање погодака и мах.уништење циља $V_{hor.} = 141 \pm 7.05 [m/s]$	
Нормирана висина са које је кренуло ракетирање првом ракетом $H = 500$ m,	
Време лета које одговара времену рафала из једног лансера за нормирани број ракета $N_r = 8$ , $t_{g-BR-57, S-5} = 3.6$ s, $t_{g-BR-128, S-13} = 4.40$ s, $t_{g-S-8} = 3,6$ s	
Аеродинамичке и летне перформансе ваздухоплова	
$C_z = 0.265$ ; $C_x = 0.079$	$C_z = 0.37$ ; $C_x = 0.115$
$\rho_{1, H=300\text{ m}} = 1.19$ kg/m <sup>3</sup> ; $\rho_{2, H=500\text{ m}} = 1,167$ kg/m <sup>3</sup>	$\rho_{1, H=300\text{ m}} = 1.19$ kg/m <sup>3</sup> ; $\rho_{2, H=500\text{ m}} = 1,167$ kg/m <sup>3</sup>
$S_{kr} = 19.5$ m <sup>2</sup>	$C_{кр} = 33.7$ m <sup>2</sup>
$T_p = 17,8$ kN	$T_p = 44.18$ kN
$m_{1max, FFAR-128} = 6035$ kg; $m_{2max, FFAR-128} = 5707$ kg	$m_{1max, S-13T} = 14500$ kg; $m_{2max, S-13T} = 13900$ kg
$m_{1min, FFAR-57} = 5488$ kg; $m_{2min, FFAR-57} = 5457$ kg	$m_{1max, S-5 KO} = 12404$ kg; $m_{2min, S-5 KO} = 12368$ kg
	$m_{1max, S-8 B} = 13868$ kg; $m_{2min, S-8 B} = 13747$ kg



**Слика 4.19.** Гађање површинског циља са ваздухоплова из хоризонталног лета

**Табела 4.12.** Вредности вероватних одступања по даљини  $V_x$  и по правцу  $V_y$ ,  
(средња гешка поготка у односу на нишанску тачку  $\sigma_{sp}$ , и вредности  
површина (A) правоугаоника у којег су смештене све испаљене ракете

Број гађања (налета)	Вероватно одступање по даљини $V_x$ (m)	Вероватно одступање по правцу $V_y$ (m)	Средње вероватно одступање $V_{sr}$ (m)	Средња стандардна девијација у односу на нишанску тачку $\sigma_{sr}$ (m)	Кружно вероватно расипање погодака CEP (m)	Површина правоугаоника у којег су смештене све ракете A (m <sup>2</sup> )
1	40,7	10,6	29,7	44,1	51,9	5000 (100 x 50)
2	78,4	66,9	72,9	108,0	127,2	10000 (100 x 100)
3	-45,8	-25,4	37,0	54,9	64,6	7500 (100 x 75)
4	12,7	87,0	62,2	92,2	108,5	10000 (100 x 100)
5	76,8	9,5	54,7	81,1	95,5	12500 (125 x 100)
6	64,6	89,7	78,2	115,9	136,5	10000 (100 x 100)

Важно је напоменути да ће облик циљева гађаних при хоризонталном лету и обрушавању, једним истим нормираним рафалом, бити различит, па ће и норме растурања по правцу и даљини, употребљене за величину и облик правоуглог циља, бити различите. То указује на чињеницу да исти рафали у хоризонталном лету и у лету обрушавања не морају прекрити исту површину истим ефикасним ватреним дејством. Анализе ће показати колико се разликује степен уништене површине нормираним рафалима истом муницијом у различитим условима тактике напада.



## ПОГЛАВЉЕ 5.

### АРТИЉЕРИЈСКА И ВАЗДУХОПЛОВНА РАКЕТНА ДЕЈСТВА НА ПОВРШИНСКЕ ЦИЉЕВЕ

#### 5.1. УВОДНО РАЗМАТРАЊЕ

У овом поглављу биће размотрени концепти артиљеријских дејстава вишецевним бакачима ракета, пре свега ради два задатка који се тичу истраживања по теми и то:

1. Да се размотри ко је концепције оваквих дејстава КоВ-а одговарају могућим дејствима за употребу авијације [62].
2. Да ли здружено дејство авијације и КоВ-а у ватреној подршци, може бити планирано корелираним јединственим критеријумима ефикасности [63], при дејству на површинске циљеве како би наменско наоружавање одређених типова ваздухоплова дало жељене резултате у реализацији оваквих борбених задатака [64].

Непосредна ватрена подршка без авијације у копненој војсци врши се артиљеријом за посредно гађање [65]. Она већ преко три стотине година развија своје процедуре у складу са технологијом артиљеријских оруђа и муниције у току историјског развоја почев од морнарице крајем средњег века па до данашњих дана [64]. Полупосредно гађање, дакле балистичким трајекторијама на видљиве циљеве, старо је преко три хиљаде година (катапулти итд.). Чак је и вишешинска ракетна артиљерија коришћена на крају 15-тог века, где је енглески адмирал Вилијем Конгрев (Вилхем Конгрев) употребио 40000 невођених ракета (реактивних ватрених стрела) и испалио на Копенхаген наносећи потпуну пустош са мора [64]. Савремена вишецевна-вишешинска ракетна артиљерија своју премијеру доживела је тек средином 20-тог века и то неуспешно од стране Немачке, али врло успешно од стране Русије (каћуше). Немци неуспех дугују недовољном препознавању ракета као масовне муниције, већ само као посебну

борбену платформу, што за оно време није било технолошки зрело. Русија је прва препознала да се карактеристике ваздухопловног начина пројектовања ракете могу по својим елементима врло лако направити као масовна и јефтина муниција, што је обезбедило примену "каћуша". Уствари, Немачки вишецевни систем користио је аеродинамички нестабилну муницију са жиростабилисаном ракетом што је типичан начин пројектовања артиљеријских пројектила, док је систем "каћуша" пројектована као стабилна аеродинамичка летелица најједноставније концепције (бојевом главом, мотором и стабилизаторима). Иако и данас постоје обе концепције ВБР-а [65] ипак аеродинамички стабилна ракетна муниција има апсолутну превласт у артиљеријској технологији пре свега што се могу употребљавати на пуно већим дometима. Према литератури у савременим борбеним дејствима све је више присутна концепција тактике КоВ-а која подразумева све већу растреситост и изолованост појединих група циљева [66]. Овакви циљеви најчешћа су мета дејства артиљеријом и то углавном невођеном ракетном муницијом, како из ваздуха тако и са копна [67]. Овакве новине постављају пред невођене ракетне системе задатак да повећа ефикасност ватре на циљу а да при том не повећава утрошак муниције [68].

Покретљивост оруђа и време потребно од пријема задатка за излазак на ватрени положај, до извршења гађања, представљају важну карактеристику која представља **брзину реаговања**, али се неће користити у овом раду за поређења са ваздухопловним дејствима сличним оруђем због превасходно тактичког карактера овог питања [69]. Разматрања у овом раду биће концентрисана на дејство ВБР-а са копна а поређена по ефикасности са критеријумима који су у претходним поглављима развијени и нормирани за ВБР који делују са ваздухоплова [70]. Због тога ће прво бити описане неке карактеристике ВБР-а домаће производње и испитани по дејству и ефикасности на циљу са критеријумима деловањима истом или сличном муницијом из ваздуха [71,72].

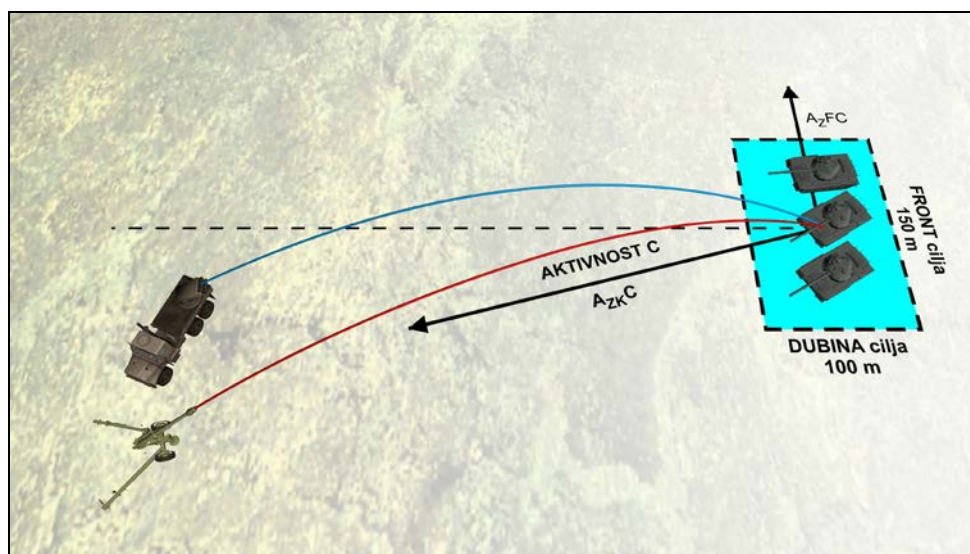
**Став 23.**

**1. Разматраће се дејство артиљеријом за непосредну ватрену подршку КоВ-а, ВБР-ом калибра 128 mm (алтернативно 122 mm), домаће конструкције, категорије ОГАЊ, ( алтернативно ГРАД), чије једно оруђе располаже пуњењем од 32 ракете (алтернативно 40).**

## 5.2. СВОЂЕЊЕ КАРАКТЕРИСТИКА ДЕЈСТАВА ВИШЕЦЕВНОМ РАКЕТНОМ АРТИЉЕРИЈОМ НА ЈЕДИНСТВЕНЕ КРИТЕРИЈУМЕ СА ВАЗДУХОПЛОВНИМ ЛАНСЕРОМ ИСТОГ КАЛИБРА

### 5.2.1 Нормирање и избор рентабилног циља за артиљеријске и ваздухопловне невођене ракете ВБР-а

У складу са артиљеријском теоријом под појмом артиљеријског циља подразумева се сваки елемент борбеног распореда непријатеља (објекат), који је целисходно и рентабилно гађати артиљеријом [73,74 цит.]. Под површинским циљем се, подразумева копнени или водени простор правоугаоног облика описаног око физичког циља. Центар правоугаоника је центар циља, краћа страница је дубина, а дужа ширина или фронт циља за коју се одређује азимут фронта циља (слика 5.1.) [70,74]



Слика 5.1. Артиљеријски циљ [74] [реконструисана]

Циљ је могуће гађати ако се налази у границама домета оруђа, односно у границама обвојнице путања у оквиру зоне сигурности. Параметри поређења дејстава на циљ су одговарајући домет оруђа, величина циља, правац дуж копна (воде), врста, активност као и степен утврђености (односно елементи његове рањивости) [70]. Ово указује на потребу нормирања циља за поређење дејстава невођене ракетне ватре. Анализа се врши у складу са начинима ваздухопловног

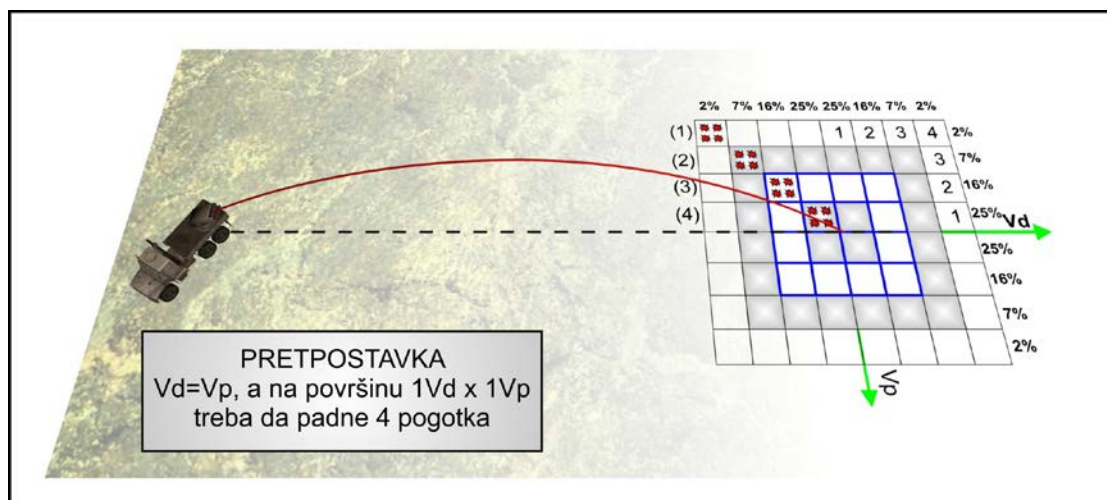
деловања и то дејстава при обрушавању и дејстава у хоризонталном лету, упоређена са артиљеријским дејствима једним оруђем и батеријом ВБР-а.

Усвојиће се:

**Став 24.**

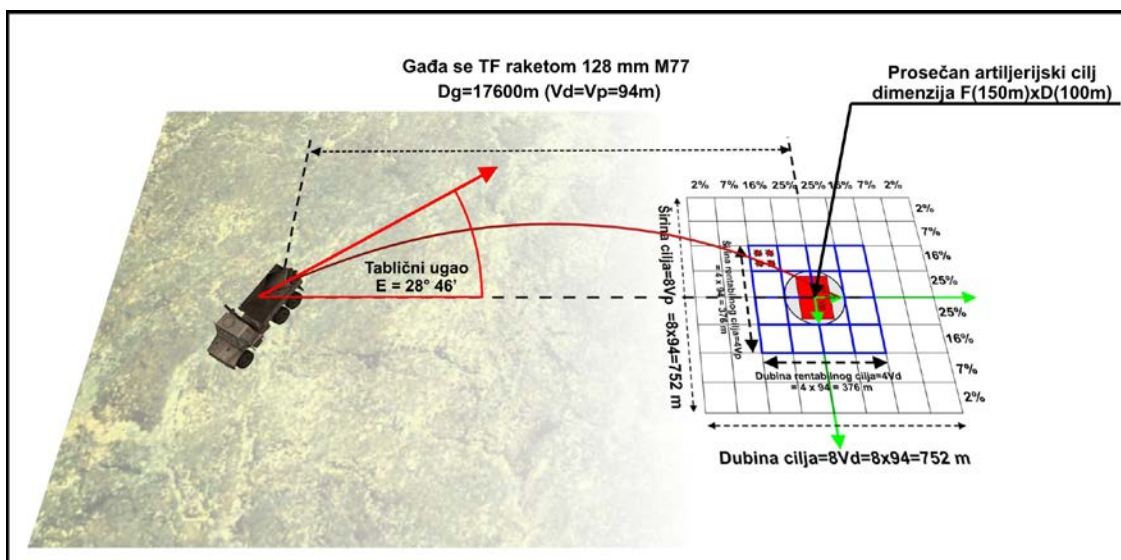
**Површина артиљеријског циља је основа за нормирање и поређење са ваздухопловним циљем. Рентабилни циљ који се утврди за гађање са ваздухоплова користиће истородну муницију и за гађање артиљеријом.**

Број пројектила који се лансирају и број пројектила који падну на циљ није исти и зависи између осталог и од тога, како се међусобно односе слика растурања погодака и слика циља. Анализа се своди на однос величине циља, растурања погодака и ефикасности бојеве главе, чији је утицај исказан преко одговарајућег броја пројектила. Ако се средњи погодак доведе и одржава приближно на центру циља, што углавном зависи од квалитета система управљања ватром [75,76], онда ће за нормирање циља бити усвојено, да се израчунава без утицаја грешке средњег поготка (утицаја тачности) [77]. Процентуална расподела броја пројектила за који се очекује да упадају у распоређене ширине вероватних скретања по правцу и даљини у складу са Гаусовим законом, представља *вероватноћу погађања* одговарајућег појаса слике растурања [70] дефинисаних процентуалним вероватноћама приказаних на слици 5.2.



Слика 5.2 Рентабилан циљ за оруђе СВЛР М77 [70 реконструисана]

То значи да од свих испалених пројектила у појас упадне производ укупног броја испалених пројектила и наведене вероватноће [71,74].



Слика 5.3. Рентабилан циљ за оруђе СВЛР М77 и утрошак ракета

Правила за избор рентабилног циља за оруђе и батерију, као и за ваздухопловну платформу, која као и батерија представља основу за више интегрисаних оруђа истог или различитог типа, треба да ускладе мере ефикасности дејства на бази закона уништења циља са копна и из ваздуха [70,74]. Сврха артиљеријског гађања јесте да се на циљу реализује потребан број погодака, односно остваре жељени материјални ефекти.

Процент уништења ефикасним дејством бојеве главе, даје се као координатни законом уништења циља и дефинише се усредњено неким радијусом уништења бојеве главе, али се у артиљеријским дефиницијама уводи редуковани појам јединичног циља дефинисаног приближно правоугаоним обликом слично као и у поглављу 4 [70,77]. Артиљеријски ракетни пројектили калибра 122-130 mm просечно уништавају лаке циљеве на површини димензија 32 x 17 m [70,76,77]. Када је у питању ракетно наоружање калибра 128 mm у артиљеријским разматрањима се усваја површина димензија 38 x 20 m као уништена једном ракетом и назива елементарни артиљеријски циљ [70].

Ако се слика растурања посматра не као елипса, већ као мрежа правоугаоника величине  $8V_d \times 8V_p$  (поглавље 4. слика 4.3). у вишецевној ракетној артиљерији [66,68], недвосмислено се доказује да је највећи степен

искоришћења испалених ракета из једног оруђа површина величине  $4V_p \times 4V_d$  за гађање једним оруђем СВЛР 128 mm M77. "Остале димензије циљева унутар слике погодака имају мањи степен искоришћења рафала мерено у односу на ефикасност" [70 цит.]. Ово се може образложити на следећи начин. Да би се остварило уништење циља било би потребно да на сваких 38 m ширине и 20 m дубине циља, колика је површина уништења једном бојевом главом, падне по један погодак. Када се упореде величине растурања по даљини које износе 86 - 293 m за артиљеријски циљ, са дубином елементарног циља од 20 m (табела Т.5.1. и слика 5.2.) [70,74], закључује се да би у један појас слике растурања по даљини дубине  $1V_d$  требало да падне од 4 до 15 погодака, зависно од положаја у односу на центар циља. Када се упореде величине растурања по правцу 23-140 m за артиљеријску ракету на  $2/3$  максималног домета, са ширином елементарног циља од 38 m (табела Т.5.1. и слика.5.2 [70,74,78], закључује се да би у један појас слике растурања по правцу ширине  $1V_p$  требало да падне један до три поготка. Пошто се оваквом процедуром утрошка муниције за уништење површине појављује логика да је потрошња на мањем домету за исти циљ већа него на већем, може се закључити да је на, одприлике,  $2/3$  домета најмања потрошња муниције, па је вишецевне бацаче рационално користити на таквим донетима [70,74].

Синтезом наведеног, долази се до закључка да је на даљинама гађања преко  $2/3$  домета, потребно да у сваки део слике растурања величине  $1V_d \times 1V_p$  треба да падне по 4 поготка.

СВЛР се најчешће групишу у батерије са по 4-6, ређе по 8 оруђа [68,69]. Потребно је анализирати какве су димензије и облик рентабилног циља за батерију од 4 оруђа. Батерија од 4 оруђа врши групно гађање обично поступком познатим под именом гађање сасређеним снопом или поступком познатим под именом снопом према ширини циља користећи редоследну ватру по лансерима или такозвани Салво модел истовременог лансирања ракета са свих оруђа.

Две карактеристичне хипотезе гађања биће релевантне за поређење са ваздухопловном ватром и то: гађање сасређеним снопом и гађање сасређеним

снопом према ширини циља са два и три интервала мерена вероватним скретањем по правцу.

Батеријска слика растурања, по првој хипотези, као сложена слика из више оруђа (4-6), већа је и по правцу и по даљини за 1,5 до 3 пута од слике растурања појединачног оруђа [69]. Због тога се гађање сасређеним снопом батерије може сматрати као гађање фиктивним оруђем које има нове изведене димензије растурања  $V_{di}$  и  $V_{pi}$  па је и рентабилан циљ већи толико пута колико се оне разликују од  $V_d$  и  $V_p$ . Овај став за ваздухопловно гађање биће посебно анализиран кроз појам деградације ватрене моћи у шестом поглављу.

**Став 25. Хипотезе гађања батеријом СВЛР:**

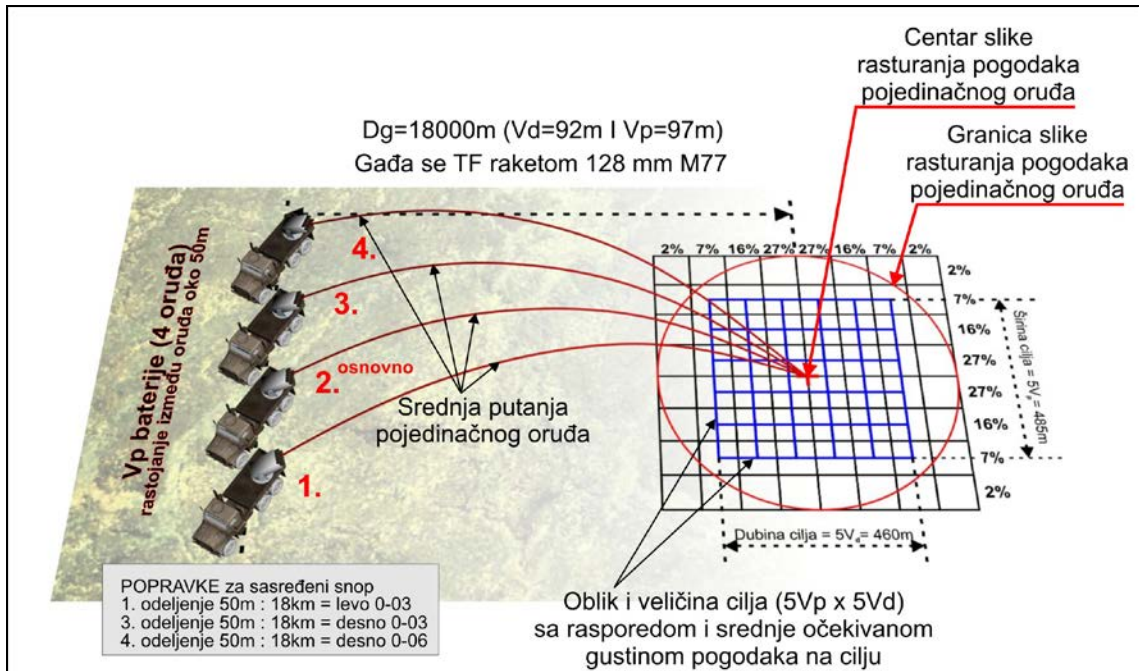
- 1. када се ватра отвара из свих оруђа на једну нишанску тачку смештену у центар циља, што се најчешће назива сасређено дејство или дејство сасређеним снопом (слика.5.4.),**
- 2. када се ватра оруђа распоређује по више тачака на површинске циљеве, што представља дејство дуж линије, тј. гађање снопом према његовој ширини (слика.5.5.).**

Рентабилан циљ – за батерију СВЛР М77 (састава 4 оруђа слика 5.4.[70]) има димензије не мање од  $5V_p \times 5V_d$  нити веће од  $6V_p \times 6V_d$ , на датој даљини гађања и под условом да средња путања пролази кроз средину циља.

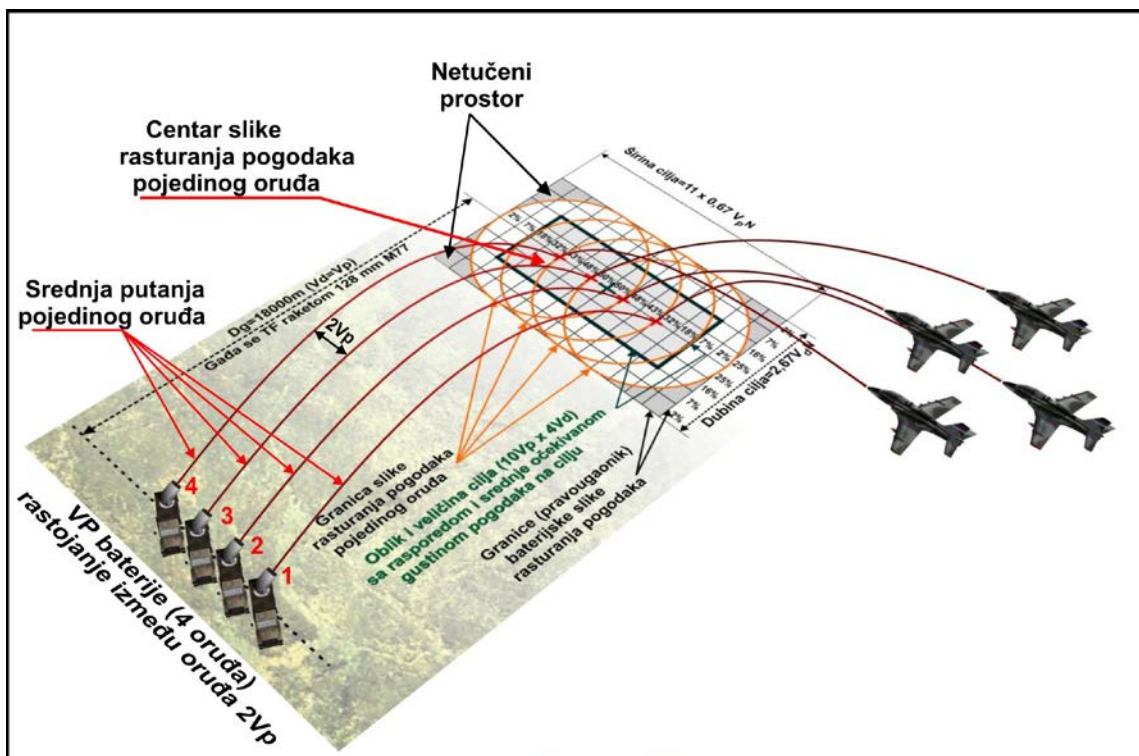
Гађање батеријом СВЛР снопом према ширини циља, по другој хипотези, примењује се при гађању циљева већих и великих размера, а може се ширити до границе која обезбеђује потребну густину и равномеран распоред погодака по целој површини циља. Да би се то обезбедило, користи се дозвољени интервал између центара слика растурања оруђа од  $2V_p$  до  $3V_p$  по правцу, односно до  $4V_d$

по домету. Према литератури [74], димензије највећег рентабилног циља батерије од 4 оруђа са по 32 ракете су  $13V_p$  по правцу и  $4V_d$  по домету. Растурање и средње очекивана густина погодака на циљу батерије СВЛР од четири оруђа, када се примењује снап према ширини циља, са интервалом од  $2V_p$ , приказана је сликом

5.5. a са интервалом од  $3V_p$  сликом 5.6.



Слика 5.4. Гађње сасређним снопом батеријом СВЛР М77 [70 реконструисана]



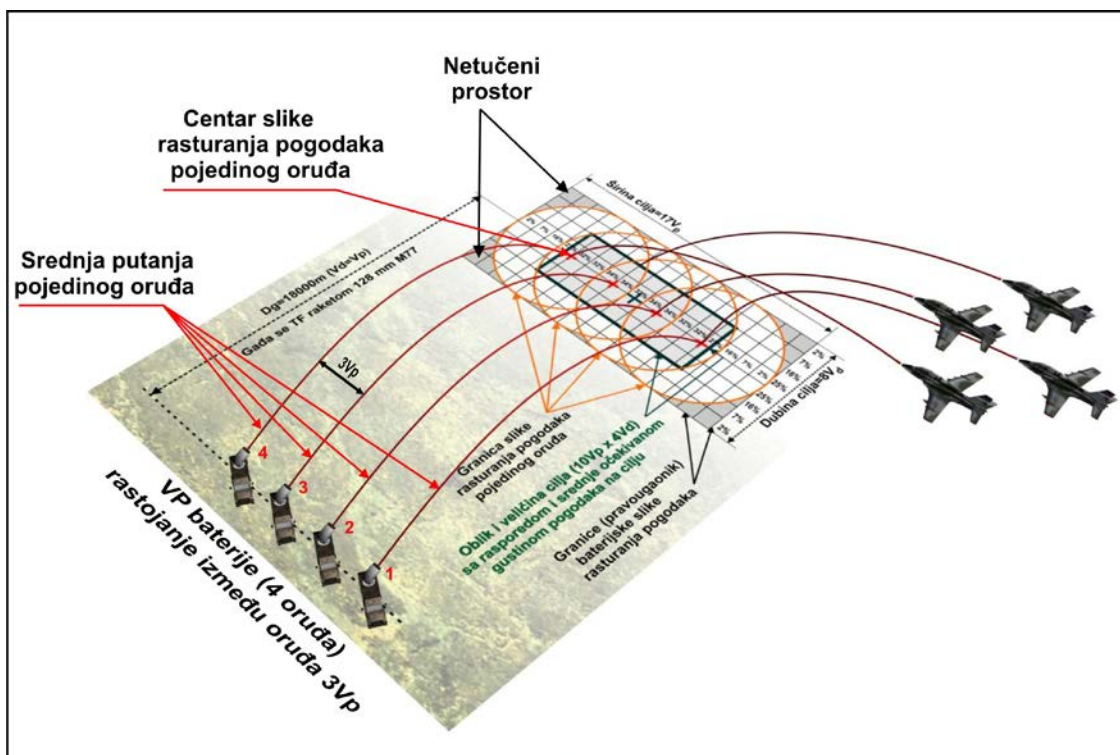
Слика 5.5. Растурање и средња очекивана густина погодака на циљу батерије СВЛР М77 (састава 4 оруђа), при гађању снопом према ширини циља са интервалом  $2V_p$  [70 реконструисана]



Ватрене могућности батерије СВЛР зависе од прецизности и тачности оруђа тј. од  $V_d$  и  $V_p$ , а облик и карактеристике циља су директно одређене том карактеристиком, па је ефекат неутралисања циља само функција броја пројектила који ће на њега бити испаљен. Тиме се проблем своди на брзину ватре и расположив капацитет ракета у рафалу, па је то јединствени критеријум и за ваздухопловство и за артиљерију.

**Став 26.**

Према концепту оптимизације у литератури [13], као најрентабилнија потрошња муниције у вишецевној ракетној артиљерији калибра 128 (122mm), препоручује се за батерију СВЛР од четири оруђа, која гађа при проширеном снопу за  $2V_p$ , као рентабилан циљ димензија  $10V_p \times 4V_d$ , или  $(940 \times 380) = 35.7$  ха. Распоред погодака на површини рентабилног циља креће се од 43-50%, а на бочним странама од 18-32 %, што је условљено преклапањем слика растурања погодака оруђа. Такође ће се користити за поређење циљева ширине од  $11V_p$  до  $13V_p$ , чија се густина падних тачака пројектила креће од 27-34 %. а на бочним странама од  $2V_p$  биће покривена пројектиlima са вероватноћом од 16 %. Овакви циљеви биће нормирани и корелирани са ваздухопловним циљевима за различите облике дејстава и представља дејтво дуж линије, тј. гађање снопом према његовој ширини (слика.5.6.).



Слика 5.6. Растурање и средња очекивана густина погодака на циљу батерије СВЛР М77 (састава 4 оруђа), при гађању снопом према ширини циља са интервалом  $3V_p$  [70 реконструисана]

### 5.2.2. Свођење и нормирање ваздухопловног дејства ВБР- ом

У ваздухопловном ракетирању ВБР - ом често се користи невођена ракета 128 (122 mm) и за њу је усвојено да има радијус дејства бојеве главе око 10 m (9,841 до 10,236 у табелама Т.1.7. и Т.1.8.). Овај радијус израчунат је као средња вредност за обе ракете S-13-122 mm и ФФАР 128 mm, као прва апроксимација а на основу података о маси експлозива бојеве главе и приближној вредности коефицијената за прорачун радијуса према литератури [49]. Подаци дати у табелама Т.1.7. и Т.1.8. придодели су степену уништења ваздухопловног циља величине  $4V_p \times 4V_d$  у износу од око 39 % за који се предпоставило да ће бити захваћен са  $2/3$  укупног броја расположивих ракета на ваздухоплову (16 за ваздухоплов ГАЛЕБ Г-4). Процент уништења истог циља са укупним бројем расположивих ракета на ваздухоплову СУХОЈ - 25 Т је пуно већи с обзиром да је укупни број расположивих ракета 40. од којих би по овој хипотези у исти циљ

упало преко 27 ракета (26,67 ракета). Тада би степен уништења циља био преко 100%.са радијусом уништења бојеве главе од  $R = 10,236$  m. У даљој анализи и трагању за нормираним радијусом уништења једном бојевом главом извршена је провера кружног циља у који упада 50 % ракета и правоугаоног циља у који упада 25 % ракета са задатком да исти униште таквим радијусом 100 %. Студија је показала карактеристичне вредности радијуса потребне за 100% уништење циља величине СЕР са 50 % расположивих ракета од  $R = 13,918$  m односно  $R = 10,18$  m за циљ који би био уништен 100 % са 25 % упалих ракета. Средња вредност оваквих радијуса у сва три анализирана случаја за ракету ФФАР 128 mm износи око  $R = 11,31$  m. Код анализе руске ракете S-13Т-122 mm, питање бојеве главе са истом грешком СЕР-а од 39 m (израчунато у односу на усвојено  $V_{sr} = 22,6$  m, Т.1.7.), радијуси стопостотног уништења циља смањују се за 50% упалих ракета на  $R = 8,83$  m и на  $R = 8,07$  m. за 25 % употребљених ракета од свих испалених. Ово је због тога што је расположиви број ракета на СУХОЈ СУ-25Т неупоредиво већи па је зато потребан радијус ефикасности бојеве главе по оваквим нормама мањи. Ипак ваља приметити да иако степен уништења циља нормиран за ваздухоплов ГАЛЕБ Г-4 и СУХОЈ СУ– 25Т није исти, захваћене површине показују сличне вредности радијуса пропорционалне броју ракета којима се гађа исти циљ. У даљем разматрању неће се анализирају СУХОЈ СУ– 25Т, већ ће поређење бити нормирано за ваздухоплов ГАЛЕБ Г-4 који максимално располаже са 16 ракета и чији ће средњи утврђени радијус по претходној анализи бити усвојен  $R = 11,31$  m. Уколико се, гађање циљева у који упадне само 25 % од испалених ракета, усвоји као крајње нерентабилно за ваздухопловна дејства, добиће се средња вредност радијуса уништења која приближно износи  $R = 11,88$  m.

Артиљеријски елементарни циљ према литератури [70] прекрива површину величине  $32 \times 17$  m<sup>2</sup> и представља неку средњу вредност површине прекривене дејством једног нормираног артиљеријског пројектила. Његов еквивалентни радијус износи  $R = 13,15$  m. Радијус захваћене површине једном бојевом главом, конципираном за артиљеријске ВБР-ове, која ефикасно делује на  $38 \times 20$  m<sup>2</sup> површинског циља [70] износи  $R = 15,5$  m и пуно је већа вредност од ракете истог калибра коришћене на ваздухоплову. Због тога је, у овом разматрању, као

елементарни радијус за артиљеријски пројектил усвојен  $R = 13,15 \text{ m}$  а за ваздухопловну ракету  $R = 11,88 \text{ m}$ . Средња вредност ова два радијуса може се третирати као елементарни радијус једне ракете за оба типа гађања под условом да се величине површинских циљева сведу на број и дејство оваквим ракетама. Та вредност радијуса износи  $R = 12,515 \text{ m}$ . Тој вредности одговара површина уништења од  $S_u = 492,05 \text{ m}^2$ . Ради поједностављења анализе у овом раду је усвојена приближна вредност површине уништења једном нормираном бојевом главом од  $S_u = 500 \text{ m}^2$ , којој одговара приближни радијус уништења од  $R = 12,62 \text{ m}$  сведено на калибар од  $122 \text{ mm}$  као референтни, усвојен такође и за нормирани артиљеријски циљ. На основу изнесене анализе може се усвојити следећи став:

**Став 27**

**"Да је средњи елементарни циљ за парчадно-рушеће дејство, једном ракетом мањи од нормираног артиљеријског и већи од прорачунског за ваздухопловну ракету (табела Т.5.2), и да износи  $500 \text{ m}^2$ , што одговара радијусу уништења парчадно-рушеће бојеве главе од  $12,62 \text{ m}$ . За бојеву главу калибра  $128 \text{ mm}$  са нешто већим радијусом уништења, као и за бојеву главу  $122 \text{ mm}$ , усвојиће се, да је однос површина уништеног циља пропорционалан односу њихових калибара. Пошто је однос калибара  $k_d = 128/122 = 1,05$ . повећање ефикасности ракете  $128 \text{ mm}$  у односу на  $122 \text{ mm}$  биће  $5\%$ . Елементарни циљ за муницију  $128 \text{ mm}$  ( $122 \text{ mm}$ ) биће од  $500$  до  $525 \text{ m}^2$  и његова хипотетичка нормираност одговараће дејству једне ракете из рафала рачунато без преклапања погодака"**

С обзиром да је слика једног елементарног циља у артиљерији и ваздухопловству различита, то ће укупни број испалених ракетних пројектила артиљеријом морати да буде редукована на мањи радијус уништења бојеве главе него што је наведено у претходном образложењу за ВБР-ове према литератури [70]. Број пројектила испалених артиљеријом ВБР-а према артиљеријским нормама, мора бити  $50\%$  већи ако се у артиљерији израчунава иста ефикасност дејством ваздухопловним пројектилама истог калибра  $122\text{-}128 \text{ mm}$ . Исто тако може се усвојити и  $50\%$  мање артиљеријски циљ са истим бројем пројектила које оптимално испалује

артиљерија , али овакав приступ не би одговарао корелацији циља и вероватних скретања, па ће у даљем тексту бити извршен покушај јединственог нормирања и величине артиљеријског и ваздухопловног циља, како би се ефикасност израчунавала са нормираном ракетом. Прерачуната површина захваћена дејством једног артиљеријског пројектила износи  $760 \text{ m}^2$ , а површина ваздухопловног усвојеног као нормираног је  $500 - 525 \text{ m}^2$  зависно од калибра 122 (128mm).

Усваја се следећи став:

**Став 28.**

**За нову нормирану ракету након синтезе истих ставова као у артиљерији потребно је 6 погодака у сваки део слике растурања, при артиљеријском гађању, величине  $1V_d \times 1V_p$  на даљинама гађања преко  $2/3$  домета. (табела Т.5.1.).**

У литератури [70] дата је табела Т.5.1. Ово је утврђено у раду за ракету са већим радијусом уништења, која је до сада коришћена за јединични циљ артиљерије са ВБР-ом.

**Табела 5.1. Хипотезе за одабир рентабилног циља за оруђе СВЛР М77 [70]**

Број претпо- ставке	Утрошак ракета	Површина рент. циља $V_d \times V_p$	Површина у $V_d \times V_p$ добијена по претпоставци		
			(2)	(3)	(4)
(1)	1600	$8 \times 8 = 64$	$(1600 : 358) \times 36 = 161$	$(1600 : 122) \times 16 = 210$	$(1600 : 64) \times 4 = 100$
(2)	358	$6 \times 6 = 36$	$(358 : 358) \times 36 = 36$	$(358 : 122) \times 16 = 47$	$(358 : 64) \times 4 = 22$
(3)	122	$4 \times 4 = 16$		$(122 : 122) \times 16 = 16$	$(122 : 64) \times 4 = 7.6$
(4)	64	$2 \times 2 = 4$			$(64 : 64) \times 4 = 4$

Адекватна прерачуната табела са усвојеном ваздухопловном нормираном ракетом прерачуната је на исти начин у табели Т.5.2.

**Табела 5.2.** *Хипотезе за одабир рентабилног циља за гађање ваздухопловним нормираним ракетама*

Број претпо- ставке	Утрошак ракета	Површина рент. циља $V_d \times V_p$	Површина у $V_d \times V_p$ добијена по претпоставци		
			(2)	(3)	(4)
(1)	2400	$8 \times 8 = 64$	$(2400 : 537) \times 36 = 160,1$	$(2400 : 183) \times 16 = 209,8$	$(2400 : 64) \times 4 = 150$
(2)	537	$6 \times 6 = 36$	$(537 : 537) \times 36 = 36$	$(537 : 183) \times 16 = 46,95$	$(537 : 64) \times 4 = 33,57$
(3)	183	$4 \times 4 = 16$		$(183 : 183) \times 16 = 16$	$(183 : 64) \times 4 = 11,45$
(4)	96	$2 \times 2 = 4$			$(96 : 64) \times 4 = 6$

Оруђе СВЛР 128 мм М77 има могућност да може за врло кратко време да лансира 64 ракете по једном циљу. Како је за рентабилни циљ потребно 183 ново нормираних ракета, па једно оруђе неће моћи једновремено да оствари ватру по рентабилном циљу, већ је потребно најмање три оруђа која делују истовремено и при том да врше два пута пуњење лансера. Зато је корисно утврдити колике су димензије рентабилног циља ако се лансирају баш 64 ракете колико износи б/к једног лансера за СВЛР 128 мм М77.

**Став 29**

**Рентабилни циљ који се гађа једним лансером артиљеријског ракетног бацача капацитета 2 рафала са укупно 64 новонормиране ракете, јесте циљ мањи од  $4V_d \times 4V_p$  и износи  $2,67V_d \times 2,67V_p$ , и има исти степен уништења циља од око 25%.**

Због тога уопште не долази у обзир разматрати ефикасност дејства на циљ са једним копненим оруђем али је ипак корисно приметити да је норматив од 64 испале не новонормиране ракете препознатљив у циљу величине  $2,67V_p \times 2,67V_d$ , за вероватна скретања копненог лансера узето на  $2/3$  домета односно на 18.000 m. Ова анализа доприноси укупном нормирању циљева на којима може да делује ваздухопловство, не само по димензијама већ и по облику, собзиром да се од ње очекује копнена подршка, па се због тога и њено дејство мора преформулисати према артиљеријским нормама и потребама.

Време испаливања борбеног комплета износи шест и по минута према артиљеријским нормативима у литератури [70].

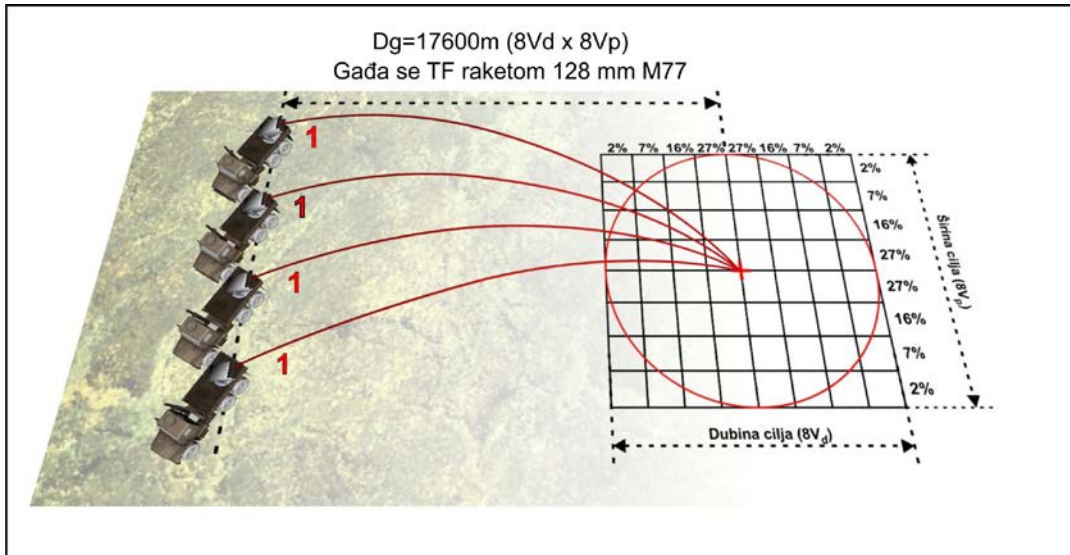
### **5.3 АНАЛОГИЈА ДЕЈСТВА АРТИЉЕРИЈЕ СА ОДАБРАНИМ НАЧИНОМ ЛЕТА ВАЗДУХОПЛОВА У ТОКУ НАПАДНИХ ДЕЈСТАВА**

Као и у поглављу 2.1. а на основу наведених дефиниција о појмовима тактике СВЛР-а може се извршити приближно једначење дејстава ради упоређивања карактеристика артиљеријског и ваздухопловног дејства на површинске циљеве. У нападу авијацијом уведена је хипотеза да се сви маневри своче на поступак и радњу која следи из тактике борбених поредака чији је циљ да након маневра делују групно на два идеализована извршна начина ради употребе ватре. Слично се може усвојити за артиљеријску батерију на борбеном положају када она користи дејство снопаром (снопом трајекторија на различите циљеве) [79]. Оваква дејства артиљеријом као и у ваздухопловству, представљају следеће облике истовременог или редног деловања ракетном ватром, па се аналогно поглављу 2.1. могу усвојити хипотезе:

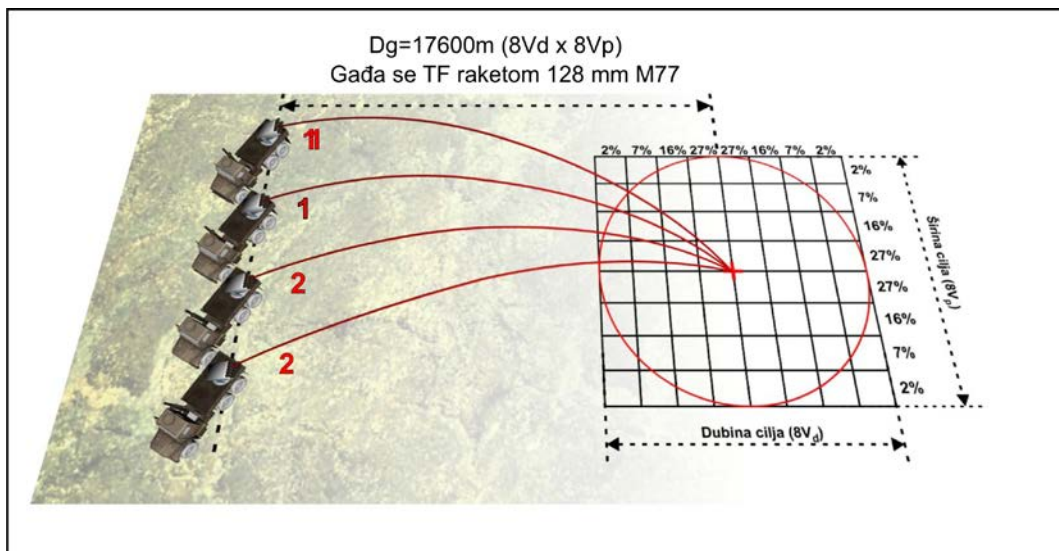
- а) Паралелна (слика.5.7), са више самоходних ВЛР-а истовремено на сасређени циљ,
- б) Редна (слика.5.8), такође са више самоходних ВЛР-а појединачним или групним дејством, узастопно на сасређени циљ,
- в) Комбиновано деловање на сасређени циљ, (слика 5.9).

Ова три начина напада сматраће се референтним за оцену квалитета поређеног наоружања .Оваква систематизација уводи појмове, истовременог и узастопног деловања што битно мења потрошњу муниције у времену и указује на чињеницу да ће ефикасност деловања бити различита, односно да ће циљеви бити прекривени истом количином ватре на различит начин. Напад који је у ваздухопловству условљен положајем уздужне осе ваздухоплова у моменту употребе наоружања дефинишу и аналогију дејства на циљу артиљеријом по некој од њених процедура. Као што ваздухоплови наоружани ВБР-ом могу да изврше

напад на неколико начина, тако и артиљерија може да планира дејство на циљ са начинима чија је ефикасност гађања упоредива са ваздухопловством. Категорисано према ваздухопловним дејствима усвојеним у овом раду у поглављу 2.1. аналогиче су следеће:

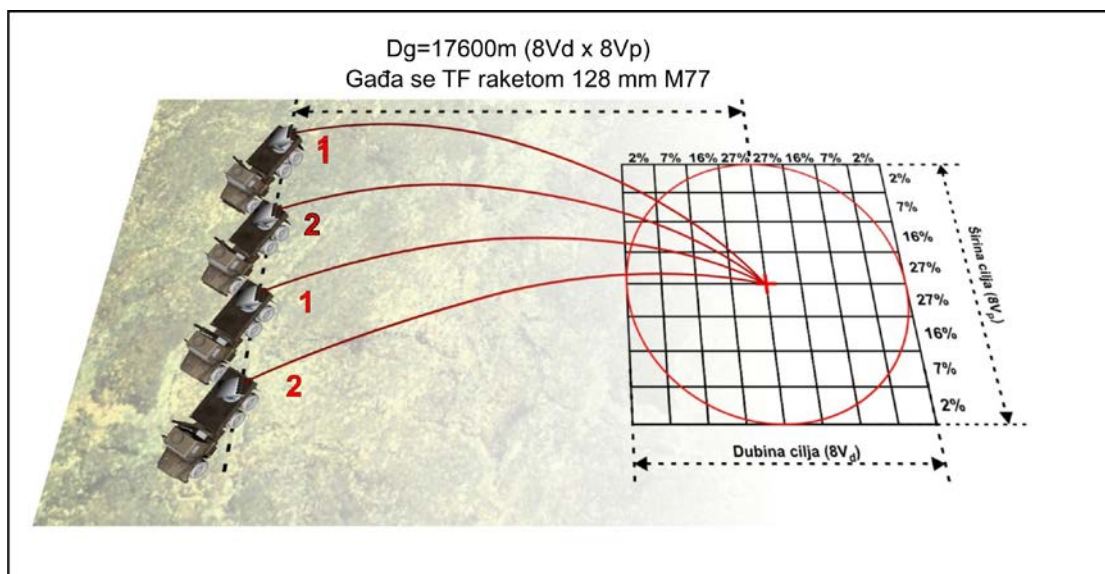


Слика 5.7. Паралелни напад са више самоходних ВЛР-а истовремено на сасређени циљ [70 реконструисана]



Слика 5.8. Редни напад са више самоходних ВЛР-а појединачним или групним дејством, узастопно на сасређени циљ [70 реконструисана]





Слика 5.9. Комбиновано деловање на сасређени циљ [70 реконструисана]

### Став 30

- а) Бришући (хоризонтални) лет, има аналогију у артиљерији дејства снопом са кораком од 2 и 3 вероватна скретања по правцу, пошто се ради о циљевима чија је једна страна пуно дужа од друге. То је карактеристика могућег облика циљева при гађању оваквим летом ваздухопловне платформе (слика 5.5. и слика 5.6.),
- б) Понирање, обрушавање као облик лета при гађању ваздухопловом има аналогију у артиљерији дејством снопом у нишанску тачку (слика 5.4.).

Облик било које од наведених аналогних тактика напада артиљеријом је усклађен са три извршна начина дејства, паралелним, редним и комбинованим, под претпоставком да време припреме таквих тактика не учествује у оцени квалитета брзине ватре.

Карактеристично је за артиљерију да може деловати и редно и паралелно на било који облик циљева. При томе се под појмом редног деловања може усвојити ткз.модел припреме елемената гађања и дејства по процедури преноса ватре. То би било у артиљерији узастопно дејство које би одговарало ваздухопловној тактици редног деловања на циљеве слика.5.8. [70].

Исто тако ваздухопловство може деловати паралелно као и артиљерија са више лансера на различите тачке (слика 5.7.) [70], с тим што тад мора ангажовати

већи број летелица. Према томе појам редног и паралелног гађања као и комбинованог (слика.5.9.) [70], у поређењу артиљерије и ваздухопловства, добија карактер питања времена уништења циља али и трошкова ангажовања једне или више борбених платформи.

#### **5.4. АНАЛИЗА ДИМЕНЗИЈА АРТИЉЕРИЈСКИХ ЦИЉЕВА ЗА ДЕЛОВАЊЕ ВАЗДУХОПЛОВА ПО НОРМИРАНИМ КРИТЕРИЈУМИМА**

Циљеви на које делује артиљерија имају величину и облик који је усклађен са вредношћу вероватних скретања по правцу и домету у складу са даљином циља. Ако се предпостави да ће ваздухопловна подршка бити изведена на циљеве које артиљерија не може да покрива по домету, тада се употреба ваздухопловних ВБР-ова мора нормирати према критеријумима величине циља на које би деловала артиљерија својом батеријском организацијом, као што је дато у претходном поглављу. Због тога су и облици циљева на различит начин проширени или продужени, што не значи да се не би могли изабрати и другачији да су пројектили и оруђа пројектовани са другачијим грешкама (вероватним скретањима) [70 прилог]. Ипак, површине уништених циљева и број потрошених ракета говоре о ефикасности гађања. Облик циља по дужини и ширини указује на граничне способности ваздухопловства у вези са брзином и висином налета и наравно расположивим капацитетом муниције. По облику циља димензије се одређују вероватним скретањем и појединачном ефикасношћу ракете и нормираног рафала.

Ракетирање из обрушавања, никако у целини не одговара гађању снопаром сасређеном ватром, чак ни када су приступни углови ваздухоплова и падни углови ракета исти као и за ракетну артиљерију са изабраног домета. Ово пре свега због тога што ваздухопловно ракетирање из обрушавања представља, уствари врсту директне ватре (у најбољем случају полупосредне ватре), која битно зависи од обучености пилота, па самим тим и вероватна скретања по правцу и даљини трпе грешку његовог нишањења. Због тога се може очекивати да

ће и по овом основу вероватна скретања на било ком домету бити јединствена и мање зависна од даљине циља. На бази тога има основа следећи став:

**Став 31**

**Нормирани рафал од 8 ракета из обрушавања ма где био испален не зависи од даљине на којој је ваздухоплов вршио ватрену подршку. Међутим, број испалених рафала и њихов редослед деградирају квалитет ватрене моћи. Самим тим рафали из ваздухоплова нису исти чак и кад се извршавају под истим условима.**

О томе ће нешто више бити речено у следећем поглављу. Дакле, следи ново нормирање ваздухопловно уништеног циља које је дато у табели (Т.4.9) у поглављу 4.

**Став 32**

**Уништена површина нормираним рафалом од 8 нормираних ракета 122 mm је 4000 m<sup>2</sup>, а нормираним рафалом од 8 нормираних ракета 128 mm износи 4200 m<sup>2</sup>, ако се не узима у обзир преклапање погодака. Пошто се ваздухопловство нормира дејством на циљ при обрушавању и дејством на циљ из хоризонталног лета за задато, нормирано време, то ће поређење густине ватре за овако задат степен уништења, морати да се пореди са артиљеријом не по времену трајања испаливања ракета већ по броју налета, тј. нормираних рафала. Дакле, уништење циља са фиксираниог ватреног положаја артиљерије и покретног, са ваздухоплова, по једном или више нормираних рафала не може се поредити на исти начин.**

## **5.5. СВОЂЕЊЕ ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИХ РЕЗУЛТАТА ВАЗДУХОПЛОВНОГ ГАЂАЊА НА АРТИЉЕРИСКЕ РЕДУКОВАНЕ ОБЛИКЕ ЦИЉЕВА**

Подаци наведени у табели Т.5.3 су експериментални, добијени гађањем са ваздухоплова ГАЛЕБ Г-4, ракетама категорије 128 mm М79. за гађање у обрушавању. Величина циља у обрушавању приказана је у колонама 1. и 2. као

целокупна слика погодака са 8 вероватних скретања са и без утицаја тачности нишањења. У колонама 3.и 4.приказане су димензије 8 вероватних скретања по правцу и по домету без утицаја нишањења. Ефикасност гађања за пројектиле 122 и 128 mm приказана је у колони 5.и 6. за дејство на циљ величине укупне слике погодака са утицајем грешке тачности дејством нормираних рафала од по 8 нормираних ракета које имају површину уништења 4000 односно 4200 m<sup>2</sup>. У колони 7. дате су почетне даљине гађања поменути рафалима за које се прерачунава 1Vp дато у колони 8. са утицајем грешке тачности. У свакој од колони у последњем реду дате су средње вредности свих експерименталних и прорачунских података.

**Табела Т.5.3.** Подаци за прерачунавање нормираног циља на бази  
ваздухопловног гађања из обривања

1.Приближна површина циља(8 Vu x 8 Vx) погођеног са 8. нормираних ракета (укупна слика погодака са грешком гађања) (m <sup>2</sup> ) У ОБРУШАВАЊУ	2.Приближна површина циља (8 Vu x 8 Vx) погођеног са 8. нормираних ракета (укупна слика погодака без грешке гађања) (m <sup>2</sup> )	3.Експериментално укупно скретање ракета по правцу (без грешке гађања- утицаја нишањења) (тачности) 8Vp(8Vu) m	4.Експериментално укупно скретање ракета по домету (без утицаја нишањења(тачности) 8Vd (8Vx) m	5.Приближна уништена површина нормираним рафалом са ракетом 122 mm У ОБРУШАВАЊУ	6.Приближна уништена површина нормираним рафалом са ракетом 128 mm У ОБРУШАВАЊУ	7.Даљина гађања Dg (m)	8.Вероватно скретање по правцу Vu са утицајем грешке тачности- гађања	9.Препоручена величина циља у хоризонталном ракетању са утицајем грешке тачности 4Vu x L ,(m <sup>2</sup> )	10.Могућа величина циља у хоризонталном ракетању без грешке тачности 8Vu x L,(m <sup>2</sup> )
5000	4500	50	90	0,80	0,84	1547	7,78	19.294	31000
10000	3750	75	50	0,40	0,42	1451	38,65	95.852	46500
7500	4500	50	90	0,53	0,56	1575	12,70	31.492	31000
10000	2500	50	50	0,40	0,42	1607	49,28	122.214	31000
12500	4950	55	90	0,32	0,34	1602	8,69	21.551	34100
10000	3750	50	75	0,40	0,42	1807	50,64	125.59	31000
<b>9167</b>	<b>3992/ 4070</b>	<b>55</b>	<b>74</b>	<b>0,475</b>	<b>0,5</b>	<b>1598</b>	<b>20,36/ 28</b>	<b>50.494/ 69.440</b>	<b>34100</b>

Из колоне 2. очигледно је , и на бази средњих вредности и на бази појединачних експеримената, да 8 нормираних ракета прекрива циљ величине 8 вероватних скретања без утицаја грешке нишањења (тачности) увек преко 100%. Види се да је површина уништења већа од тако формираног циља. Ако се циљ усвоји да представља укупну слику погодака са грешком нишањења , онда је његова прекривеност дејством ракетама око 50%. На основу тога се доноси следећи став:

**Став 33**

**За гађање из обрушавања мора се користити критеријум утицаја грешке тачности за одређивање вероватног скретања и усвојити величина циља целокупне слике погодака. Његова прекривеност нормираним рафалом је тада 55%.**

Управо овај разлог представља доказ о претходно поменутој деградацији ватрене моћи у узастопним рафалима. Због тога ће оцена овакве деградације морати да буде извршена детерминистичким моделом који у току времена рафала исказује појаву различитих растурања у поновљеним рафалима. О томе ће бити нешто више речи у поглављу 6.

Гађање у хоризонталном лету са нормиране висине од  $H = 500$  m није експериментално потврђено, па ће вероватно скретање по правцу  $V_p = V_y$ , бити усвојено из експерименталног ракетирања у обрушавању као меродавно за ширину циља нормираног рафала.

Дужина циља у хоризонталном лету дефинисана је временом испљивања нормираног рафала и за обе анализиране летелице износи  $L = 620$  m, на домету задатом балистичким летом хоризонталног хица са висине  $H = 500$  m. Дакле, могло би се усвојити да је величина циља аналогна артиљеријским стандардима дата у табели Т.5.3. на бази хипотезе да је циљ просечно широк у хоризонталном лету  $4 V_p$  ( $4V_y$ , собзиром да  $V_y$  одговара у експерименту скретању пројектила по правцу). У истој табели Т 5.3. колона 8 дате су експерименталне вредности једног вероватног скретања по правцу са утицајем грешке нишањења. Вероватна скретања по домету нису разматрана за хоризонтални лет, пошто се гађања врше дуж линије налета ваздухоплова за који је у даљем тексту одређена дужина циља која те грешке узима у обзир. Дакле, усваја се да растурање погодака има

једнодимензионални карактер грешака само по правцу при гађању рафалима у хоризонталном налету и да не зависи од домета ракете.

На основу анализе вероватног скретања по правцу  $V_{y_u}$  ( $V_y$ ), при гађању са ваздухоплова нормираним ракетама и нормираним рафалом на нормираној дужини хоризонталног лета у нападу ВБР-ом 128 mm ( $L_{g-BR-128, S-13} = 620$  m), анализирани су могуће величине циљева за експериментална вероватна скретања по правцу са и без утицаја тачности нишањења (табела Т.5.3.). Види се да је укупна слика погодака у хоризонталном лету уједначена када се не разматра тачност нишањења и да све ракете у рафалу упадају у површину величине приближно  $34100$  m<sup>2</sup> (колона 10 Табела Т.5.3.), што одговара ширини циља у хоризонталном налету са средњим вероватним скретањем по правцу  $8V_p = 8V_y = 55$  m. (колона 3. Табела Т.5.3.) Све испалјене ракете у рафалу у хоризонталном лету просечно прекривају циљ величине  $34100$  m<sup>2</sup>. Ако се укупном ефикасном површином уништења једним нормираним рафалом сматра величина  $4200$  m<sup>2</sup> за осам нормираних пројектила 128 mm, односно  $4000$  m<sup>2</sup> за осам нормираних пројектила 122 mm, онда се може израчунати да је прекривеност циља ефикасним дејством једнака 0,124 за нормирану ракету 128 mm, а 0,117 за нормирану ракету 122 mm. Зависно од грешака нишањења, добијених анализом лета у обрушавању (према колони бр.8 из Т.5.3.) просечни циљ који би обухватао само 50% испалјених ракета кретао би се од око 5 до 7 ha, што би дало врло неефикасну ватру. Због тога је прихваћено, у овом раду, да се у хоризонталном лету величина циља одреди према ширини целокупне слике погодака без утицаја тачности а у дужини која се може по облику поредити са обликом артиљеријског циља али не по једном већ по укупном вероватном скретању по правцу, што ће бити дато у даљем разматрању. Уколико би се у хоризонталном налету разматрала и грешка гађања циљ би био пуно већи (Т.5.3.). колона бр.9.).

#### **Став 34**

**Утврђени нормирани циљ у хоризонталном лету дугачак је у просеку око  $11V_p \times 8V_p$  а широк  $8V_p$  односно (11,27- тачна вредност- укупних ширина свих грешака скретања по правцу без утицаја грешке нишањења). Дакле, мерено у односу на укупно вероватно скретање по правцу његова дужина износи  $88 V_p$ , када се налет врши нормираним летом ваздухоплова.**

## 5.6. СВОЂЕЊЕ АРТИЉЕРИЈСКОГ ЦИЉА ПО ОБЛИКУ НА ВАЗДУНОПЛОВНИ ЦИЉ

Да би се вршило поређење циљева по облику које гађа артиљерија снопом по ширини са ракетаирањем ВБР-ом из ваздухоплова из хоризонталног налета наводе се следеће претпоставке помоћу којих ће артиљеријски циљеви бити реконструисани ради поређења по ефикасности са ваздухопловним:

1. Нормирани хоризонтални лет прекрива, као што је речено, циљ дужине који износи приближно 11 укупних ширина слике погодака по правцу (дакле 11 x 8 вероватних скретања), мерено грешком ваздухопловног гађања без утицаја тачности нишањења. За такав циљ усвојена је ширина од осам Гаусових вероватних скретања по правцу, дакле, у њега упадају све испалене ракете предвиђене нормираним рафалом.
2. Овако усвојен циљ за хоризонтални лет по облику би требало поредити са артиљеријским циљем ширине од 10 до 13  $V_p$  (артиљеријских вероватних скретања по правцу), који се остварују избором нишанске тачке на интервалима од 2 до 3  $V_p$ , а дубином гађаном по фронту од 4  $V_p$ . [70]

**Табела Т.5.4.** *Нормирање циља постојећим артиљеријским правилима за гађање снопом по ширини [70,78]*

Даљина гађања (km)	Ширина $10V_p$ (m)	Ширина $13V_p$ (m)	Дубина $4V_d$ (m)	Површина циља (ha)	Површина циља (ha)
	За интервал $2V_p$	За интервал $3V_p$		За интервал $2V_p$	За интервал $3V_p$
6	280	364	1072	30,02	39,02
8	380	494	856	32,53	42,29
10	480	624	684	32,83	42,68
12	580	754	552	32,02	41,62
14	690	897	468	32,29	41,98
16	820	1066	412	33,78	43,92
18	970	1261	368	35,70	46,40
20	1200	1560	340	40,80	53,04

У табели Т.5.4. дати су подаци за величине циљева за артиљеријско гађање ВБР-ом, за 10 и 13 ширина ( $V_p$ ) и 4 вероватна скретања по дубини ( $4V_p$ ), нормирана по артиљеријским упутствима без утицаја грешке нишањења. [70,78] Користећи вредности у табели Т.5.4. прерачунат је циљ артиљерије на нови облик који одговара приближно логици гађања артиљерије снопом по ширини па је као такав самерљив са ваздухопловним циљевима гађаним у хоризонталном лету. Након изведене анализе доносе се следећи став:

**Став 35**

**Ширина усвојеног артиљеријског снопа износи приближно  $11 V_p$  као средња вредност за гађање батеријом снопом по ширини, на интервалу нишањења од  $2,33 V_p$  и  $4V_p$  по дубини.**

Дакле, нове површине циљева коригованих у артиљерији за свођење на ваздухопловну нормирану ватру дате су у табели Т.5.5.

**Табела Т.5.5.** Нормирање (прерачунавање) новог облика артиљеријског циља за гађање снопом по ширини према ваздухопловним подацима

Даљина гађања артиљеријским циљем (km)	Ширина гађања артиљеријским циљем $11V_p$ (m) За интервал $2,33V_p$	Дубина гађања артиљеријским циљем (m) $4V_d$	Површина артиљеријског циља редукована на $11V_p$
6	280+28=308	1072	330.176
8	380+38=418	856	357.808
10	480+48=528	684	361.152
12	580+58=638	552	352.176
14	690+69=759	468	355.212
16	820+82=902	412	371.624
18	970+97=1067	368	392.656
20	1200+120=1320	340	448.800
<b>Средња површина на свим дометима</b>	<b>742.5</b>	<b>594</b>	<b>371.200</b>



На основу поређења табела Т.5.4. и Т.5.5. види се да је одступање величина циљева сведених на дужину од 11 вероватних скретања по правцу и 4 вероватна скретања по дубини приближно 1:10,8. Дакле, рентабилни циљ артиљеријске батерије условно редукован на рентабилне величине ваздухопловног гађања самерљив је са 10,8 пута већом површином у просеку, зависно од домета

**Став 36.**

**Одступање величина циљева артиљерије и ваздухопловства нормираним рафалом сведених на дужину од 11 вероватних скретања по правцу и 4 вероватна скретања по дубини приближно износи 1:10,8.**

Тако на пример дужина авио налета од  $L = 620$  m приближно одговара ширини артиљеријског циља који артиљерија гађа на домету  $Dg = 12$  km и износи око 638 m. Површина таквог артиљеријског циља била би широка 552 m и имала површину од  $352176$  m<sup>2</sup> односно око 35 ha. Поређењем ове вредности са средњим ваздухопловним циљем добија се приближан однос вредности величина рентабилних циљева 1:10,8. Карактеристично је приметити да су грешке ваздухопловног гађања мање зависне од домета и да се лакше могу нормирати и усредњити као што је то учињено у претходном поглављу. Вероватна скретања по правцу и домету артиљеријских циљева теже се усредњавају па је зато наведен облик циља на домету од 12 km као најсличнији ваздухопловном по дужини и око 10 пута шири по правцу.

Ова анализа јасно указује на проблем нормирања ваздухопловне подршке и њеног поређења са артиљеријом али указује и на место и улогу ваздухопловства зависно од облика и типа циљева. Из саме структуре циљева види се да је ваздухопловство наменски ефикасније за дејство на линијски и тачкасто груписане циљеве док артиљерија врши запречна дејства ширег простора на истим ширинама али већим дубинама.

Ово су први компаративни подаци о могућностима прекривања површине циља ракетном ватром израчунати на бази вероватних скретања и норматива по којима се усвајају величине циљева приближно изједначених за гађање из ваздуха

и гађање са копна. Даља анализа биће усмерена на густину ватре, норматив потрошених пројектила и трошкове испалених ракета како би упоредна мера артиљерије и ваздухопловства и опште непосредне ватрене подршке за запречну ватру била упоредива.

### **ДИСКУСИЈА РЕЗУЛТАТА:**

Пошто је циљ који је одређен артиљеријском ватром и пренормиран по облику за поређење са ваздухопловним типом гађања, то ће се појам степена уништења циља мерити само елементарном површином уништења једном ракетом.

За сведене артиљеријске циљеве број пројектила који га погоде представља искоришћење рафала, док је за ефикасност дејства на циљу меродавна елементарна површина једног пројектила. Насупрот томе у ваздухопловству степен искоришћења рафала усвојен је као нормиран на 100% искоришћења ракета. Ако у артиљеријски циљ, који се гађа снопом по ширини, упадне 37% до 50% пројектила, односно приближно 40 % испалених пројектила за снап ширине 11Vр, онда батерија на његову средњу вредност од 371000 m<sup>2</sup> испали 128 ракета. Од тога 40 % ракета, дакле 51,2 ракете изврши ефикасно дејство бојевом главом. Пошто је једна бојева глава ефикасна на површини од 500 до 525 m<sup>2</sup> (према усвојеном ставу 27 и објашњењу у 5.2.2.), то је укупна уништена површина без преклапања погодака  $500 \times 51,2 = 25600 \text{ m}^2$  односно 26.775 m<sup>2</sup> ако је елементарна површина уништења 525 m<sup>2</sup>. Поређено са величином циља од 371000 m<sup>2</sup>, ефикасност уништења биће мања од 10%. односно кретаће се од 0,069 до 0,073. То указује на чињеницу да су због великих растурања по правцу и дубини артиљеријска гађања веома захтевна по потрошњи муниције а мање ефикасна за уништење циљева распоређаних по ширини фронта.

Да би ефикасност гађања снопом по ширини на редуковани артиљеријски циљ била процентуално иста као и за гађање из хоризонталног лета која се креће од 0,117 до 0,124 истом нормираном ракетом, потребно би било испалити 217 до 220 ракета са ефикасношћу од 0,117 до 0,124 у зависности од калибра (122 до 128 mm). У том случају батерија би морала да има 8 лансера од којих би два по два гађала у сасређени нишански снап, по редукованој ширини са кораком од

2,33Vp. Тада би ефикасност артиљеријске ватре и ваздухопловне ватре била самерљива али би циљеви били 10 до 11 пута већи у корист артиљерије.

**Став 37**

Уколико се и потрошња муниције посматра пропорционално разлици величине циљева, тада се долази до важног става о нормираној величини рафала исте ефикасности, али само као трошка муниције, пошто његово испаливање не би дало исти очекивани ефекат као нормирани рафал из ваздухоплова због карактера случајних гршака. Број од 217 до 220 ракета, подељен на величину циља која је 10,8 пута већа у артиљеријском ракетном гађању, говори, да би се исте ваздухопловне гађане површине са 8 нормираних ракета, уништиле артиљеријом са 20,09 до 20,37 тј. око 20 ракета. Ово дакле, представља нормирани рафал артиљеријске ватре нормираним ракетама који уништава исти циљ као ваздухоплов у бришућем хоризонталом налету са 8 ракета .Однос средње потрошње нормиране ракетне муниције, дакле, на циљ исте величине износи 2,5. (уз напомену да је нормирање вршено на домету од 12 km за артиљерију).

## **ПОГЛАВЉЕ 6.**

### **ДЕГРАДАЦИЈА ВАЗДУХОПЛОВНЕ ВАТРЕНЕ ПОДРШКЕ У РАФАЛНИМ ДЕЈСТВИМА НЕВОЂЕНИМ РАКЕТАМА**

#### **6.1. ДЕГРАДАЦИЈА ЕФИКАСНОСТИ ДЕЈСТВА НА ЦИЉ И ВАТРЕНЕ И БОРБЕНЕ МОЋИ НОРМИРАНОГ РАФАЛА И ВАЗДУХОПЛОВА**

Технолошке могућности ваздухопловства за борбене задатке ваздухопловне подршке анализирају се по основу следећа два питања:

- Да ли је рационалније користити хеликоптерске, ваздухопловне или комбиноване борбене платформе (у новије време и беспилотне наоружане борбене летелице) [81], или борбени задатак решити артиљеријским ракетним јединицама уколико то домет артиљеријских оруђа дозвољава?
- Да ли у тактичком разматрању ватрене моћи и ефикасности деловања из ваздуха има смисла извршити унификацију ватреног дејства по типу муниције и брзини ватре а на основу нпр. критеријума датих у поглављу 3.

Прво питање, је разрађено у поглављима 4 и 5. па ће се у даљем раду разматрати друго питање у коме се оцена врши одговарајућим математичким моделима од којих су, између осталих, могући и детерминистички модели боја за две или више страна у сукобу [82,83,84,85].

Квалитет наоружања се тешко може оценити само такозваном ватреном моћи, кроз брзину ватре и вероватноћу поготка појединачног или групе пројектила [81] у декларисаним, нормираним авио налетима који су параметарски заступљени у детерминистичким моделима. Због тога је корисно формирати

иновирани комбиновани модели, чији би циљ у почетној фази истраживања било, испитивање функције за општу оцену борбених могућности једне наоружане борбене платформе, намењене једном типу ватреног дејства, на исте типове циљева редуковањем њене распложиве ватрене моћи.

Модели Динер-а [84,86,87,88]. намењени су за оцену дејства на просторне циљеве, а могу се разрађивати тактички за различите супозиције страна у сукобу.

Ако се за овакво моделирање усвоји ваздухопловна платформа наоружана за непосредну ватрену подршку копненим снагама, онда је њено дејство на површинске циљеве саобразно дејству артиљеријских јединица, али ова дејства по капацитету ватрене моћи до сада нису целовито и потпуно упоређивана. У овом поглављу биће спроведен приближни поступак за оцену редуковане борбене могућности једног ваздухоплова наоружаног вишецевним бацачима ракета истог калибра и исте јединичне ефикасности у дејству на површинске циљеве, а за непосредну ваздухопловну подршку КоВ- у. [81,89,90,91].

Наоружање ваздухоплова за непосредну ватрену подршку које у овом случају чине више ракетних лансера калибра 128 mm (односно 122 mm) смештених на ваздухопловну борбену платформу ГАЛЕБ Г-4 и СУХОЈ СУ-25Т, није могуће раздвојити на број оруђа уништених и преосталих у току авио налета. Због тога ће се разматрати ваздухоплови третирати као јединичне борбене платформе са више оруђа једнородног типа, тј. са укупном, интегрисаном ватреном моћи, на основу које се врши процена њихове борбене моћи (способности).

Наоружани ваздухоплови имају стварни број ракета са којима располажу у складу са декларисаним капацитетом носивости (табеле Т.1.1. и Т.1.4. прилог А.) У току авио налета из обрушавања или хоризонталног лета, ваздухоплов деградира своју борбену способност. Нова мања, еквивалентна вредност, последица је смањења стварне ватрене моћи, због деловања на циљеве рафалном ватром. Овакви модели су основа за анализу рањивости појединачних борбених платформи, па су у Америци развијени читави концепти студија познатих као

РЕХРОТ, LEVРОТ, DYNРОТ [89]. Њихова суштина је, да је рањивост ваздухоплова функција властите ватрене моћи и параметара властитих ватрених способности (брзине ватре) [81].

## **6.2 ДЕГРАДАЦИЈА БОРБЕНИХ МОГУЋНОСТИ ВАЗДУХОПЛОВНИХ ПЛАТФОРМИ У ТОКУ РАКЕТИРАЊА ВБР-ом**

Деградирање ватрене моћи ваздухоплова посматра се преко текуће релативне вредности ватрене моћи једне рафалне ватре, али такође, и преко текуће укупне релативне вредности ватрене моћи свих узастопних рафала [89,92,93]. На тај се начин успоставља зависност појединачних, рафалних и резултујућих, укупних, губитка ватрене моћи реализованих кроз све извршене рафале. Ове величине служе, као основ, за оцену њеног утицаја на борбену моћ наоружаног ваздухоплова ВБР лансерима одговарајућег ватреног капацитета.

**За симулацију оваквог концепта усваја се следећа хипотеза [91]**

*Усвојена је хипотеза да ће ваздухоплов у више налета деградирати своју борбену моћ и да ће укупни, стварни, број рафала бити сваки различито ефикасан. То показују и експерименти авио налета у обрушавању (поглавље 4.), у којима се јасно види повећано растурање погодака као последица смањења борбене ефикасности дејством на исти циљ по приближно истим (сличним ) условима ракетирања. Однос броја ракета које преостају у току лансирања у рафалу у авио налету, и броја ракета са којима је располагао на почетку рафала, представља релативну ватрену моћ ваздухоплова мерену у том рафалу. Стварна деградација релативне ватрене моћи сваког рафала из ваздухоплова је пропорционална потрошеној муницији. Међутим, такав ваздухоплов, поново наоружан, имао би исту ватрену моћ као и у претходним налетима па би појам деградације ватрене моћи, услед рафалне ватре био обесмишљен. Због тога се уводи појам деградације, тј. неефикасности ватрене моћи услед рафалног испаливања ракета. Релативна ватрена моћ ваздухоплова сваког од рафала сматра се као стопроцентна на почетку сваког*

*авио налета и деградира се од те вредности на мању помоћу усвојеног математичког модела. Усвајени математички модел уводи динамичку промену ефикасности појединачних рафала јер се у њему претпоставља да нису сви рафали подједнако ефикасни, иако су испаљени на исте циљеве и у истом броју ракета. На основу релативне деградације, реализоване на крају рафала, прерачунава се еквивалентни број ракета са којим ваздухоплов улази у нови авио налет, као новом почетном вредношћу. Степен деградираности релативне ватрене моћи у сваком рафалу процењује се математичким моделом неприпремљеног боја, Lanchestera [84,85,95]. Усвојени модел је пропорционално завистан од брзине ватре ваздухоплова и обрнуто пропорционалан релативној ватреној моћи сведеној на, еквивалентни почетни број преосталих ракета. Укупна деградација ватрене моћи у свим рафалима представља степен деградације његове борбене моћи.*

Утицај појединачних и резултујућих губитка ватрене моћи на уништење циљева моделира се Динер-овом једначином [84,96], спрегнутом са релативном ватреном моћи ваздухоплова. Дакле, друга страна у сукобу у Динер-овој једначини је сам ваздухоплов чија се релативна ватрена моћ деградира.

Ваздухопловни циљ у обрушавању и у хоризонталном налету је површина.

У хоризонталном налету циљ има ширину укупне Гаусове расподеле грешака по правцу мерених вероватним скретањима испаљених ракета ( $8 V_p$ ). Дакле, све испаљене ракете сигурно упадају у њега па је вероватноћа погађања  $P_{\text{пог}} = 1$ . У  $4V_p$  вероватноћа погађања је  $P_{\text{пог}} = 0,5$ ., дакле, половина ракета у рафалу упада у такву ширину. Дужина циља једнака је путу који пређе ваздухоплов током времена налета приближно константном брзином према табели Т.5.3. и износи приближно  $11 \times 8V_p$  ( $11,76 \cdot V_p$ ). Овај податак коришћен је за поређење са артиљеријском ватром у поглављу 5.

У обрушавању циљ има ширину 8 вероватних скретања по правцу ( $8 V_y = 8V_p$ ) и 8 вероватних скретања по домету ( $8V_x = 8V_d$ ), собзиром на утицај грешака нишањења датих у вредности  $V_y$  и  $V_x$  (Т.5.3. колона 1.). Одступања величине циља у коју упадају све ракете (експеримент поглавље 4.) показују да стварно постоји деградација ватрене моћи ваздухоплова при гађању у

обрушавању, па се може извршити нормирање деградације и на тај начин оправдати употреба модела еквивалентне ватрене моћи. Наиме, у експерименту, приближно једнаки услови, како временски тако и ваздухопловни, показали су да исти рафал са истог ваздухоплова, на исти циљ, даје различито растурање погодака у различитим рафалима. Ако би површина циља била фиксирана и одређена налетом који је дао најмању површину свих погодака (подпоглавље 5.5.), и износила  $8V_p \times 8V_d$ , онда сваки следећи налет би такву површину погодио са мањим бројем ракета. Ова чињеница се може сматрати експерименталним доказом деградације ватрене моћи.

Сличан приступ употребљен је у раду [90,97,98], за прорачун функције ризика, рањивости, као и прорачуна века борбеног преживљавања.

У моделу, представљеном у овом раду, ваздухопловна платформа има више борбених налета на одговарајућу територију и у фиктивну битку улази са почетним бројем ракета  $M_{p0}$ . Ракете се са ваздухоплова испаљују одређеном брзином  $\lambda$ , која представља апсолутну вредност брзине промене броја ракета  $M_p = M_p(t)$  преосталих на платформи у сваком тренутку  $t$  битке, тј.  $\lambda = -\frac{dM_p(t)}{dt}$ . Вероватноћа поготка сваке ракете је  $p = 1$ , пошто је свака упала у величину циља. Како је усвојено да је непријатељ пасиван, тј. не одговара на ваздухопловну ватру, то је деградирана вредност (ватрена моћ) ваздухоплова у току битке,  $m_p = m_p(t)$ , и зависи само од тренутно расположивог, стварног броја ракета  $M_p = M_p(t)$ . Свака испаљена ракета, дакле, смањује, деградира, на одређени начин вредност платформе  $m_p = m_p(t)$ , тако да у оваквом "боју" улогу друге стране фиктивно игра сама, ваздухопловна платформа. Због тога, што се платформа самодеградира, коефицијент атриције супротстављене стране је једнак коефицијенту атриције платформе [89], и износи:

$$\alpha_p = \lambda_p = -\frac{dM_p}{dt}. \quad (6.1).$$



У овом моделу уводи се ватрена моћ платформе као вредност на почетку "боја", [99],  $m_{p_0} = m_p(t=0)$ , и одговара, расположивом стварном броју ракета  $M_{p_0} = M_p(t=0)$  са којом ваздухопловна платформа улази у "бој", па важи да је:

$$m_{p_0} = M_{p_0} \quad (6.2).$$

У току битке текућа, деградирана вредност платформе  $m_p = m_p(t)$  не поклапа се са стварним (расположивим) бројем ракета  $M_p = M_p(t)$ , већ се оцењује, као тзк. модификованим, еквивалентним бројем ракета. Разлог за овакав став лежи у чињеници да самодеградација, тј. фиктивна брзина промене броја ракета,  $\frac{dm_p}{dt}$ , није једнака брзини промене стварног броја ракета  $\frac{dM_p}{dt}$ . То се образлаже уделом једне (сваке) испалене ракете у тренутној вредности броја ракета на ваздухопловној платформи  $m_p = m_p(t)$ . Коefицијент корекције, деградације платформе, у односу на брзину промене стварног броја ракета  $\frac{dM_p}{dt}$ , је бездимензионалан број  $\frac{1}{m_p}$ , јер ставља у однос једну ракету и еквивалентан број преосталих ракета којима се одређује тренутна вредност ватрене моћи платформе. Овај коefицијент указује, на чињеницу да је утицај сваке испалене ракете све већи што је деградирана ватрена моћ платформе мања.

На основу претходно изнесеног концепта, диференцијална једначина деградације ватрене моћи платформе, дакле, гласи:

$$\frac{dm_p}{dt} = -\frac{dM_p}{dt} \frac{1}{m_p} \quad (6.3)$$

односно

$$\frac{dm_p}{dt} = -\alpha_p \frac{1}{m_p} \quad (6.4)$$

Пошто појам "еквивалентан број ракета" није апсолутан (зависи од модела деградације) и према томе није подесан за нормирање оцене стварне ватрене и коначне борбене моћи платформе, уместо њега је у једначини (6.4) корисније увести, (као што је наведено у претходном тексту), функцију релативне

деградације ватрене моћи  $\mu_p = \mu_p(t)$  као однос функције текућег еквивалентног броја ракета  $m_p = m_p(t)$  и почетног еквивалентног броја ракета  $m_{p_0}$  :

$$\mu_p(t) = \frac{m_p(t)}{m_{p_0}} = \frac{m_p(t)}{M_{p_0}}, \quad (6.5)$$

при чему је:

$$\mu_p(t=0) = 1, \quad (6.6)$$

Занимљиво је нагласити да је само у почетном тренутку, почетни број еквивалентних ракета једнак стварно расположивом. Дакле, у сваком рафалу нови почетни број ракета је фиктивна еквивалентна вредност која указује на степен деградираности гађања преосталим ракетама.

Диференцијална једначина (6.4), деградације платформе [85,100], собзиром на израз (6.5) добија облик:

$$\frac{d\mu_p}{dt} = -\alpha_p \frac{1}{\mu_p M_{p_0}^2}, \quad (6.7)$$

Једначина (6.7) погодна је , не само за нормирање оцене стварне борбене моћи платформе, већ и за математички опис модела вишерафалног боја.

Ако ваздухопловна платформа под истим условима “n” пута врши рафалну ватру, при чему је време трајања сваког рафала  $\Delta t$  , и брзина ракетне ватре сваког рафала иста, онда се за било који  $i$  - ти рафал,  $i = 1, 2, \dots, n$ , могу увести следеће величине:

$m_{p(0)} = M_{p_0}$  - почетна вредност еквивалентног броја ракета платформе за први рафал одређена једначином (6.2),

$m_{p_i} = m_{p_i}(t)$ ,  $0 \leq t \leq \Delta t$  , - текућа вредност еквивалентног броја ракета као исказ деградиране ватрене моћи платформе у  $i$ -том рафалу,

$m_{p(i-1)} = m_{p(i-1)}(\Delta t)$  - почетна вредност еквивалентног броја ракета као исказ ватрене моћи платформе за  $i$  – ти рафал, након деградације у претходном ( $i - 1$ ) рафалу.

Релативна (текућа) деградација ватрене моћи платформе у  $i$ -том рафалу, дата као однос еквивалентног броја ракета  $m_{p_i}$  и почетног еквивалентног броја  $m_{p_{(i-1)}}$  за посматрани рафал износи:

$$\mu_{p_i} = \mu_{p_i}(t) = \frac{m_{p_i}(t)}{m_{p_{(i-1)}}}, \quad (6.8.)$$

Пошто сваки рафал врши деградацију независно од претходног, то је његова почетна вредност релативне деградације ватрене моћи платформе дата изразом (6.6) и износи:

$$\mu_{p_i}(t=0) = 1, \quad (6.9)$$

Треба имати у виду да се у сваком рафалу деградира преостали еквивалентни број ракета из претходног рафала који је у сваком рафалу све мањи, па се промена релативне деградације функционално спреже у сваком рафалу са новом почетном вредношћу еквивалентног броја а истом релативном деградацијом.

Диференцијалне једначине одговарајуће платформе по функцијама њене релативне деградације ватрене моћи у сваком рафалу аналогне су једначини (6.7) и гласе:

$$\frac{d\mu_{p_i}}{dt} = -\alpha_p \frac{1}{\mu_{p_i} m_{p_{(i-1)}}^2}, \quad i = 1, 2, 3, \dots \quad (6.10)$$

док је њихово решење, собзиром на почетне услове (6.9) ( $\mu_{p_i}(t=0) = 1$ ):

$$\mu_{p_i}(t) = \sqrt{1 - \frac{2\alpha_p}{m_{p_{(i-1)}}^2} t}, \quad (6.11)$$

где су:

$\lambda$  - брзина ракетне ватре [1/s],

$\alpha_p = \lambda_p$  - коефицијент атриције (брзина вероватне ватре),

Функција стварне релативне деградације ватрене моћи платформе након  $i - 1$  рафала, а током  $i$  – тог рафала, тј.у тренутку  $(i-1)\Delta t < t < i\Delta t$ , представља текућу деградацију борбене моћи борбене ваздухоплова (редукована борбена моћ), [101,102], и износи:

$$\mu_p(t) = \mu_{p_i}(t) \prod_{j=1}^{i-1} \mu_{p(j)}, \quad (6.12)$$

уз услов да је:

$$\prod_{j=1}^{i-1} \mu_{p(j)} = 1 \text{ за } i = 1. \quad (6.13)$$

На основу формираних израза и једначина деградације ватрене моћи платформе у вишерафалном ”боју” испитане су неке карактеристике функције деградације борбене моћи ваздухоплова.

На слици 6.1. приказане су функције релативних деградација ватрене моћи за сваки рафал. Вредност ове функције у сваком рафалу деградира од 1 до неке ниже вредности. Релативне деградације ватрене моћи на крају сваког рафала је у сваком следећем налету све мања. То значи да иако је исти број ракета, испален у сваком рафалу, платформа из рафала у рафал деградира све брже.

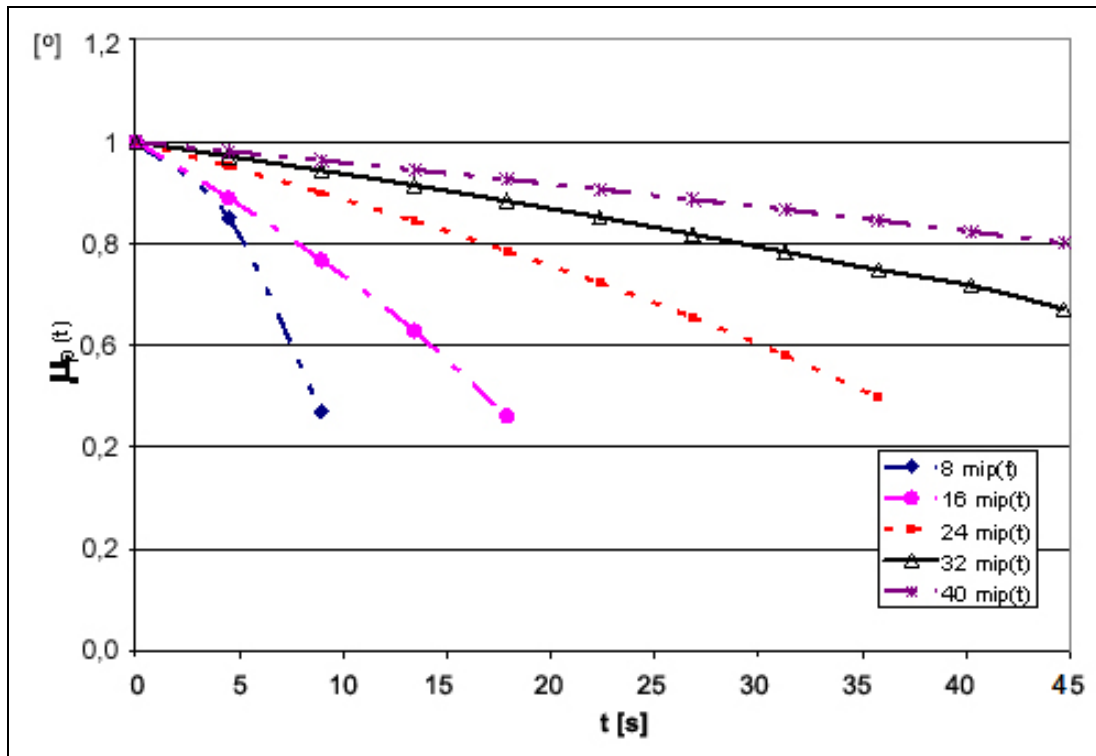
Описани феномен зависи и од почетног капацитета исказаног бројем ракета тј.рафала. На слици 6.1. приказано је неколико варијанти почетног броја ракета и то: 8, 16, 24, 32, 40 ракета са којима могу бити наоружани разматрани ваздухоплови. Тако нпр. за ваздухоплов ГАЛЕБ Г-4 почетно наоружање одговара кривој са 16 ракета 128 mm, док ваздухоплову СУХОЈ 25Т одговара крива са почетним наоружањем од 40 ракета S-13Т. Види се да је,узастопна деградација релативне ватрене моћи у сваком рафалу пуно мање изражена за ваздухоплов СУХОЈ СУ-25Т са 40 ракета, него за ГАЛЕБ Г-4 са 16 ракета. У првом рафалу ваздухоплов ГАЛЕБ Г-4 губио би квалитет релативне ватрене моћи од 4%, у другом 5%, у трећем 6%, у четвртном 9%, без обзира што би у сваком од рафала испалио само по 8 ракета. Ваздухоплов СУХОЈ СУ-25Т после првог рафала губи 1%, после десетог свега 2%, што практично значи да му је деградација ватрене моћи у рафалима слабо зависна од њиховог броја. Коначно се може закључити да

један рафал деградира своју ватрену моћ зависно од тога који је по реду испален на ваздухопловној платформи. Уколико ваздухоплов има већи капацитет тј. број ракета та ће зависност бити мање изражена. Генерално гледано, слика 6.1 је општеважећа за било који калибар ракета наоружаних ваздухоплова. Капацитет броја ракета, које ваздухоплов понесе у једну мисију, зависи од калибра ракета и њихове масе. То значи, да исти ваздухоплов наоружан већим бројем нормираних рафала ракетама мањег калибра има мању деградацију појединачних рафала. Дакле, ваздухоплов се деградира пропорционално броју рафала које испали. На основу тога може се закључити да је ваздухоплов ГАЛЕБ Г-4 погодан за ракете мањег калибра, пошто у свом б/к има капацитет од 64 ракете 57 mm. тј. 8 нормираних рафала. У поређењу са почетним бројем ракета од 40 за ваздухоплов СУХОЈ СУ-25Т, број од 64 ракете је већи, па би по тој логици деградираност ватрене моћи по рафалу за ГАЛЕБ Г-4, била још мања него што приказује дијаграм појединачне деградације СУХОЈА СУ-25Т. Једноставно речено важи пропорционалност броја нормираних рафала и губитка ватрене моћи. Овакви закључци имају техничко-технолошку логику и могу се усвојити као општи исказ стварне ефикасности ваздухопловне подршке различитих летелица.

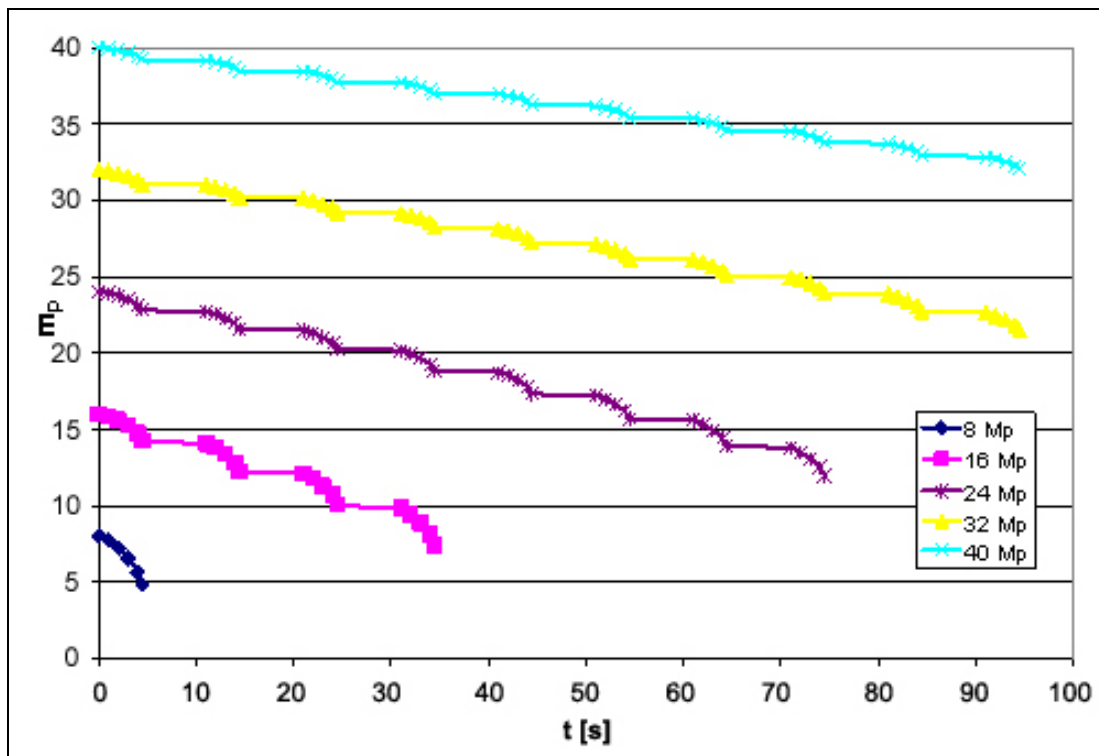
Криве на слици 6.2. указују на деградацију борбене моћи целокупне ваздухопловне платформе која је прерачуната на бази сумарних деградација појединачних ватрених моћи на крају сваког од рафала. Дакле, под борбеном моћи подразумеван је капацитет свих рафала на ваздухоплову а под његовом ватреном моћи ефекат једног нормираног рафала на нормирани циљ. Дијаграм на овој слици исказује посебно својство целе борбене платформе кроз претходно исказане ставове о ватреној моћи. На основу наведеног важи да је брзина деградације борбене моћи ваздухоплова обрнуто пропорционална порасту броја нормираних рафала. Дакле, најбржу деградацију има ваздухоплов са једним нормираним рафалом тј. са 8 ракета а најспорију ваздухоплов са пет рафала тј. са 40 нормираних ракета.

Број рафала који описују деградацију не одговара стварним могућностима наоружања ваздухоплова по капацитету ракета, пошто је усвојен нормирани рафал од 8 нормираних ракета са нормираним временом гађања од  $t = 4,4$  сек.





Слика 6.2. Укупни губитак релативне борбене моћи  $\mu_p(t)$ , различито наоружаних ваздухоплова у току континуалног коришћења рафала по времену рачунато за 8, 16, 24, 32, 40 ракета [91]



Слика 6.3. Фиктивно смањење броја ракета наоружаних ваздухоплова због губитка релативне ватрене моћи у рафалима за 8, 16, 24, 32, 40 ракете ( $n_p(0) = M_p$ )

Ако би се ефикасност наоружања мерила губитком почетног капацитета броја ракета, због губитка релативне борбене моћи, онда би ваздухоплов наоружан са 40 ракета могао да рачуна да ће после десет рафала бити ефикасан као да је био наоружан са око 32 ракете (слика 6.3). Ваздухоплов наоружан са 24 ракете би могао да рачуна да ће бити ефикасан после осам рафала као да је био наоружан са 12 ракета (слика 6.3).. Ваздухоплов наоружан са 16 ракета би могао да рачуна да ће бити ефикасан после 4 рафала као да је био наоружан са 8 ракета (слика 6.3). При том би први провео у ваздуху у континуалном ракетирању око 95 сек, други око 75 сек, трећи око 35 сек (слика 6.3). што су резултати моделирања смањења борбених могућности ваздухоплова по овом разматраном моделу. Дакле, СУХОЈ СУ-25Т наоружан са 40 ракета деградира ефикасност исказану еквивалентним бројем ракета за вредност једног целог нормираног рафала за нешто мање од 100 сек. континуалног ракетирања. Ваздухоплов ГАЛЕБ Г-4 наоружан са 16 ракета, ту вредност деградира након 35 сек. континуалног ракетирања. Пошто ваздухоплов ГАЛЕБ Г-4 нема 40 ракета у свом б/к, то значи да за време проведено у испаливању два нормирана рафала, деградира само 4 еквивалентне ракете тј.  $\frac{1}{2}$  нормираног рафала. Исто важи и за СУХОЈ СУ-25Т, који може да оствари 5 нормираних рафала у току којих се изврши еквивалентна деградација такође од 4 ракете тј.  $\frac{1}{2}$  нормираног рафала. На тај начин се стварна деградација борбене моћи, прерачуната на еквивалентно смањење броја ракета, може сматрати истим за оба разматрана ваздухоплова.

### **6.3 ДЕЈСТВО НА ЦИЉЕВЕ И ЕФЕКАТ ДЕГРАДАЦИЈЕ У РАЗЛИЧИТИМ МОДЕЛИМА РАКЕТИРАЊА**

Уништење циља суштински је могуће анализирати досадашњим методама без симулације детерминистичким временским моделима. Ипак за анализу авио налета и његовог ракетирања постављају се 2 питања које спрегнути модел деградације ватрене моћи са уништењем циља може да покаже као мање или више ефикасан у студији оваквог процеса. Ако се у класичној артиљерији, искуствено узима у обзир, да сасређеном ватром батерије циљ величине  $4V_p \times 4V_d$ , треба повећати на величину  $5-6 V_p \times V_d$  [70,74], онда се проблем



ваздухопловног ракетирања своди на проблем одређивања еквивалентног повећања циља у складу са изведеним моделом деградације. У овом раду биће направљен покушај да се помоћу изведеног модела деградације, утврди, колико је заправо потребно повећати величину циља при дејству сасређеном ватром, ако се ефекат деградације, израчунат из еквивалентног броја ракета преведе у еквивалентно повећање површинског циља под дејством нормираног рафала. Динерове једначине [84,94,95], изведене су из детерминистичког модела неприпремљене ватре уз уважавање почетне ватрене моћи. Ако се почетна ватрена моћ третира као деградирана могуће су две варијанте:

1. У којој је ватрена моћ једног рафала све већа на преостали неуништени циљ (ВАРИЈАНТА Б)
2. На којој је ватрена моћ једног рафала иста у односу на површину циља на коју делује, али су почетни услови за уништење циља другачији у сваком следећем авио налету.(ВАРИЈАНТА А)

У оба случаја за ватрену моћ не користи се деградирани број ракета већ стварни али се деградација третира спрезањем Динеровог модела са деградираном летелицом.

Собзиром да се разматра капацитет једног учесника (једне летелице) на који се не врши контрабатирање у току времена Динерова једначина примењива је искључиво уколико истовремено тече деградација ваздухоплова и његово дејство на површински циљ. У супротном, уништење циља се може посматрати статички. Овакав приступ значајан је једино ако се посматра са два горе наведена аспекта као варијантама у моделирању. Почетна ватрена моћ је релативна вредност вероватне уништене површине свим испалјеним ракетама у рафалу и гласи:

$$U_i = \lambda_p \frac{8\sigma}{S_c^{(i-1)}} \quad (\text{ватрена моћ нормираног рафала од 8 ракета, [84]}, \quad (6.14)$$

(где је  $\alpha_p = \lambda_p$  у складу са 6.1.)

где је:

- $\sigma$  - површина уништења једном нормираном ракетом усвојена без преклапања погодака [ $m^2$ ],

$\lambda_p$  - коефицијент брзине ватре [прој./s],

$S_i(t)$  - текућа величина уништеног циља у сваком  $i$ -том рафалу,

$S_{(i-1)}^c$  или  $S_i^c$  - почетна површина циља на почетку  $i$ -тог рафала,

док је:

$$\mu_{c_i}(t) = 1 - \frac{S_i(t)}{S_{(i-1)}^c} - \text{релативна текућа преостала површина циља током } i\text{-тог рафала.} \quad (6.15)$$

Интервал времена сваког  $i$ -тог рафала износи  $\Delta t$  док се процес уништења циља одиграва у интервалу  $0 < t < \Delta t$

Ефикасност деградираног ваздухоплова у дејству на циљеве (у складу са Динеровим претпоставкама) [84],биће:

$$\frac{d\mu_{c_i}}{dt} = -U_i \mu_{p_i} \mu_{c_i}, \quad 0 < t < \Delta t \quad (6.16)$$

Решење једначине (6.16) у аналитичком облику за релативну вредност деградације ватрене моћи,  $\mu_{p_i}(t)$  као и за релативну текућу неуништену површину циља током  $i$ -тог рафала, уз почетни услов  $\mu_{c_i}(t=0)$  гласи:

$$\mu_{c_i}(t) = \mu_{c_i}(t=0) e^{-\frac{U_i m_{p(i-1)}^2}{3\alpha_p} (\mu_{p_i}^3 - 1)} \quad (6.17)$$

Остаје главно питање шта је и колико је  $\mu_{c_i}(t=0)$  на почетку сваког рафала у авио налету, као и колика је ватрена моћ  $U_i$  (израз (6.14)), деградираног ваздухоплова? И једна и друга величина представљају у сваком рафалу константе. Ако се релативна почетна површина сваког  $i$ -тог рафала, сматра јединицом ( $\mu_{c_i}(t=0) = 1$ ), то се оправдава чињеницом да ваздухоплов тек отпочиње уништење површине и да је почетна неуништена површина 100%., што одговара разматраној варијанти А. Ако се пак његова ватрена моћ сматра референтном за један рафал  $U_1$ , и мења се у сваком рафалу, онда је та, релативна величина

оправдана као променљива почетна вредност за сваку нову неуништenu површину из претходног рафала која је увек другачија.

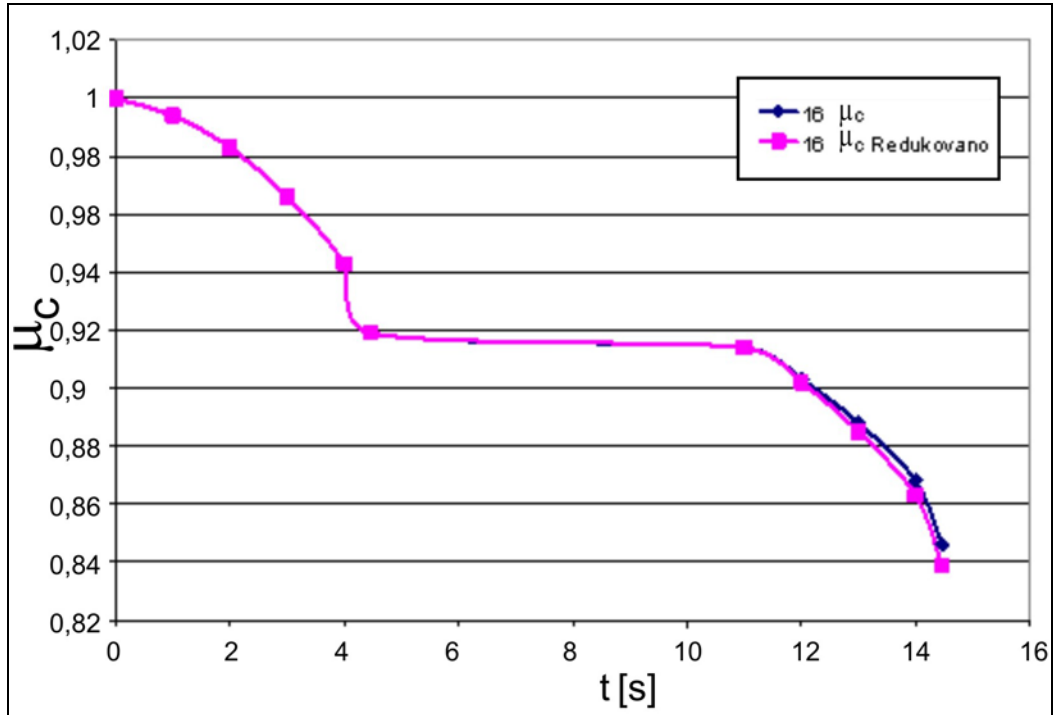
У овом раду су симулиране обе варијанте, како би се видео утицај деградације на уништenu површину за различите приступе гађања из обрушавања и из хоризонталног лета.

Дакле, модел чији су почетни услови, за релативну површину уништеног циља, на почетку  $i$ -тог рафала, релативне вредности добијене из претходних рафала  $\mu_{c_i}(t=0) = \mu_{c_{i-1}} < 1$ , при чему је нормирана површина уништења циља у свим рафалима иста ( $S_i^c$ ) тј. прорачунска почетна ватрена моћ се не мења  $U_i = \lambda_p \frac{8\sigma}{S_i^c} = const$ , одговара сукцесивном рафалном уништавању једног циља.

Уколико је ваздухоплов деградиран, а напада исти циљ са више рафалних ватри, понављајући авио налет или уколико више ваздухоплова паралелно ватром напада исти циљ уз јасан услов да је нормиран сагласно са осталим ваздухопловима, тј. гађа без преклапања са претходним погоцима, тада сваки од рафала делује увек на своју почетну површину па је релативна почетна неуништена површина увек  $\mu_{c_i}(t=0) = 1$ , односно 100%. (варијанта А). Дакле, оба модела користе деградирану моћ рафала али са другачијим почетним претпоставкама пре сваког рафала а у складу са изразима (6.14) и (6.15). Резултати деградације ватрене моћи преведени на површину уништеног циља показују следеће резултате смањења ефикасности ватреног деловања.

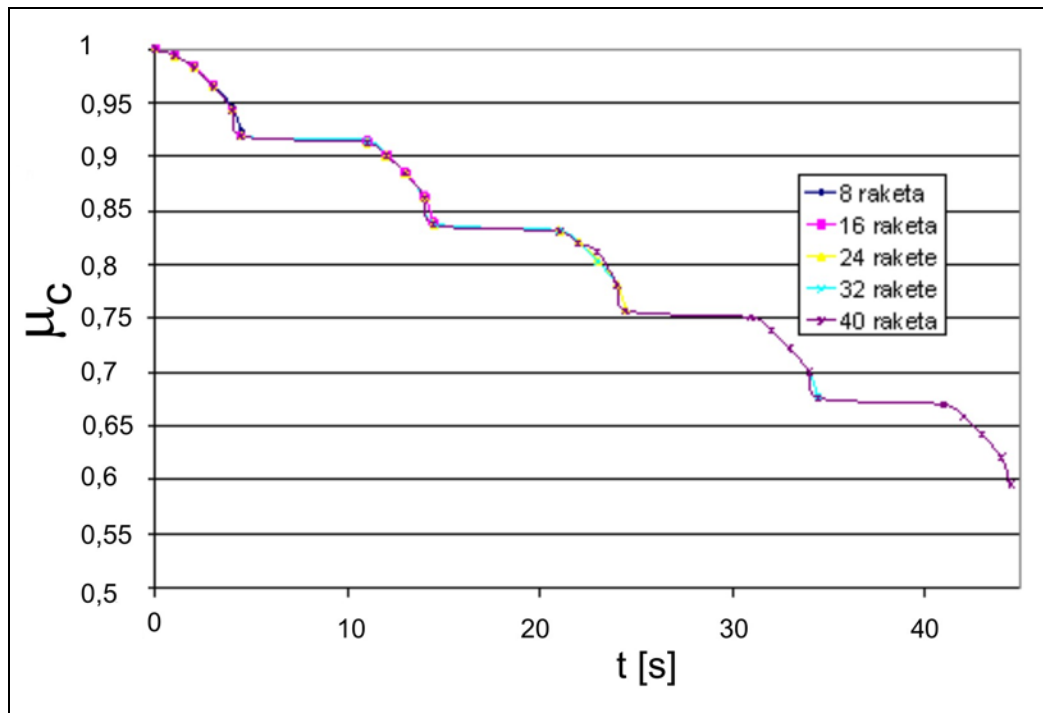
На бази података из табеле Т.6.1., а у складу са хипотезама о нормирању, усвојеним у претходним поглављима, дате су слике (6.4., 6.5. и 6.6.) за обе варијанте умањења ефикасности на циљу, и то:

- ГАЛЕБ Г-4 (слика 6.4.)
- СУХОЈ СУ-25Т за сваки од модела појединачно на сликама 6.5. и 6.6.,



Слика 6.4. Деградација ватрене моћи за ваздухоплов ГАЛЕБ Г-4

И овде је изражен утицај капацитета почетног наоружања. На слици 6.4. види се да мали број почетно наоружаних ракета (16), не исказује никакакве разлике степена уништења циљева у времену нормираном рафалном ватром.



Слика 6.5. Деградација ватрене моћи за ваздухоплов СУХОЈ СУ-25Т

**Табела 6.1.** Почетни подаци за симулације модела деградације ватрене моћи  
ваздухоплова и уништења циља [91-редукована]

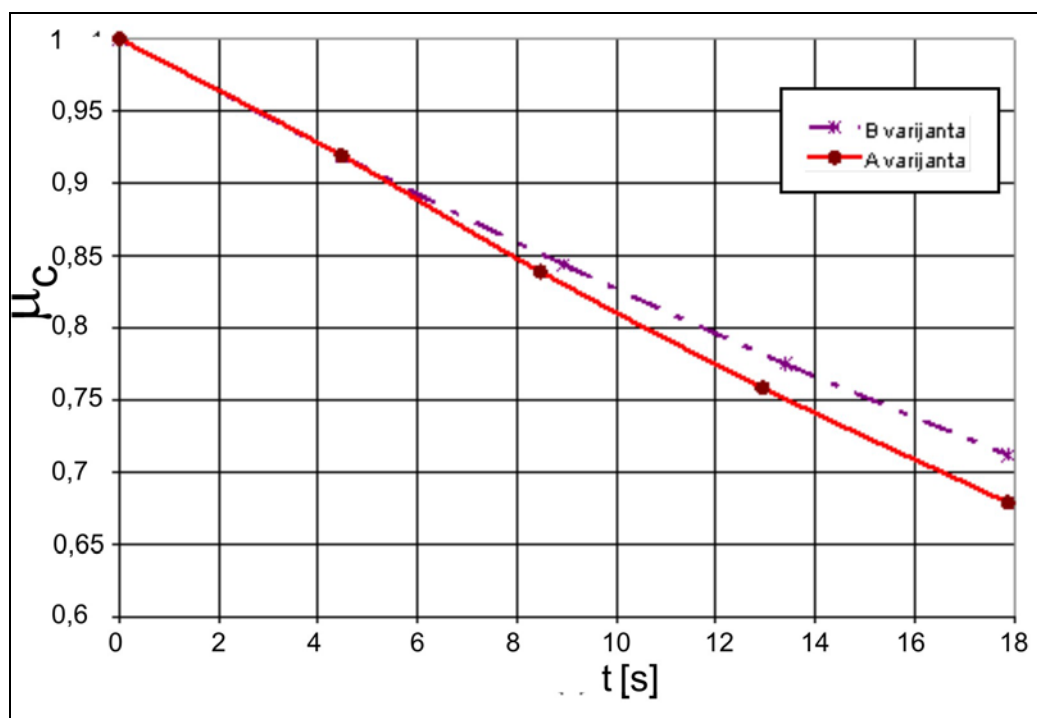
Број лансера	Број ракета у лансеру	Број ракета на ваздухоплову	Број нормираних рафала	Брзина ватре ( $\lambda$ )	Почетна величина циља у хоризонталном налету, $\times 10^4$ [m <sup>2</sup> ] $S_i^c$	Јединична уништена површ. нормираним радијусом $R_c=12,62$ [m]	Брзина лета ваздухоплова $V_a$ [m/s]	Број погодака по циљу ( $\omega$ )	Назив наоружања
2	4	8	1	2,2	1,705	4000	141	8	Ваздухопловни вишецевни бацач ракета ВБР 128mm (алтер. 127 ХВАР)
4	4	16	2	2,2	1,705	4000	141	8	
6	4	24	3	2,2	1,705	4000	141	8	
8	4	32	4	2,2	1,705	4000	141	8	
8	5	40	5	2,2	1,705	4000	141	8	S-13 (122mm)

На сликама 6.5. и 6.6. где је број ракета 40, модели показују разлике између брзине и градијента уништења циљева, дакле, ефикасност гађања за ваздухоплове са различитим почетним условима је различита. У складу са литературом [91] може се навести следећи важећи цитат: ”Почетни број ракета значајно утиче на релативно уништење циља само бројем поновљених рафала а не и брзином уништења. Дакле, чињеница која је логична, потврђује се сложеним моделом у коме различито наоружани ваздухоплови мењају градијент деградације своје ватрене моћи, али се ефикасност деловања на циљ исказује само нормираним бројем испљених рафала. Ватрену моћ и њен утицај на ефикасност уништења циља логичније је третирати моделом са **редуковањем** почетне ватрене моћи

$U_i = \lambda_p \frac{8\sigma}{S_i^c} \neq const.$  Тај модел показује брже уништење циља од модела са

фиксном ватреном моћи (слика 6.6.)(варијанта А.). То указује на чињеницу да ваздухоплов код кога се унапред разматра површина уништеног циља као елемент његове променљиве почетне ватрене моћи у сваком рафалу, узима у обзир у току рафала, не само редукацију сопствене ватрене вредности као борбене платформе. већ и снагу сваког рафала исказану његовим јединичним деловањем сваке од ракета”.

Слика оба модела уништења циља приказана је у [91];



**Слика 6.6.** Уништење циља при узастопном налету ваздухопловом, дејством ВБР ракетама нормираним рафалом на исти циљ за  $M_{p0} = 8, 16, 24$  ракете (варијанта А и варијанта Б). [91]

На основу постављених једначина у моделу деградације и њихових решења за нормирану рафалну ватру, као и на основу наведених почетних услова и података у табели Т.6.1, изведена је симулација софтверским пакетом Mathcad. Дијаграм показује значајно смањење градијента деградације укупне ватрене моћи и тиме спорије смањење редуковане борбене моћи за боље наоружане ваздухоплове са већим бројем ракета. Иако је симулација вршена до нивоа укупне деградације до 0.5, односно 50%, види се да ваздухоплов са 8 ракета најбрже деградира борбену моћ укупним смањењем ватрене моћи са само два нормирана рафала по времену.

## ЗАКЉУЧЦИ

Истраживања у овом раду тичу се појма познатог у војној терминологији као "Непосредна ватрена подршка" сведена на ваздухопловно и артиљеријско копнено деловање. Научни и развојни циљ рада био је покушај да се детаљније утврди повезаност модела механике боја, механике лета, балистике, теорије вероватноће гађања и дејства на циљу, и генеришу неки нови параметри који би се ефикасно поредила дејства два типа ватрене подршке истородним наоружањем, дејством са ваздухоплова и дејством из вишецевних бацача ракета са копна.

Реализован је приступ за заједничко оцењивање и мерење ефикасности деловања различитог наоружања усредсређеног на исте циљеве који се постављају јединственим тактичким задатком, познатим као *"здружена ватрена подршка."* Кроз такав концепт остварени су почетни услови да се пореди ефикасност, из ваздуха и са копна вишецевном ракетном артиљеријом као сличним наоружањем коришћеним под различитим условима. Оцена квалитета борбене платформе размотрена је са два аспекта.

- Један, који описује садржаје који се тичу начина војно-вредносног ангажовања различитих ваздухопловних платформи намењених копненој подршци (тактика), и
- Други, који пореди наменске ваздухопловне платформе за подршку КоВ-у, са копненим артиљеријским платформама, намењених деловању на циљеве артиљеријском ракетном ватром (разматрани су ,циљеви ,потрошња муниције, ватрено дејство и ватрна моћ).

1. Ради увођењу утицаја тактике за нормирање и процену непосредне ватрене подршке коју остварује ваздухопловство у здруженим задацима а у циљу поређења таквих дејстава са аналогним артиљеријским дејствима вишецевне ракетне артиљерије невођеним пројектилима, на самом почетку, је изабран концепт два наоружана ваздухоплова. Они су одабрани као могућа домаћа ваздухопловна платформа (ваздухоплов ГАЛЕБ Г-4) и инострана Совјетски СУХОЈ СУ-25, а који су усвојени као представници најмоћније и најскромније ракетне ватрене подршке невођеним ракетним пројектилима за дејство из ваздуха на површинске циљеве. Анализирани су елементи масеног модела ваздухоплова и флексибилност варијанти корисних терета.

Категорисана су три типа додатног оптерећења као новог модела приступа корисног терета ваздухоплова. Тиме су дефинисане посебне карактеристике ваздухоплова кроз нове појмове такозване ЈУРИШНЕ масе ваздухоплова, која улази у мисију, и пасивне, СЛЕТНЕ масе ваздухоплова, која излази из мисије копнене подршке КоВ-у. Оне нису типичне за досадашње, углавном, конструкторско представљање перформанси и корисног терета у категоризацији ваздухопловства. Разлика ових маса, представља чисту масу убојног терета и дефинисана је као **масени еквивалент ватрене подршке КоВ-у**. Овакав иновирани приступ, наменски је усвојен за наведене тактичке оцене ваздухоплова за подршку, а може се такође, користити и као мера у проценама ваздухопловне ефикасности по критеријумима трошкова оваквих задатака. Такође је уведен релативни јуришни и слетни однос маса сведен на масу празне летелице (ЗМАЈА), у форми **кофицијента флексибилности борбеног оптерећења**, и доказана њихова пропорционалност са масом њихових празних ваздухоплова (**''ЗМАЈ-ева''**). Тиме је уведен појам који корелира технологију ваздухоплова, дакле, масу ЗМАЈА са еквивалентом његове борбене масе и борбено ефикасног терета.

**Усвојен је нови параметар**  $K_{lx}^{-1}$  у својству показатеља квалитета ватрене моћи невођеног ракетног наоружања и назван, у даљем тексту, **кофицијент моћи наоружања**. Карактеристична је појава повећања овог коефицијента са повећањем броја пројектила на борбеној платформи као и са порастом калибра ракете, али спрегнуто са бројем пројектила са којима располаже ваздухоплов, што је последица повећане даљине гађања и веће масе сваке ракете. Ово одговара тумачењима о његовој валидности за оцену борбеног квалитета наоружања. Пошто у овај коефицијент не улази калибар као директна величина, то се у овом концепту не разматра ватрена моћ по дејству на циљу, већ само брзина испаливања и број пројектила као и њихова маса са којом располаже платформа. Тако дакле, лансер, који располаже са " $N_{r/lan}$ " ракета и све их испали на циљ, има **снагу ватрене моћи по квадратном метру** ( $W/m^2.lans$ ), погођених циљева тј. површинску борбену снагу.



2. Од свих тактичких типова дејстава ваздухопловства за подршку, која су у раду селективно разматрана, за оцену утицаја на ефикасност, усвојена су само дејства непосредне ваздухопловне подршке. У оквиру војне категоризације оваквих дејстава претпостављено је да ваздухопловна подршка делује по позиву КоВ- а, и то из приправности са земље, из ваздуха или по посебним наређењима која карактеришу садејство са копненом војском у њиховим непосредним операцијама (појам *здружене ватрене подршке*). Наведена дејства, третирана су кроз појединачне ефикасности ваздухопловних борбених платформи, у појединачним или групним тактикама напада, организованим у тактичке борбене јединице које делују сасређено на површински распоређене циљеве. Као нови приступ нормирању ватрене подршке, у овом раду, све тактике борбених поредака сведене су на поступак и радњу чији је циљ, да након маневра делују групно на циљ на три извршна начина и то:

- а) паралелно, истовремено, сасређено са више ваздухоплова,
- б) редно, узастопно сасређено, са више појединачних ваздухоплова,
- в) комбиновано

Тиме је капацитет ватрене подршке условљен и временским фактором који проистиче из оваквог приступа.

3. Разматрана су два типа сасређеног напада ваздухопловима и то:

- бришући хоризонтални лет и
- обрушавајући лет

са малих висина како би се нормирали летни услови за поређење са артиљеријом.

Разматрана је непосредна ватрена подршка појединачних и групних ваздухоплова који делују по позиву из различитих облика приправности, у паралелном и редном нападу, узастопним и истовременим деловањем сасређено, из бришућег или обрушавајућег лета, на површинске циљеве. Хоризонтални бришући лет на задатим висинама као и обрушавајући лет, разматрани су са константном брзином ваздухоплова и са средњом вредности ЈУРИШНЕ и СЛЕТНЕ масе, као референтне за оцену брзине реаговања и утицаја на параметре ватрене моћи. Констатовано је да таква два типа ватре,

у суштини, представљају врсту непосредног гађања и да се суштински разликују од артиљеријског посредног гађања.

4. Водећа идеја у раду и унификација ваздухопловних критеријума ракетирања на копнену војну ефикасност и обрнуто, довела је до нормирања дејства **јединичном нормираном ракетом** на површински циљ, као и до појма јединични циљ, усвојеним, као нови дефинисани заједнички еталон ракетне муниције за прекривеност циља у ваздухопловој и артиљеријској подршци. Циљеви, који се у ваздухопловству као и у артиљерији гађају сасређаним сноповима при обрушавању и хоризонталном лету, изједначавају се по ефикасном дејству са еталонираном уништеном површином од 500 до 525 m<sup>2</sup> (калибар 128 или 122mm), формираном јединичном нормираном ракетом, чији је радијус уништења  $R_c = 10$  до 12,62 m
5. Уведен је појам **нормираног рафала** од 8 нормираних ракета BR-128, као вредносног критеријума за оцену ефикасности ваздухопловства за задатке копнене војске и као мера за анализу трошкова извршења и употребе задатака подршке. Овај рафал је усвојен као еквивалентан истом рафалу оруђа S-13 калибра 122 mm ваздухоплова СУХОЈ СУ-25, ако се уједначе и нормирају средње ефикасностне карактеристике појединачних ракета у рафалу. Тада нормирани рафал представља један ватрени удар исти за оба ваздухоплова. Време испаливања нормираног рафал уведено је као критеријум боравка ваздухоплова у зони циља, како и нормираном бришућем хоризонталном лету, тако и у нападу из обрушавања. Оцена ватреног капацитета одабраних ваздухоплова за подршку упоређена је бројем нормираних ракета и нормираних рафала, са којима располажу у оквиру већ дефинисане целокупне **јуришне** масе.
5. Извршено је ефикасно еталонирање површинских циљева по критеријуму грешака погодака и рентабилног искоришћења броја ракета у рафалу. У складу са усвојеним димензијама циља на бази вероватног скретања по Гаусовој расподели вероватноће погодака, димензија циља смештена је у

оквиру слике погодака свих ракета. За димензије целобројних вредности вероватних скретања приближно је дефинисана рентабилна рафална ватра. На основу тако дефинисаног рентабилно искоришћеног броја јединичних нормираних ракета утврђена је и прекривеност циља ефикасним убојним дејством. Ради реалности оцене ваздухопловне ватре из обрушавања, циљеви су одабрани из експерименталног гађања на површински циљ дејством са по једним нормираним рафалом, ракетама калибра 128 mm, сасређеном ватром, у једну нишанску тачку. Дејства су вршена са ваздухоплова, ГАЛЕБ Г-4, са два налета ради потрошње укупног капацитета броја нормираних рафала,(2),односно 16 ракета калибра 128 mm,са којима максимално може да располаже овај ваздухоплов. Експерименти су обезбедили увид у следеће:

- Растурање погодака нормираног рафала односно прорачун стварних вероватних скретања по правцу и даљини,
- Оквире висина обрушавања на почетку и на крају ракетирања,
- Време трајања рафала,
- Одступања величина слика погодака у току вишерафалних налета истим нормираним рафалима.

На основу анализе експерименталног гађања утврђено је следеће:

- Вероватна скретања по правцу и даљини као норматив за величине ваздухопловних површинских цињева при обрушавању.Усвојени су исти критеријуми за вероватно скретање по правцу и за анализу хоризонталног лета и поређења са артиљеријским нормама рентабилног гађања. Грешке по домету ракета које су испале у хоризонталном лету у правцу кретања ваздухоплова, нису разматране као утицајне на величину циља.Ово због тога што се оне суперпонирају са одступањима лета дуж линије дејства на циљу не утичући на чињеницу да увек све ракете сигурно упадају у дуж циља одређену временом прелета ваздухоплова константном брзином за време трајања нормираног рафала. ***Дакле хоризонтални лет третиран је једнодимензионалном Гаусовом расподелом.***

- Аномалија *деградације* ефикасности ваздухопловног прекривања циља при дејству рафалном ватром ракетама, уочену на основу потрошње муниције и броја нормираних рафала.
- Утврђен је степен прекривености, сваког од гађаних циљева, радијусом уништења нормираних ракета и на основу тога дефинисана је величина рентабилног циља, зависно од грешака погодака рачунатих по вероватним скретањима са и без утицаја тачности. Констатовано је, да је упутно за циљеве, који се гађају обрушавањем, усвојити као циљ целокупне слике погодака по Гаусовом закону, док је за циљеве који се гађају хоризонталним бришућим летом то дефинисано само за скретања по правцу без грешака тачности, (одступања средњег поготка од нишанске тачке), које у хоризонталном лету нису имале исти карактер као при обрушавању.

6. Дефинисани су и нормирани начини, еталони лета, јединствени за оба упоређена ваздухоплова и то:

- а) брзина хоризонталног лета на задатој усвојеној висини бришућег лета,
- б) максимални угао понирања и њему одговарајућа брзина обрушавања са задате висине нишањења.

Коначно, нормирана ваздухоплована ватра дефинисана је на следћи начин:

- а) Нормирани рафал у дејству из обрушавања под одговарајућим углом од  $\theta = - 22,5^\circ$ , испалјује  $N = 8$  (осам) јединичних нормираних ракета калибра 128 - 122 mm, са нормиране висине  $H = 300$  m, летећи до минималне нормиране висине  $H_{\min} = 100$  m, средњом нормираном брзином  $V_{sr} = 133$  m/s, за нормирано време лета  $t_{g-BR-128} = 4.40$  s нишанећи у једну тачку на површински циљ величине осам укупних вероватних скретања  $8 V_u \times 8 V_u$ .

Након експерименталне анализе по нормираном лету, при обрушавању, закључено је следеће:

При 100% искоришћењу једног нормираног рафала од  $N = 8$  нормираних ракета, у дејству на циљ усредњени циљ величине од  $9167 \text{ m}^2$ , што одговара средњој вредности укупне слике погодака, са ефикасности уништења површине циља од 0,475 до 0,5. При том није узета у обзир деградација ефикасности рафалне ватре из ваздуха као утицајна на рентабилност искоришћења рафала.

- б) Нормирани рафал у нападу из хоризонталног лета, испалјује  $N = 8$  (осам) јединичних нормираних ракета калибра 128 -122 mm, са нормиране висине  $H = 500 \text{ m}$ , летећи средњом нормираном брзином  $V_{sr} = 141 \text{ m/s}$ , за нормирано време лета које одговара трајању рафала  $t_{g - BR - 128} = 4.40 \text{ s}$ , прелазећи растојања којима прекрива циљ дужине  $L_g = V_{sr} \cdot t_g$ , и ширине осам вероватних скретања по правцу  $8V_p$ , адекватног нормираног обрушавајућег лета на одговарајућем максималном домету ракета. Утврђени нормирани циљ у хоризонталном лету дугачак је у просеку око  $11 \times 8 V_p$  а широк  $8 V_p$  односно  $(11,27 \times 8 V_p - \text{тачна вредност})$ . Мерено у односу на укупно вероватно скретање по правцу, његова дужина износи  $L_g = 88 V_p$ , када се налет врши нормираним средњим брзинама лета и не обухвата утицај грешке нишањења у прорачуну средње вредности вероватног скретања  $V_p$ .

Након овако редуковане експерименталне анализе, по аналогији са артиљеријом, закључено је, да ефикасно ваздухопловно дејство, има 100% степен искоришћења рафала, када се гађа са једним нормираним рафалом од 8 нормираних ракета у хоризонталном налету на средњи површински циљ величине  $34100 \text{ m}^2$ , што одговара средњој вредности укупне слике погодака по правцу спрегнуте са дужином налета. Степен уништене површине износи од 0,117 до 0,124 дејством јединичним нормираним ракетама. При том није узета у обзир деградација ефикасности рафалне ватре из ваздуха као утицајна на рентабилност искоришћења рафала.

8. Као основ за поређење ефикасности артиљеријских дејстава и дејстава из ваздуха ракетном муницијом коришћени су војни литературни стандарди артиљерије за употребу вишецевних бацача ВБР. Овакав приступ захтевао је сложена допунска прерачунавања ради поставке аналогија, како би се формирале приближне упоредне оцене са артиљеријским гађањем површинских циљева. Оне су већ коришћене као аналогне величине у нормирању ваздухопловне ватре. Као услов компатибилности ваздухопловног и копненог деловања на површинске циљеве, у моделу, постављено је следеће:

**а) Бришући (хоризонтални) лет,** има аналогију у артиљеријским дејствима такозваним снопом према његовој ширини, са кораком нишањења на растојању од 2 и 3 вероватна скретања по правцу  $V_p$ . Пошто се ради о циљевима у артиљерији чија је једна страна пуно дужа од друге, то је, дакле, могуће и поређење са ваздухопловним хоризонталним бришућим летом. Уведено је да се ширина тако гађаног артиљеријског циља на бази вероватних скретања по правцу, пореде са дужином нормираног прелета ваздухоплова а скретања по домету копнених ракета са скретањима по правцу ваздухопловима испалених ракета.

**б) Понирање, обрушавање** као облик лета при гађању ваздухопловом има аналогију у артиљерији дејством снопом у једну нишанску тачку смештену у центар циља.

Било која од наведених аналогних тактика напада артиљеријом је усклађена са три извршна начина дејства, паралелним, редним и комбинованим.

Рентабилни артиљеријски циљ за једно оруђе које испали 64 артиљеријске ракете има нормирану ефикасност рафала од 25% прекривености артиљеријским ракетама калибра 128 mm чија је јединична ефикасност већа од нормиране јединичне ракете у ваздухопловству. Да би таква прекривеност била иста и у артиљерији са слабијим ваздухопловно нормираним ракетама, артиљеријски циљ у овом раду прерачунат је на норматив од  $2,67 V_p \times 2,67 V_d$  вероватних скретања,

уместо површине коју усваја артиљерија, величине  $4V_p \times 4V_d$  по правцу и даљини табличних грешака на две трећине максималног домета артиљеријске ракетне ватре.

Нормирани артиљеријски циљ при гађању усредњеним снопом, након редукованих прорачуна по хипотезама унификације износи  $11 V_p$  по ширини, на интервалу нишањења од  $2,33 V_p$ , и  $4 V_d$  по дубини. Нормативи вероватних скретања нису редуковани пошто се ради о неизбежним грешкама по домету које морају да прате посредно гађање артиљерије и које су последица усвојене хипотезе о једнакости грешака гађања артиљеријских стварних и јединичних нормираних ракета за оцене упоредне ефикасности.

**Закључено је,** да однос, величина циљева артиљерије и ваздухопловства које гађа у бришућем хоризонталном лету нормираним рафалом сведених на дужину од  $11 V_p$  вероватних скретања по правцу и  $4 V_d$  вероватна скретања по дубини, приближно износи  $1:10,8$  у корист артиљерије.

Такође уколико се и потрошња муниције посматра пропорционално разлици величине циљева, тада се долази до важног става о нормираној величини рафала исте ефикасности, али само као трошка муниције, пошто његово испаливање не би дало исти очекивани ефекат као нормирани рафал из ваздухоплова због карактера случајних грешака.

**Закључено је да:**

- Гађање снопом са кораком  $2,33 V_p$  врши се на ширини  $11 V_p$  и  $4 V_d$ , те да је то средња вредност артиљеријског циља на који се потроши рафал батерије од 128 нормираних ракета од којих је 51,2 ефикасно деловало у циљу без преклапања погодака и уништило од 6,9 до 7,3%, његове површине мерено на домету од 12 km. Ово одговара једном пуном рафалу артиљеријске батерије са 4 лансера по 32 јединичне нормиране ракете.
- Да би артиљерија уништила ваздухопловно нормирани циљ у бришућем хоризонталом налету истом ефикасношћу као и један ватрени удар од 8 нормираних ракета, она мора да испалим око 20,09 до 20,37 тј. око 20

истих нормираних ракета. Однос средње потрошње нормиране ракетне муниције, дакле, на циљ исте величине износи око 2,5 у корист артиљерије. (уз напомену да је нормирање вршено на домету од 12 km, за артиљерију и да није узет у обзир трошак долета ваздухоплова у зону циља.)

- Ефикасност уништења циља снопом при дејству по ширини на редуковани артиљеријски циљ, упоредив са ваздухопловним, је процентуално иста као и за гађање из хоризонталног лета и креће се од 0,117 до 0,124. Ако артиљерија, на свој нормирани циљ, гађајући три нишанске тачке по ширини са кораком  $2,33 V_p$  дуж  $11 V_p$  и на дубини од  $4 V_d$ , испали 217 до 220 нормираних ракета оствариће исту поменути ефикасност. Како је такав циљ 10.8 пута већи од ваздухопловног, ваздухоплов би морао на њега да испали 86,4 нормиране ракете да би остварио исти ефекат.
- За гађање из обрушавања након анализе, усваја се, да једно оруђе артиљерије треба да се пореди са дејством на кориговани циљ величине  $2,67 V_p \times 2,67 V_d$ , и да га прекрије ефикасним бојевим дејством од око, 25%, нормираним ракетама. На бази прорачуна је процењено да је потребан број ненормираних артиљеријских ракета 122, за гађање батеријом на циљ величине  $4 V_p \times 4 V_d$ , као и на циљ  $2,67 V_p \times 2,67 V_d$ , када се користе нормиране ракете. Ако се користи циљ величине  $4 V_p \times 4 V_d$ , који је нормиран са артиљеријским ракетама, а испаљују јединичне нормиране ваздухопловне ракете, онда је потребан број ракета већи и износи 183.

На основу оваквог закључка види се да би артиљерија у овом случају потрошила од 2,52 до 2,54 пута више нормираних ракета од ваздухопловства.

9. Може се закључити такође, да ваздухопловни лансер од 5 ракета 122 mm одговара артиљеријском модулу од 12,6 до 12,7 ракета, док ваздухопловном лансеру од 4 ракете калибра од 128 mm одговара 10,16 нормираних ракета испалених артиљеријским лансером са копна.



Дакле, артиљеријски модул за једначење рафала са једним лансером са ваздухоплова мора да има најмање 10 ракета а највише 13 ракета да би ватра из ваздуха и са копна била упоредива и самерљива.

Таква ватра морала би се реализовати са батеријом од седам оруђа истовременим артиљеријским паралелним дејством, односно два наоружана ваздухоплова СУХОЈ СУ-25Т или 6 ваздухоплова ГАЛЕБ Г-4, приближно израчунато по капацитетима ракета са којима располажу. Ако би се артиљеријски лансер нормирао на 12 ракета, онда би се та вредност третирао као приближна једном удару из ваздуха од 8 нормираних ракета, тада би било потребно, приближно 9 оруђа артиљерије са по 24 нормиране ракете у два модула по 12 на сваком лансеру, као ватра хоризонталног ракетирања, два СУХОЈ СУ-25Т односно 6 ваздухоплова ГАЛЕБ Г-4, обављена у 11 налета у току којих треба да испали 10,8 рафала.

То је у овом раду било усвојено као основни хипотетички студијски приступ за оцену квалитета наоружања уграђеног на ваздухопловне платформе, и као најважнија смерница за компаративну анализу артиљеријских дејства која паралелно са ваздухопловним снагама може користити копнена војска.

10. Посебна ефикасност само ваздухопловне борбене платформе у идеалном случају, дата је бројем лансера које носи ваздухоплов помножен са снагом ватрене моћи по квадратном метру свих лансера. Приказ наведених ефикасних снага и енергија ракетног невођеног наоружања, са којим располажу анализирани ваздухоплови ГАЛЕБ Г-4 и СУХОЈ СУ-25Т, дат је у овом раду у табелама Т.1.7 и Т.1.8.).

Предности и недостаци ваздухопловних борбених функција, су параметри даљине дејства (домета), брзине реаговања, као и снаге деловања, везано за анализирану ватрену моћ.

Акциони радијус (даљина дејства на циљ) као последица долета и времена лета (издржљивости у ваздуху) напоменута је, али као карактеристика у табеларним разматрањима података, пошто та величина пуно више утиче на посредну а не на непосредну ватрену подршку КоВ-у из ваздуха.

Деградицију ефикасности рафалне ватре из ваздуха, као посебне карактеристике при гађању са ваздухопловне платформе у лету, са негативним или нултим угловима елевације, анализирана је симулацијом новим детерминистичким моделом.

Претпоставке су следеће:

- Наоружана ваздухопловна платформа у складу са декларисаним капацитетом носивости, стварним бројем ракета са којима располаже у току авио налета из обрушавања или хоризонталног лета, има карактеристику да делимично деградира борбену способност. Мање, еквивалентне вредности ефикасности рафалне ватре, последица су смањења стварне ватрене моћи, због деловања на циљеве узастопном рафалном ватром у више налета тј. непоновљивошћу истих услова рафала у сваком следећем ваздушном налету на исте нормиране циљеве. То су показали и експерименти ракетања на полигону.

На основу постављених једначина у моделу деградиције коришћеном за симулацију и решења за нормирану рафалну ватру, као и на основу наведених почетних услова, изведена је симулација софтверским пакетом Mathcad. У модел је уведена ватрена моћ платформе као вредност на почетку ”боја”, и одговара, расположивом стварном броју ракета са којом ваздухопловна платформа улази у ”бој”. Формиран је операциони детерминистички модел за оцене деградиције и утврђено следеће,

- Ваздухопловна платформа са више лансера деградира борбену моћ слично као кад батерија гађа веће циљеве него појединачни лансер. Сваки рафал деградира ватрену моћ у току трајања рафала. На основу тога борбена моћ деградира пропорционално броју рафала које ваздухоплов испали. На основу тога може се закључити да је ваздухоплов ГАЛЕБ Г-4 погодан за ракете мањег калибра, пошто у свом б/к има капацитет од 64 ракете 57 mm. тј 8 нормираних рафала. У поређењу са почетним бројем ракета од 40 за ваздухоплов СУХОЈ СУ-25Т, број од 64 ракете је већи, па би по тој логици деградираност ватрене моћи по рафалу за ГАЛЕБ Г-4, била још мања него што приказује дијаграм појединачне деградиције

- У моделу важи пропорционалност броја нормираних рафала и губитка ватрене моћи. То се образлаже уделом једне (сваке) испаљене ракете у тренутној вредности броја ракета на ваздухопловној платформи. Коефицијент корекције, деградације платформе, у односу на брзину промене стварног броја ракета, је бездимензионалан број, јер ставља у однос једну ракету и еквивалентан број преосталих ракета којима се одређује тренутна вредност ватрене моћи платформе. Овај коефицијент указује, да је утицај сваке испаљене ракете све већи што је деградирана ватрена моћ платформе мања. Дијаграм показује значајно смањење градијента деградације укупне ватрене моћи и тиме спорије смањење редуковане борбене моћи за боље наоружане ваздухоплове са већим бројем ракета. Иако је симулација вршена до нивоа укупне деградације до 0.5, односно 50%, види се да ваздухоплов са 8 ракета најбрже деградира борбену моћ укупним смањењем ватрене моћи. Увођењем релативне вредности ватрене моћи, као временски зависне величине у току трајања рафала и броја нормираних рафала, реализован је модел деградације рентабилности испаљених рафала на циљу и утврђено да проширење и/или продужење величине циља представља криву која је функција броја рафала. Тако на пример, ваздухоплов ГАЛЕБ Г-4 мора да повећа циљеве за око 15% или да за око 3,5% повећа број ракете у првом и око 5,5 % у другом нормираном рафалу на циљ исте величине. Повећања броја нормираних ракета за ваздухоплов нису значајна због већег броја пројектила са којима је наоружан.

Овакви закључци имају техничко-технолошку логику и могу се усвојити као општи исказ хипотетичке ефикасности ваздухопловне подршке различитих летелица.

Трошкова анализа, у овом раду, није спроведена због, такође веома хипотетичких финансијских, чак често политички условљених, вредности па је појам трошка ватреног дејства приказан потрошњом муниције и деградацијом самог ваздухоплова услед рафалне ватре .

У складу са постављеним циљевима доприноси овог рада се могу поделити у две категорије:

- научно методолошке и
- развојно истраживачке .

Као **научно методолошки доприноси**, могу се сматрати следећи очекивани резултати:

- Унапређени критеријуми ефикасности бојевих терета формирану у прорачунски алгоритам за јединствену процену борбене моћи ваздухопловног и копненог наоружања за подршку КоВ-у. Овакав модел до сада није био заступљен у проценама борбене моћи интервидовских здружених снага.
- Нови математички приступ појму рентабилне и ефикасне употребе наоружања, различите конструкције и исте функционалне намене. Ово би било остварено кроз допунске критеријуме и еталоне ефикасности система управљања гађањем и припреме за дејство оружја којим се делује на исте циљеве, смештеног на различите интервидовске борбене платформе. Ваздухопловство и копнена војска до сада нису користили овакве операционо - рентабилносне анализе коришћења наоружања.
- Нови приступ анализи и синтези параметара механике лета кроз просторне маневарске перформансе борбених платформи, затим механике гађања из покрета и мировања и ефикасности оружја које делује истовремено у заједничком борбеном простору ваздухопловног и копненог наоружања.
- Нови параметарски концепт операционог моделирања вредносних карактеристика наоружања код сличног али нехомологизовано наоружаних и организованих мањих војних јединица. Овим истраживањем извршен је покушај стварања предуслова кроз нове моделе ефикасности, реконструкцију постојећих норми и допуном постојећих важећих војних критеријума, интегрисаних у постојеће приближне и у мање познате математичке моделе.
- Разрада вероватносне и детерминистичке синтезе појма ефикасност, као основе за даљу анализу цене у операционим моделима мерења временске и укупне почетне борбене ефикасности војних јединица, такође је резултат истраживања у овом раду.

- Параметри нормирања који битно зависе од експерименталних података и карактеристика лета сваке од летелица. Предложеним поступком нормирања утврђује се приближна инваријанта аеродинамичког квалитета поређених летелица по критеријуму приближног остварења једнаке поларе у току нормираног рафала.
- Анализом је дат допринос за јединствени приступ појму ватрене моћи, при ватреној подршци у дејству на земаљске циљеве, модуларном конципирању ватрене моћи. Тако на пример, један нормирани рафал из ваздуха са утицајем деградације треба да има од 8 -9 ракета у једном удару из ваздуха од око 5 секунди, док би то одговарало рафалу од 20 -26 ракета испањеном са једног лансера са истим нормираним ракетама. То ставља у еквивалент батерију од четири оруђа у подршку са два ваздухоплова Г-4, али у дејству на око 10 пута мање, углавном груписане, циљеве уништене истом ефикасношћу.
- Ваздухопловна дејства на копнене циљеве и артиљеријска и ракетно - артиљеријска дејства на исте, савременим технолошким развојем, добила су исте тактичке могућности ватреног деловања. Због тога се могу поредити по укупној и парцијалној ефикасности деловања при заједничком извршењу задатака оба вида војске.
- Разматрани су и усвајени елементи операционог модела ефикасног деловања кроз параметре надмоћности и математичке моделе детерминистичких Ланкастерових и Марковљевих функција.
- Тактичке супозиције за елементе ефикасне употребе наоружања при експлоатацији борбених платформи, које су преузете из стандардизовано војних правила, реконструисане су математичко операционим исказима и сведене на начине деловања ватром на циљ а не на безбедносно формацијски и војно –организациони приступ.

Као **развојно истраживачки доприноси**, наводе се следећи ставови:

1. Свођењем масе летелице на ЈУРИШНУ и СЛЕТНУ масу, уведена је нова класификација корисних терета ваздухопловних платформи погодна за директну оцену квалитета непосредне ваздухопловне ватрене подршке.

2. Анализом појединачне ефикасности ваздухопловних борбених платформи, у појединачним или групним тактикама деловања, појам организованог ракетирања из ваздуха сведен је на редно, паралелно и комбиновано дејство.
3. Различити услови употребе ракета при дејству из ваздуха и са копна упоређени су, и посебним поступком анализе лета и балистике на циљу, сведени на еквиваленте исказе за два аналогна деловања и то: бришући (хоризонтални) лет, који има аналогију у артиљеријским дејствима такозваним снопом према његовој ширини, и обрушавајући лет који има аналогију у артиљеријском дејству снопом у једну нишанску тачку.
4. Дефинисан је *коэффициент моћи наоружања*, као параметар квалитета ватрене моћи за невођене ракете.
5. Експерименталном анализом гађања из ваздуха утврђени су рентабилни критеријуми о димензијама циља ваздухопловства и упоређени са циљевима које користи артиљерија, при дејству невођеним ракетама.
6. За потребе вишецевних ракетних дејства са ваздухоплова и са копна и ради оцене њихових дејстава на површинске циљеве истородном муницијом, уведен је појам *јединичне нормиране ракете и нормираног рафала*.
7. Допринос у раду представља и нормирање средње потрошње нормиране ракетне муниције, којом се делује на циљ исте величине и истом ефикасношћу, и тај однос износи око 2,5 у корист артиљерије.
8. Такође је усвојен појам деградације борбене моћи ваздухопловне платформе, као нови концепт процене умањења ефикасности ватрене моћи сваког узастопног рафала и целог расположивог капацитета муниције као дела корисног терета.

9. Рад је први корак у изједначавању критеријума за здружена ваздушно копнена дејства подршке ВБР-ом, као савременог концепта интервидовских ватрених способности.

### **Даљи правци истраживања**

Даље истраживање могло би се концентрисати на анализу могућег пројектовања јединствене муниције нормиране за дејства у ваздухопловству и копненој војсци. Такође би било неопходно детаљније истраживати параметре спољне балистике и механике лета кроз просторне маневарске перформансе борбених платформи, затим механике гађања из покрета и мировања и ефикасности оружја које делује истовремено у заједничком борбеном простору ваздухопловног и копненог наоружања.

- Овакви правци истраживања формирали би предуслове за анализу осталих типова дејстава из ваздуха и са копна и њихово међусобно нормирање. Тиме би се реализовале основе за јединствени приступ појму ватрене моћи, при ватреној подршци у дејству на земаљске циљеве, као и њеном модуларном конципирању у заједничким дејствима из ваздуха и са копна.

Наведени предуслови дали би основу да се формирају нове тактичке супозиције за елементе ефикасне употребе наоружања. То би битно унапредило и рационализовало планирање борбених задатака и потрошњу муниције.

## **ЛИТЕРАТУРА:**

### **УВОДНА РАЗМАТРАЊА**

- [1] European Defence Agency, EU governments launch new plan to build defence capabilities for future ESDP operations, Bryssels, December 2006.
- [2] European Defence Agency , European armaments co-operation strategy, Bryssels, 15 October 2008.
- [3] "The United States Army Concept Capability Plan for Army Aviation" Operations 2015-2024, Version 1.0, TRADOC Pamphlet 525-7-15, <http://www.tradoc.army.mil/tpubs/pamndx.htm>, 12.september 2008.
- [4] The Army in Joint Operations The Army's Future Force Capstone Concept 2015/20124, Version 2.0, TRADOC Pamphlet 525-3-0, <http://www.tradoc.army.mil/tpubs/regndx.htm>, 7.april.2005.
- [5] Major, C., Molling C.: " EU Battle groups, what contribution to the European Defense",progress and prospects of European rapid response FORCES, SWP Research Paper, Berlin Institute for International and Security Affairs, Berlin, Germany, June 2011.
- [6] Tyler, G. J. , Matthew, B., Grashawn J.,Dorroygh B., Paiz L. , Brian. P., Matthew, S., Spencer ,N.: " Joint fire suport in 020: Development of a Future Joint Fires Systems Architecture for Immediate, Unplanned Targets", Report, Meyer, W. E., Institute of Systems Engineering, Naval Postgraduate School 777 Dyer Road, Monterey, CA 93943-5100, USA, 2006.
- [7] Major, C.: "Civil military headquarters for the EU.SWP" comments, Berlin Institute for international and Security Affairs, Germany, 2010.
- [8] Milinović, M., Jeftić, Z., Forca, B., Mišćević T., Jeremić, O.: "Contribution to european initiatives for battle teams integrations based on initial technology capabilities", TTEM, Vol.8, No.1, ISSN 1840-1503, pp. 88-104, 2013.
- [9] Solana, J.: "Future trends from the capability development", European Defence Agency, Brussels, 2008.



- [10] Milinović, M., Jeftić, Z.: "Challenges of national defence in international state and private corporative management of infrastructure protection", National Critical Infrastructure Protection, Belgrade, pp.119-130, December 2013.
- [11] Milinović, M.: " Cost effective selection of new technologies and concepts of defense through social reforms and strategic orientations of Serbia in 21st century", project abstract MESRD RS III 47029, 2011, Belgrade, 2011-2014.
- [12] Jenkins, M.: "Air land Integration and Joint Fire Support 2009", New Caonnaught Rooms, London, 20<sup>th</sup>-21<sup>st</sup> Maj 2009.
- [13] Ковач, М., Дулановић, Ж., Стојковић, Д.: "Одређивање ефикасности војноорганизационих система, теоријске основе", Војноиздавачки завод, Београд, 2006.

## **ПОГЛАВЉЕ 1.**

- [14] Gordon, Y., Komissarov, D.: "Mil Mi-24 Hind Attack Helicopter", ISBN 1-84037-238-9, [http:// warfare. be/ ?linkid=2513&catid=346](http://warfare.be/?linkid=2513&catid=346)
- [15] Gordon, Y.: "Soviet/Russian Aircraft Weapons Since World War Two", ISBN 1-85780-188-1, [http:// worldweapon. ru/ vertuski/ s13. php](http://worldweapon.ru/vertuski/s13.php) - photos
- [16] Grzęda, R., Npr S-13 i wyrzutnia B-13L in: Aeroplan nr. 1(58)/2006 (in Polish [http:// worldweapon. ru/ vertuski/ s13. php](http://worldweapon.ru/vertuski/s13.php) - photos (and description in Russian)
- [17] [www.yugoimport.com/.../galeb-g-4](http://www.yugoimport.com/.../galeb-g-4)
- [18] [sr.wikipedia.org/sr/Сухој Су-25](http://sr.wikipedia.org/sr/Сухој Су-25).
- [19] Lennox, D.: "Jane's Air Launched Weapons Issue 36", ISBN 0-7106-0866-7.
- [20] Милиновић, М.: "Структура ваздухопловних ракетних убојних средстава у смислу безбедности у току складиштења, безбедно руковање и демилитаризација ваздухопловних убојних средстава", Крагујевац, 2013.
- [21] Jaramaz, S.: "Warheads design and terminal ballistics", Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, 2000.

- [22] Јарамаз, С.: Бојеве главе: "Конструкција и ефекти, Технички семинар, безбедност у раду са убојним средствима - складиштење, чување и уништавање убојних средстава", Крагујевац, 2013.
- [23] Стаматовић, А.: "Конструкција пројектила", Машински факултет, Београд, 1995.
- [24] <http://www.airplane-pictures.net/.../Fairchild>
- [25] Ismar, H., Burzić, Z., Kapor, N., Kokelj, T.: "Experimental Investigation of High-Strength Structural Steel Welds", *Strojniški vestnik - Journal of Mechanical Engineering* 586, pp. 422-428, ISSN 0039-2480, 2012.
- [26] [http://www.phoenixhollo.com/fr/S.8\\_0.html](http://www.phoenixhollo.com/fr/S.8_0.html)

## ПОГЛАВЉЕ 2.

### 2-1

- [27] Ковач, М.: "Функције борбених дејстава", Војно дело, бр.3/97
- [28] Рендулић, З.: "Научно технички прогрес и наоружање", Савремена војна мисао, Београд, 1981.
- [29] Laughbaum, K.R.: "Synchronizing Airpower and Firepower in the Deep Battle", *Coolege of Aerospace doctrine, Research, and education air university, CADRE Paper Air University press, maxwell Air Force Base, Alabama, 36112/6610, January 2010.*
- [30] Група аутора, "Приручник РВ и ПВО", ВИЗ, Београд 1989.
- [31] Милошевић, Н., Лебеда, Н., Грубач, Р.: *Основи методологије ратне вештине*, ЦВВШ, Београд, 1984.
- [32] *Артиљерија за подршку носилац ватре КоВ СР Немачке*, ВТИ, Београд, 1982.
- [33] Радиновић, Р.: "Методе ратне вештине", ВИЗ, Београд, 1988.
- [34] Милиновић, М., Жакула, Б.: "Тенденције у развоју повећања ефикасности дејства на циљу", *Зборник радова саопштења по позиву, ЈКЕМ, Београд, 1993.*

- [35] Giadrosich, D.L.: " Operations Research Analysis in Test and Evaluation ",  
Institute for Defense Analyses, Alexandria,VA, 1996.
- [36] Галавић,М.,Миљановић,С.: "Теорија гађања,ракетирања и бомбардовања из  
ваздушног простора", ССНО,Београд,1981.
- [37] Ковач, М.: "Унапређење припреме и извођења артиљеријске ватрене  
подршке напада пбр у захвату фронта", (магистарски рад), ЦВШ, Београд,  
1989.

## 2-2

- [38] Рендулић, З.: " Механика лета ", ВИЗ, Београд 1987.
- [39] Karl, S.: "Flight Performance of Aircraft ", AIAA, Ohio, USA,
- [40] Janković, S.: "Mehanika Leta Zrakoplova", Strojariski fakultet, Sveučilište  
Zagreb, 2013.
- [41] Blagojević, Đ.: " Missile flight dynamics", (lay hand out), Faculty of Mechanical  
Engineering, Belgrade, 1996.
- [42] Вучуровић, О.: " Основи пројектовања ракета ", Машински факултет,  
Београд 2003.
- [43] Милиновић, М.: "Основе пројектовања ракета и лансера", Машински  
факултет, Београд , 2002.

## ПОГЛАВЉЕ 3.

- [44] Влашкалин, З.: "Ваздухопловно бомбардерско наоружање", Политоп-П,  
Београд, 1995.
- [45] Драговић,Т.: "Тактичко техничке основе пројектовања летелица", Машински  
факултет, Београд, 1994.
- [46] Анђелковић, М.: " Ваздухопловне технологије ", Војноиздавачки завод,  
Београд, 2004.

- [47] Симоновић, В. : "Увод у теорију вероватноће и математичку статистику", ИРО'Грађевинска књига'', Београд, 1986.
- [48] Shidman, D.: "Efficient computation of the circular error probability (CEP) Integral", IEEE , Transactions on automatic control, Vol.40, No.8, 1995. Belgrade, 2008.
- [49] Jaramaz,S.: "Physics of explosion", Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, 1997
- [50] Elek, P., Jaramaz, D., Micković, D.: "Determination of Pressure Profiles Behind Projectiles During Interior Ballistic Cycle", Journal of Applied Mechanics – Transactions of the ASME, Vol. 80, No, 3, May 2013, 031402-1 - 031402-5.
- [51] Micković, D., Jaramaz, S., Elek, P., Jaramaz,D., Micković,D.: "Fragment shape distribution in explosively driven fragmentation", 4<sup>th</sup> International Congress of Serbian Society of Mechanics, Vrnjačka Banja, June 4-7, 2013, pp. 645-650.
- [52] Elek, P., Jaramaz, S., Micković, D.: "Modeling of expansion dynamics of explosively driven metal cylinders", 27<sup>th</sup> International Symposium on Ballistics, Freiburg, Germany, April 22-26, 2013, pp. 783-794.
- [53] Станојловић, С.: "Конструкција и опрема ваздухоплова", Војноиздавачки завод, Београд, 1992.

#### **ПОГЛАВЉЕ 4.**

- [54] Живанов Ж.: "Теорија гађања – уџбеник за војне школе и артиљеријске јединице", УА-216, ВИЗ, Београд, 1979.
- [55] Петухов,С. И.,Степанов, Н.А.: "Ефикасност ракетних средстава ПВО", ВИЗ, Београд, 1979.
- [56] "Теорија стрелби наземној артиљерији", Военаја артиљеријскаја академија, Лењинград, 1966.
- [57] Фендриков, Н. М., Јаковлев, В. И.: "Методи расчeтов боевој ефeктивности вооруђеија", Министарство оборони СССР-а, Москва, 1971.

- [58] Ковач, М.: "Методе одређивања ефикасности, артиљеријских и ракетних јединица за подршку", Институт ратне вештине, Београд, 2000.
- [59] Edwards, O.: " Universal Armament Interface System Integration Lab Certification Tool", USAF Aeronautical Systems Center, Conference :Dominant Air Power- Design For Tomorrow, Deliver Today, <https://www.fbo.gov/spg/USAF/.../listing.html> , 21.december 2007.
- [60] Asselin, M.: "An Introdyction to Aircraft performance", AIAA, Education Series, Reston, Virginia, USA, ISBN 1-56347-221-X, 1997.
- [61] Експериментални подаци са завршних испитивања ракета BR-VZ-128 mm КУМ.М80, ВОЦ Београд, јули 1991.

## **ПОГЛАВЉЕ 5.**

- [62] Zielinski, J.P.: "Doctrinе for Fire Support", Journal of Field Artillery, September-October 2001.
- [63] Felber, M.: "Future Artillery", Key indirect fire projects of the German Armed Forces, 2010
- [64] Меринг, Ф.: "Огледи из историје ратне вештине", Војно дело, Београд, 1955.
- [65] Палигорић, А.: "Основи артиљеријског наоружања-Артиљеријско наоружање у борбеним системима КоВ-а", СДПР, Београд, 1985.
- [66] "Борбено правило артиљерије", ССНО, Београд, 1992.
- [67] "Артиљеријско правило гађања", Управа артиљерије, Војна штампарија, Београд, 1991.
- [68] Кокељ, Т.: "Припрема и извршење артиљеријских бојних гађања са Вишецевним бацачем ракета 128мм М-63 'ПЛАМЕН' ", скрипта, Војна штампарија, Крушевац, 1997.

- [69] Кокелъ, Т.: "Припрема и гађање самоходним вишецевним лансером ракета 128 mm M77 'ОГАЊ' "- скрипта, Војна штампарија, Београд, 2009.
- [70] Кокелъ, Т.: "Припрема и гађање самоходним вишецевним лансером ракета 128mm M77 "ОГАЊ", скрипта(у штампи), Универзитет Одбране- Војна Академија, Београд, 2014.
- [71] Кокелъ, Т., Милиновић, М., Јеремић, О.: "Утицај аеродинамичких кочница на рентабилност гађања површинских циљева самоходним вишецевним лансером ракета", ВТ гласник, Београд, 2009.
- [72] Николић, С., Ачански, А.: "Вишецевни ракетни систем ОРКАН", Нови гласник, 1995.
- [73] "Објашњење уз артиљеријско правило гађања", Управа артиљерије, ВИЗ, 1984.
- [74] Кокелъ, Т.: "Избор рентабилног артиљеријског циља за гађање вишецевним ракетним системима", Војна академија Београд, Научни скуп Одбрамбене технологије у функцији мира – ОТЕХ, Београд, 2005.
- [75] Правило о употреби: "Лансер ракета самоходни вишецевни 128 мм М77", Управа артиљерије ВИЗ, Београд, 1998.
- [76] Кокелъ Т.: "Збирка решених задатака из Теорије артиљеријског гађања", Војна штампарија, Крушевац, 1997.
- [77] Кокелъ, Т.: "Збирка решених задатака из Теорије артиљеријског гађања", УА-225, Војна књига 1160, ВИЗ, Београд, 1999.
- [78] "Привремене таблице гађања за ЛРСВ-128 mm M77", УА-193, ВТИ КоВ, Београд 1997.
- [79] Randelović, A., Kokelj, T., Komazec, N.: "Determination of the possibility mechanized battalion antitank in defense of using analytical modeling", XL Simpozijum o operacionim istraživanjima SYM-OP-IS 2013, Zlatibor, September 8.-12, 2013.

## ПОГЛАВЉЕ 6.

- [80] Anderson, L.B.: " A Heterogeneous Shoot-look-Shoot Attrition Process ",  
Simulation and Gaming, pp. 277-293, 1993.
- [81] Ball,R.E.: "The Fundamentals of Aircraft Combat Survivability: Analyses and  
Design",AIAA Education Series, AIAA, New York, 1985.
- [82] Вентцел,Е.: "Исследование операции", Советское радио, Москва, 1972.
- [83] Венцель J.: "Увод у операцияна истраживања", ВВШ, Београд, 1973.
- [84] Петрић, J.: "Операциона истраживања у војсци", Савремена администрација,  
Београд, 1976.
- [85] Przemieniecki, J.S.: "Mathematical Methods in Defense Analyses", Third  
Edition, AIAA, Ohio, Education Series, Reston, Virginia, USA, 2000.
- [86] Стоиљковић, М., Вукадиновић,С.: "Операциона страживања", ВИЗ, Београд,  
1984.
- [87] Maybee, J.S.: "The Theory of Combined-Arms Lanchester-Type Models of  
Warfare", Naval Research Logistich Quarterly vol.3, , pp.325-237, 1985.
- [88] Scales,J.R.: "A Modified Lanchester Linear Process Calibrated to Historical Data",  
Warfare Modeling, Third Edition, MORSE, Virginia,pp. 345-356, 1995.
- [89] Anderson,L.B.,et all: On Weapons Scores and Force Strengths,"pp.229-248,  
Warfare Modeling ", Third Edition, MORSE, Virginia, 1995.
- [90] Милиновић, М., Јеремић, О., Петровић,Д., Ковач, М.: "Детерминистичко  
моделирање квалитета ватрене моћи ваздухоплова наоружаног ВБР  
лансерима невођених ракета", од стр. 718, до стр. 724,2013.Симпозијум о  
операционим истраживањима (SYM-OP-IS 2013),Универзитет у Београду,  
Факултет организационих наука, XL, 978-86-7680-286-9, Београд, 2013.
- [91] Петровић, Д., Милиновић, М., Јеремић, О., Ковач, М., Капор, Н.:  
"Ваздухопловне операције подршке ВБР-ом и упоредне карактеристике  
њихове ватрене моћи", Симпозијум о операционим истраживањима  
(SYM-OP-IS 2014) 2014, Универзитет у Београду, Саобраћајни Факултет,  
XL, 978-86-7680-286-9, Дивчибаре, септембар, 16-19 , 2014.
- [92] Milinovic, M., Jeremić, O., Kovač, M., Petrović, D.: "Discrete Deterministic  
Modelling of Autonomous Missiles, Salvos", Defence Science Journal, Vol. 64,  
No. 5, DOI: 10.14429/dsj.64.5791, pp. 471-476, September 2014.

- [93] Milinović, M., Jeremić, O., Petrović, D., Kovač, M.: "Capabilities Modeling of NLOS-Missiles in Modular Unit of Guard Forces Battle Team, Balkan Conference on Operational Research BALCOR XI, pp. 559, - 569, 2013, of Organizational Sciences, University of Belgrade, 978-86-7680-285-2, Zlatibor, 2013.
- [94] Рајбчук, В. Д.: "Основи припреме теорије операционих истраживања у војној техници", (превод), Београд, 1969.
- [95] Тепеш, Б. и др.: "Математичко моделовање оружане борбе", ЦВТШ КоВ ЈНА, Загреб, 1986.
- [96] Николић, И., Боровић, С.: "Вишекритеријумска оптимизација методе, примена у логистици, софтвер", Центар војних школа, Београд, 1996.
- [97] Zipfel, P. H.: "Modeling and Simulation of Aerospace Vehicle Dynamics ", University of Florida Gainesville, Florida, 1995.
- [98] Law, A. M., Kelton, W. D.: "Simulation Modeling and Analysis", McGraw-Hill, New York, 1982.
- [99] Anderson, L. B.: " A Heterogeneous Shoot-look-Shoot Attrition Process ", Simulation and Gaming, v24(3), 1993.
- [100] Deitchman, S. J.: "A Lanchester Model of Gyerrilla Warfare", Operations Research, No10, pp. 818-827, 1962.
- [101] Milinović, M Jeremić, O., Kovač, M.: "Fractals model of technology efficiencies probabilities for flexible, Use in Combat units, " Innovative management and Firm performance", Palgrave Macmillan, pp.306 -326 , London, 2014. .
- [102] Milinović, M., Kovač, M., Jeremić O., Kokelj, T.: "Threshold efficiency probabilities determination of combat systems for joint capabilities approach planning", 4<sup>th</sup> International Scientific Conference of defensive technologies, Belgrade, ISBN 978-86-81123-50-8, ОТЕН-2011.



## СПИСАК ТАБЕЛА И СЛИКА

### ТАБЕЛЕ:

1. Т.1.1.	МУНИЦИЈА ВАЗДУХОПЛОВА СУХОЈ СУ-25Т И ЊЕГОВА ТЕОРИЈСКА ВАТРЕНА МОЋ.....	190
2. Т.1.2.	ОРУЖЈЕ БЕЗ МУНИЦИЈЕ ВАЗДУХОПЛОВА СУХОЈ СУ-25Т.....	191
3. Т.1.3.	ЈУРИШНА И СЛЕТНА МАСА ВАЗДУХОПЛОВА СУХОЈ СУ - 25Т.....	192
4. Т.1.4.	МУНИЦИЈА ВАЗДУХОПЛОВА СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 И ЊЕГОВА ТЕОРИЈСКА ВАТРЕНА МОЋ.....	193
5. Т.1.5.	ОРУЖЈЕ БЕЗ МУНИЦИЈЕ НА ВАЗДУХОПЛОВУ СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 .....	194
6. Т.1.6.	ЈУРИШНА И СЛЕТНА МАСА ВАЗДУХОПЛОВА СУПЕР ГАЛЕБ Г-4 .....	195
7. Т.1.7.	СУМАРНА АНАЛИЗА ПЕРФОРМАНСИ БОРБЕНЕ МОЋИ ВАЗДУХОПЛОВНЕ ПЛАТФОРМЕ СУХОЈ-25 Т.....	196
8. Т.1.8.	СУМАРНА АНАЛИЗА ПЕРФОРМАНСИ БОРБЕНЕ МОЋИ ВАЗДУХОПЛОВНЕ ПЛАТФОРМЕ СУПЕР ГАЛЕБ Г-4.....	199
9. Т.3.1.	УПОРЕДНЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ КОЕФИЦИЈЕНТА МОЋИ НАОРУЖАЊА РАЗМАТРАНИХ ВАЗДУХОПЛОВНИХ ПЛАТФОРМИ .....	81
10. Т.4.1.	УСЛОВИ ГАЂАЊА СА ВАЗДУХОПЛОВНЕ ПЛАТФОРМЕ N-62 ИЗ ОБРУШАВАЊА .....	98
11. Т.4.2.	РЕЗУЛТАТИ ГАЂАЊА СА ВАЗДУХОПЛОВНЕ ПЛАТФОРМЕ N-62 ИЗ ОБРУШАВАЊА .....	99
12. Т.4.3.	КООРДИНАТЕ ЗА ЛЕТ БР.1. и НАЛЕТ БР.1. ....	100
13. Т.4.4.	КООРДИНАТЕ ЗА ЛЕТ БР.1. и НАЛЕТ БР.2. ....	100
14. Т.4.5.	КООРДИНАТЕ ЗА ЛЕТ БР.2. и НАЛЕТ БР.1. ....	101
15. Т.4.6.	КООРДИНАТЕ ЗА ЛЕТ БР.2. и НАЛЕТ БР.2. ....	101
16. Т.4.7.	КООРДИНАТЕ ЗА ЛЕТ БР.3. и НАЛЕТ БР.1. ....	101

17. Т.4.8.	КООРДИНАТЕ ЗА ЛЕТ БР.3. и НАЛЕТ БР.2. ....	102
18. Т.4.9.	УНИШТЕНА ПОВРШИНА ЦИЉА ЈЕДНИМ НОРМИРАНИМ РАФАЛОМ СА И БЕЗ ПРЕКЛАПАЊА ПОГОДАКА.....	106
19. Т.4.10.	ХОМОЛОГАЦИЈА ПОДАТАКА ЗА НОРМИРАЊЕ МОДЕЛА СА АНАЛИЗИРАНИХ ВАЗДУХОПЛОВА ИЗ ОБРУШАВАЊА .....	108
20. Т.4.11.	ХОМОЛОГАЦИЈА ПОДАТАКА ЗА НОРМИРАЊЕ МОДЕЛА СА АНАЛИЗИРАНИХ ВАЗДУХОПЛОВА ИЗ ХОРИЗОНТАЛНОГ ЛЕТА .....	109
21. Т.4.12.	ВРЕДНОСТ ВЕРОВАТНИХ ОДСТУПАЊА НА ДАЉИНИ $V_d$ I ПО ПРАВЦУ $V_p$ , СРЕДЊА ГРЕШКА ПОГОТКА У ОДНОСУ НА НИШАНСКУ ТАЧКУ, ПОВРШИНА ПРАВОУГАОНИКА У КОЈИ СУ СМЕШТЕНЕ СВЕ ИСПАЉЕНЕ РАКЕТЕ .....	110
22. Т.5.1.	ХИПОТЕЗЕ ЗА ОДАБИР РЕНТАБИЛНОГ ЦИЉА ЗА ОРУЂЕ СВЈР М77 .....	123
23. Т.5.2.	ХИПОТЕЗЕ ЗА ОДАБИР РЕНТАБИЛНОГ ЦИЉА ЗА ГАЂАЊЕ ВАЗДУХОПЛОВНИМ НОРМИРАНИМ РАКЕТАМА .....	124
24. Т.5.3.	ПОДАЦИ ЗА ПРЕРАЧУНАВАЊЕ НОРМИРАНОГ ЦИЉА НА БАЗИ ВАЗДУХОПЛОВНОГ ГАЂАЊА ИЗ ОБРУШАВАЊА...	130
25. Т.5.4.	НОРМИРАЊЕ ЦИЉА ПОСТОЈЕЋИМ АРТИЉЕРИЈСКИМ ПРАВИЛИМА ЗА ГАЂАЊЕ СНОПОМ ПО ШИРИНИ .....	133
26. Т.5.5.	НОРМИРАЊЕ НОВОГ ОБЛИКА АРТИЉЕРИЈСКОГ ЦИЉА ЗА ГАЂАЊЕ СНОПОМ ПО ШИРИНИ ПРЕМА ВАЗДУХОПЛОВНИМ ПОДАЦИМА .....	134
27. Т.6.1.	ПОЧЕТНИ ПОДАЦИ ЗА СИМУЛАЦИЈЕ МОДЕЛА ДЕГРАДАЦИЈЕ ВАТРЕНЕ МОЋИ ВАЗДУХОПЛОВА И УНИШТЕЊА ЦИЉА .....	155

**СЛИКЕ:**

1.	Сл.1.1а.	СУПЕР ГАЛЕБ Г-4	ЛЕТ	.....	10	
2.	Сл.1.1б.	СУПЕР ГАЛЕБ Г-4	НА СТАЈАНЦИ	.....	10	
3.	Сл.1.2а.	СУХОЈ СУ-25Т	ЛЕТ	.....	10	
4.	Сл.1.2б.	СУХОЈ СУ-25Т	НА СТАЈАНЦИ	.....	10	
5.	Сл.1.3а.	FAIRCHILD А-10	ЛЕТ	.....	11	
6.	Сл.1.3б.	FAIRCHILD А-10.	НА СТАЈАНЦИ	.....	11	
7.	Сл.1.4.	ИЗГЛЕД И ДИМЕНЗИЈЕ	ВАЗДУХОПЛОВА			
		СУХОЈ СУ- 25Т	.....		12	
8.	Сл.1.5.	ИЗГЛЕД КОНСТРУКЦИЈЕ	СУХОЈ СУ-25Т	.....	13	
9.	Сл.1. 6.	ИЗГЛЕД И ДИМЕНЗИЈЕ	ВАЗДУХОПЛОВА	ГАЛЕБ Г-4	..16	
10.	Сл.1.7.	ИЗГЛЕД КОНСТРУКЦИЈЕ	ГАЛЕБ Г-4	.....	17	
11.	Сл.1.8.	МАСА ЗМАЈА	ГАЛЕБ Г-4	.....	24	
12.	Сл.1.9.	МАСА ЗМАЈА	СУХОЈ СУ	.....	24	
13.	Сл.1.10.	ЈУРИШНА МАСА	ГАЛЕБ Г-4	.....	24	
14.	Сл.1.11.	ЈУРИШНА МАСА	СУХОЈ СУ	.....	24	
15.	Сл.1.12.	СЛЕТНА МАСА	ГАЛЕБ Г-4	.....	24	
16.	Сл.1.13.	СЛЕТНА МАСА	СУХОЈ СУ	.....	24	
17.	Сл.1.14.	СЛИКА АКТИВНОГ	ВАТРЕНОГ ТЕРЕТА ЗА			
		СУХОЈ СУ-25Т	У ВИШЕ ВАРИЈАНТИ	ОПТЕРЕЋЕЊА..	25	
18.	Сл.1.15.	СЛИКА АКТИВНОГ	ВАТРЕНОГ ТЕРЕТА ЗА	СУПЕР		
		ГАЛЕБ Г-4	СА ВИШЕ ВАРИЈАНТИ	ОПТЕРЕЋЕЊА	.....	26
19.	Сл.1.16.	КРИВА ФЛЕКСИБИЛНОСТИ	БОРБЕНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА			
		ЗА ГАЛЕБ Г-4	.....		27	
20.	Сл.1.17.	КРИВА ФЛЕКСИБИЛНОСТИ	БОРБЕНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА			
		ЗА СУХОЈ СУ-25Т	.....		27	
21.	Сл.1.18.	ХИСТОГРАМ КРИВЕ	ФЛЕКСИБИЛНОСТИ	БОРБЕНОГ		
		ОПТЕРЕЋЕЊА ЗА	ГАЛЕБ Г-4	.....	28	
22.	Сл.1.19.	ХИСТОГРАМ КРИВЕ	ФЛЕКСИБИЛНОСТИ	БОРБЕНОГ		
		ОПТЕРЕЋЕЊА ЗА	СУХОЈ СУ-25Т	.....	28	

23.	Сл.1.20.	КРИВА ФЛЕКСИБИЛНОСТИ БОРБЕНОГ ОПТЕРЕЋЕЊА ЈУРИШНЕ/ЗМАЈ И СЛЕТНЕ/ЗМАЈ ЗА СУ-25Т И Г-4 ....	28
24.	Сл.2.1.	НАПАД ОДЕЛЕЊЕМ У ФРОНТУ ПАРАЛЕЛНО .....	41
25.	Сл.2.2..	НАПАД У СТЕПЕНУ ЗА ПОЈЕДИНАЧНО ДЕЈСТВО РЕДНИМ ДЕЛОВАЊЕМ НА ЦИЉУ .....	41
26.	Сл.2.3..	НАПАД У КЛИНУ ЗА ПОЈЕДИНАЧНО ПАРАЛЕЛНО ДЕЛОВАЊЕ .....	42
27.	Сл.2.4.	НАПАД ВАЗДУХОПЛОВИМА У КОЛОНИ .....	42
28.	Сл.2.5.	СЛИКА МАНЕВРА ЗА НАПАД ИЗ ПОНИРАЊА– ОБРУШАВАЊА (СТАНДАРДНИ МАНЕВАР) .....	44
29.	Сл.2.6.	ПАРАЛЕЛНИ НАПАД ВАЗДУХОПЛОВСТВА НА САСРЕЂЕНИ ЦИЉ .....	46
30.	Сл.2.7.	РЕДНИ НАПАД ГРУПЕ ВАЗДУХОПЛОВА НА САСРЕЂЕНИ ЦИЉ .....	46
31.	Сл.2.8.	КОМБИНОВАНО ДЕЛОВАЊЕ НА САСРЕЂЕНИ ЦИЉ.....	46
32.	Сл.2.9а.	РАКЕТИРАЊЕ ЦИЉЕВА НА ЗЕМЉИ ИЗ БРИШУЋЕГ ХОРИЗОНТАЛНОГ ЛЕТА СА ПЛАТФОРМЕ СУ-25Т .....	49
33.	Сл.2.9 б.	РАКЕТИРАЊЕ ЦИЉЕВА НА ЗЕМЉИ ИЗ БРИШУЋЕГ ХОРИЗОНТАЛНОГ ЛЕТА СА ПЛАТФОРМЕ Г-4 .....	49
34.	Сл.2.10.	НАПАД ИЗ ПОНИРАЊА-ОБРУШАВАЊА НА САСРЕЂЕНЕ ЦИЉЕВЕ .....	50
35.	Сл.2.11 а.	РАКЕТИРАЊЕ ЦИЉЕВА НА ЗЕМЉИ ИЗ ОБРУШАВАЈУЋЕГ, ЛЕТА СА ПЛАТФОРМЕ Г-4 .....	51
36.	Сл.2.11 б.	РАКЕТИРАЊЕ ЦИЉЕВА НА ЗЕМЉИ ИЗ ОБРУШАВАЈУЋЕГ ЛЕТА СА ПЛАТФОРМЕ Г-4 .....	51
37.	Сл.2.12.	ДЕЛОВАЊЕ СИЛА НА ВАЗДУХОПЛОВ У ХОРИЗОНТАЛНОМ ЛЕТУ .....	57
38.	Сл.2.13	ДИЈАГРАМ ПОТРЕБНОГ И РАСПОЛОЖИВОГ ПОТИСКА У ФУНКЦИЈИ БРЗИНЕ ХОРИЗОНТАЛНОГ ЛЕТА .....	62
39.	Сл.2.14	ДИЈАГРАМ ПОТРЕБНОГ И РАСПОЛОЖИВОГ ПОТИСКА У ФУНКЦИЈИ ВИСИНЕ ХОРИЗОНТАЛНОГ ЛЕТА .....	62

40.	Сл.2.15	ДИЈАГРАМ ПОТРЕБНОГ ПОТИСКА И ПОТРЕБНЕ СНАГЕ СА УТИЦАЈЕМ СТИШЉИВОСТИ .....	63
41.	Сл.2.16	ДИЈАГРАМ ПОЛАРЕ ВАЗДУХОПЛОВА БЕЗ ПОДВЕСНИХ ТЕРЕТА, $H = 0$ .....	64
42.	Сл.2.17	ДИЈАГРАМ ТИПИЧНИХ ОБЛАСТИ УНУТАР АНВЕЛОПЕ ЛЕТА ВАЗДУХОПЛОВА .....	65
43.	Сл.2.18	ДЕЛОВАЊЕ СИЛА НА ВАЗДУХОПЛОВ У ОБРУШАВАЊУ .....	66
44.	Сл.2.19	ДИЈАГРАМ МИНИМАЛНЕ ПОТРОШЊЕ ГОРИВА ПО ЧАСУ ЛЕТА .....	69
45.	Сл.3.1.	ДИЈАГРАМ УПОРЕДНИХ КАРАКТЕРИСТИКА ВАЗДУХОПЛОВНИХ ПЛАТФОРМИ ЗА ДЕЈСТВО НЕВОЂЕНИМ РАКЕТНИМ ПРОЈЕКТИЛИМА .....	82
46.	Сл.4.1.	ДИЈАГРАМ СРЕДЊЕГ КВАДРАТНОГ ОДСТУПАЊА ПОГОДАКА .....	86
47.	Сл.4.2.	СЛИКА ПОВРШИНСКОГ ЦИЉА ПРАВОУГЛОГ ОБЛИКА ПОКРИВЕНА 100 % .....	87
48.	Сл.4.3.	СЛИКА ПОГОДАКА ЦИЉА ДИМЕНЗИЈА: $8V_p \times 8V_d$ , $4V_p \times 4V_d$ , $1V_p \times 1V_d$ .....	88
49.	Сл.4.4.	ОБЛАСТ РАСТУРАЊА 50% ПОГОДАКА .....	88
50.	Сл.4.5.	ГРАФИЧКИ ПРИКАЗ ОДРЕЂИВАЊА ГРАНИЦА ПОВРШИНСКОГ ЦИЉА ПРАВОУГЛОГ ОБЛИКА .....	93
51.	Сл.4.6.	МОДЕЛ ГРЕШАКА ГАЂАЊА ПРИ РАКЕТИРАЊУ ИЗ БРИШУЋЕГ ЛЕТА ВАЗДУХОПЛОВОМ ГАЛЕБ Г-4 .....	94
52.	Сл.4.7.	НАЛЕТ ВАЗДУХОПЛОВОМ ГАЛЕБ Г-4 ПРИ ХОРИЗОНТАЛНОМ РАКЕТИРАЊУ ПОВРШИНСКОГ ЦИЉА .....	96
53.	Сл.4.8.	РАКЕТИРАЊЕ НЕВОЂЕНИМ РАКЕТАМА ВАЗДУХОПЛОВОМ Г-4 ПРИ ОБРУШАВАЊУ .....	97

54.	Сл.4.9.	РАКЕТИРАЊЕ НЕВОЂЕНИМ РАКЕТАМА ВАЗДУХОПЛОВОМ ГАЛЕБ Г-4 ИЗ ОБРУШАВАЊА НА ПОВРШИНСКИ ЦИЉ ВЕЛИЧИНЕ $8V_p \times 8V_d$ .....	97
55.	Сл.4.10.	УСЛОВИ ГАЂАЊА СА ВАЗДУХОПЛОВНЕ ПЛАТФОРМЕ N-62 ИЗ ОБРУШАВАЊА .....	98
56.	Сл.4.11	РЕЗУЛТАТИ ГАЂАЊА СА ВАЗДУХОПЛОВНЕ ПЛАТФОРМЕ N-62 ИЗ ОБРУШАВАЊА .....	99
57.	Сл.4.12	СЛИКА ПОГОДАКА ЗА ЛЕТ <i>Бр.1</i> И НАЛЕТ <i>Бр.1</i> .....	100
58.	Сл.4.13	СЛИКА ПОГОДАКА ЗА ЛЕТ <i>Бр.1</i> И НАЛЕТ <i>Бр.2</i> .....	100
59.	Сл.4.14	СЛИКА ПОГОДАКА ЗА ЛЕТ <i>Бр.2</i> И НАЛЕТ <i>Бр.1</i> .....	101
60.	Сл.4.15	СЛИКА ПОГОДАКА ЗА ЛЕТ <i>Бр.2</i> И НАЛЕТ <i>Бр.2</i> .....	101
61.	Сл.4.16	СЛИКА ПОГОДАКА ЗА ЛЕТ <i>Бр.3</i> И НАЛЕТ <i>Бр.1</i> .....	101
62.	Сл.4.17	СЛИКА ПОГОДАКА ЗА ЛЕТ <i>Бр.3</i> И НАЛЕТ <i>Бр.2</i> .....	102
63.	Сл.4.18	ГАЂАЊЕ ПОВРШИНСКОГ ЦИЉА СА ВАЗДУХОПЛОВА ИЗ ОБРУШАВАЊА .....	108
64.	Сл.4.19	ГАЂАЊЕ ПОВРШИНСКОГ ЦИЉА СА ВАЗДУХОПЛОВА ИЗ ХОРИЗОНТАЛНОГ ЛЕТА .....	109
65.	Сл.5.1.	АРТИЉЕРИЈСКИ ЦИЉ .....	113
66.	Сл.5.2	РЕНТАБИЛАН ЦИЉ ЗА ОРУЂЕ ЛРСВ М77 .....	114
67.	Сл. 5.3	РЕНТАБИЛАН ЦИЉ ЗА ОРУЂЕ ЛРСВ М77 И УТРОШАК РАКЕТА .....	115
68.	Сл. 5.4.	ГАЂАЊЕ САСРЕЂЕНИМ СНОПОМ БАТЕРИЈОМ СВЛР М77 .....	118
69.	Сл. 5.5.	РАСТУРАЊЕ И СРЕДЊА ОЧЕКИВАНА ГУСТИНА ПОГОДАКА НА ЦИЉУ БАТЕРИЈЕ СВЛР М77 (састава 4 оруђа), ПРИ ГАЂАЊУ СНОПОМ ПРЕМА ШИРИНИ ЦИЉА СА ИНТЕРВАЛОМ $2V_p$ .....	118
70.	Сл. 5.6.	РАСТУРАЊЕ И СРЕДЊА ОЧЕКИВАНА ГУСТИНА ПОГОДАКА НА ЦИЉУ БАТЕРИЈЕ СВЛР М77 (састава 4 оруђа), ПРИ ГАЂАЊУ СНОПОМ ПРЕМА ШИРИНИ ЦИЉА СА ИНТЕРВАЛОМ $3V_p$ .....	120

71. Сл.5.7. ПАРАЛЕЛНИ НАПАД СА ВИШЕ САМОХОДНИХ ВЛР-а ИСТОВРЕМЕНО НА САСРЕЂЕНИ ЦИЉ .....126
72. Сл.5.8. РЕДНИ НАПАД СА ВИШЕ САМОХОДНИХ ВЛР-а ПОЈЕДИНАЧНИМ ИЛИ ГРУПНИМ ДЕЈСТВОМ, УЗАСТОПНО ИСТОВРЕМЕНО НА САСРЕЂЕНИ ЦИЉ.126
73. Сл.5.9. КОМБИНОВАНО ДЕЛОВАЊЕ НА САСРЕЂЕНИ ЦИЉ .127
74. Сл.6.1. ПРИКАЗ ФУНКЦИЈА РЕЛАТИВНИХ ДЕГРАДАЦИЈА ВАТрене МОЋИ ЗА СВАКИ РАФАЛ  $\mu_{p_i}(t)$  ЗА 8, 16, 24, 32, 40 РАКЕТА .....148
75. Сл.6.2 УКУПНИ ГУБИТАК РЕЛАТИВНЕ БОРБЕНЕ МОЋИ  $\mu_p(t)$ , РАЗЛИЧИТО НАОРУЖАНИХ ВАЗДУХОПЛОВА У ТОКУ КОНТИНУАЛНОГКОРИШЋЕЊА РАФАЛА ПО ВРЕМЕНУ РАЧУНАТО ЗА 8, 16, 24,32, 40 РАКЕТА [91] .....149
76. Сл.6.3 ФИКТИВНО СМАЊЕЊЕ БРОЈА РАКЕТА НАОРУЖАНИХ ВАЗДУХОПЛОВА ЗБОГ ГУБИТКА РЕЛАТИВНЕ ВАТрене МОЋИ У РАФАЛИМА ЗА 8, 16, 24, 32, 40 РАКЕТЕ .....149
77. Сл.6.4 ДЕГРАДАЦИЈА ВАТрене МОЋИ ЗА ВАЗДУХОПЛОВ ГАЛЕБ Г-4 .....152
78. Сл.6.5. ДЕГРАДАЦИЈА ВАТрене МОЋИ ЗА ВАЗДУХОПЛОВ СУХОЈ СУ-25Т .....154
79. Сл.6.6. ДИЈАГРАМ УНИШТЕЊА ЦИЉА ПРИ УЗАСТОПНОМ НАЛЕТУ ВАЗДУХОПЛОВОМ, ДЕЈСТВОМ ВБР РАКЕТАМА НОРМИРАНИМ РАФАЛОМ НА ИСТИ ЦИЉ  $M_{p_0} = 8,16,24$  РАКЕТЕ (ВАРИЈАНТА А И ВАРИЈАНТА Б). [91] .....156

## **ПРИЛОГ А**

**Вредности најзначајних параметара за оцену ватреног наоружања  
ваздухоплова:**

**- СУХОЈ СУ-25Т**

**Табеле: Т.1.1. ; Т.1.2. ; Т.1.3. и Т.1.7.**

**- ГАЛЕБ Г-4**

**Табеле: Т.1.4. ; Т.1.5. ; Т.1.6. и Т.1.8**



**ТАБЕЛА Т.1.1. МУНИЦИЈА ВАЗДУХОПЛОВА СУХОЈ-25 Т. И ЊЕГОВА ТЕОРИЈСКА  
ВАТРЕНА МОЋ**

Редни број типа мунитије / ракете	Тип ракете	Маса ракете [kg]	Број ракете по лансеру [Nr/lan]	Број лансера на авиону [Nlan/avi]	Број ракете на авиону [Nr/avi]	Маса ракете на авиону [kg]	Маса мунитије 23 mm (2/3 b/k) Топ [kg]	Маса мунитије 23 mm (1/3 b/k), Топ [kg]	Маса ракете R-60 [kg]	Активна маса на авиону [kg]	Маса мунитије за КоВ [kg]
1.	S-5-КОВ	4,47	32	8	256	1144,3	40	20	98	1302,3	1184,3
2.	S-5-КРВ	5,05	32	8	256	1292,8	40	20	98	1450,8	1332,8
3.	S-5-ОВ	5,05	5	8	40	202	40	20	98	1325,5	1207,5
	S-5-КОВ	4,47	27		216	965,5					
4.	S-5-РВ	5,05	5	8	40	202	40	20	98	1450,8	1332,8
	S-5-КРВ	5,05	27		216	1090,8					
5.	S-8-КО	11,6	20	8	160	1856	40	20	98	2014	1896
6.	S-8-АС	12	20	8	160	1920	40	20	98	2078	1960
7.	S-8-В	15,3	20	8	160	2448	40	20	98	2606	2488
8.	S-8-ОФ	11,6	20	8	160	1856	40	20	98	2014	1896
9.	S-8-Д	11,9	20	8	160	1904	40	20	98	2062	1944
10.	S-8-Т	13	20	8	160	2080	40	20	98	2238	2120
11.	S-8-О	12,5	5	8	40	500	40	20	98	2050	1932
	S-8-КО	11,6	15		120	1392					
12.	S-8-ОМ	11,9	5	8	40	476	40	20	98	2074	1956
	S-8-АС	12	15		120	1440					
13.	S-8-Р	12,3	5	8	40	492	40	20	98	2486	2368
	S-8-В	15,3	15		120	1836					
14.	S-8-Т <sub>5</sub> М	11,1	5	8	40	444	40	20	98	2162	2044
	S-8-Т	13	15		120	1560					
15.	S-13	60	5	8	40	2400	40	20	98	2558	2440
16.	S-13-Т	75	5	8	40	3000	40	20	98	3158	3040
17.	S-13-Д	54	5	8	40	2160	40	20	98	2318	2200
18.	S-13-ОФ	69	5	8	40	2760	40	20	98	2918	2800
19.	S-24-В	232	1	2	2	464	40	20	98	622	504
20.	S-25-О	385	1-а по авиону	1	1	385	40	20	98	543	425
				шински							
21.	S-25-ОФМ	380	1-а по авиону	1	1	380	40	20	98	538	420
				шински							
22.	S-25-ЛД	409	1-а по авиону	1	1	409	40	20	98	567	449
	Лас.вођ.			шински							
23.	R60	49	1	2	2	98	40	20	98	256	138

**ТАБЕЛА Т.1.2. ОРУЖЈЕ БЕЗ МУНИЦИЈЕ ВАЗДУХОПЛОВА  
СУХОЈ СУ-25Т**

Редни број типа лансера	Тип лансера	Број лансера на авиону/ тежина лансера [kg]	Маса свих празних лансера на авиону [kg]	Топ без муниције [kg]	Укупно пасивно оптерећење са топом без муниције [kg]
1.	S-5-КОВ	8 /130	1040	160	1200
2.	S-5-КРВ	8 /130	1040	160	1200
3.	S-5-ОВ	8 /130	1040	160	1200
4.	S-5-РВ	8 /130	1040	160	1200
5.	S-8-КО	8 /150	1200	160	1360
6.	S-8-АС	8 /150	1200	160	1360
7.	S-8-В	8 /150	1200	160	1360
8.	S-8-ОФ	8 /150	1200	160	1360
9.	S-8-Д	8 /150	1200	160	1360
10.	S-8-Т	8 /150	1200	160	1360
11.	S-8-О	8 /150	1200	160	1360
12.	S-8-ОМ	8 /150	1200	160	1360
13.	S-8-Р	8 /150	1200	160	1360
14.	S-8-Т <sub>5</sub> М	8 /150	1200	160	1360
15.	S-13	8 /160	1280	160	1440
16.	S-13-Т	8 /160	1280	160	1440
17.	S-13-Д	8 /160	1280	160	1440
18.	S-13-ОФ	8 /160	1280	160	1440
19.	S-24-В	2/140	280	160	440
20.	S-25-О	1/120	120	160	280
21.	S-25-ОФМ	1/120	120	160	280
22.	S-25-ЛД	1/120	120	160	280
	Лас.вођ.				
23.	R-60	феб.25	50	160	210

**ТАБЕЛА Т.1.3. ЈУРИШНА И СЛЕТНА МАСА ВАЗДУХОПЛОВА  
СУХОЈ СУ-25 Т**

Варијанта оптерећења	Гориво “А” [kg]	Гориво “В” Додатно гориво [kg]	Борбени терет (активни и пасивни) [kg]	Маса Змаја [kg]	Полазна маса авиона за варијацију подкрилног оптерећења [kg]	Јуришна маса авиона [kg]	Слетна маса авиона након битке са празним лансерима и 10% горива
1.	3000	5000	2552,3	6852	10220	12404,3	8402
2.	3000	5000	2700,8	6852	10220	12552,8	8402
3.	3000	5000	2575,5	6852	10220	12427,5	8402
4.	3000	5000	2700,8	6852	10220	12552,8	8402
5.	3000	5000	3424	6852	10220	13276	8562
6.	3000	5000	3488	6852	10220	13340	8562
7.	3000	5000	4016	6852	10220	13868	8562
8.	3000	5000	3424	6852	10220	13276	8562
9.	3000	5000	3472	6852	10220	13324	8562
10.	3000	5000	3648	6852	10220	13500	8562
11.	3000	5000	3460	6852	10220	13312	8562
12.	3000	5000	3484	6852	10220	13336	8562
13.	3000	5000	3896	6852	10220	13748	8562
14.	3000	5000	3572	6852	10220	13424	8562
15.	3000	5000	4048	6852	10220	13900	8642
16.	3000	5000	4648	6852	10220	14500	8642
17.	3000	5000	3728	6852	10220	13580	8562
18.	3000	5000	4408	6852	10220	14260	8642
19.	3000	5000	1112,0 S-24-B	6852	10220	10964	7152
20.	3000	5000	873,0 S-25-O	6852	10220	10725	
21.	3000	5000	868,0 S-25-OFM	6852	10220	10720	
22.	3000	5000	897,0 S-25-LD	6852	10220	10749	
23.	3000	5000	466,0 R-60	6852	10220	10318	

**ТАБЕЛА Т.1.4. МУНИЦИЈА ВАЗДУХОПЛОВА СУПЕР ГАЛЕБА Г-4. И ЊЕГОВА ТЕОРИЈСКА ВАТРЕНА МОЋ**

Редни број типа мунитије/ракете	Тип наоружања ракета/ Тип бомбе	Маса ракете/маса бомбе [kg]	Број ракета по лансеру [Nr/lan] / број бомби на пилону	Број лансера на авиону [Nlan/avi] / број пилона на авиону	Број ракета на авиону [Nr/avi] / број бомби на авиону	Маса ракета на авиону [kg] / маса бомби на авиону	Маса мунитије 23 mm (2/3 b/k) Топ [kg]	Маса мунитије 23 mm (1/3 b/k) Топ [kg]	Активна маса на авиону [kg]	Маса мунитије за КоV [kg]	Маса експлозива [kg]	Врста експлозива	Тип дејства аксплозива
* 1.	FAB-250	250,00	1,00	4,00	2,00	500,00	40,00	20,00	560,00	540,00	210,0	Тротил	Фугасно
	M79			2.rezer								Нехоген	парчадно
* 2.	FFAR	3,86	16,0	2,00	32,00	123,50	40,00	20,00	183,50	163,50	9,47	Тротил	Фугасно
	57mm			2.rezer									кумулятивно
* 3.	FFAR	41,00	4,00	2,00	8,00	328,00	40,00	20,00	388,00	368,00	32,00	Тротил	Фугасно
	128mm			2.rezer									парчадно
4.	FAB-250	250,00	1,00	4,00	4,00	1000,0	40,00	20,00	1060,0	1040,0	504,0	Тротил	Фугасно
	M79											Нехоген	парчадно
5.	FAB-250	250,00	1,00	4,00	2,00	500,00	40,00	20,00	1262,0	1242,0	210,0	Тротил	Фугасно
	FAB-100	117,00	3,00		6,00	702,00					234,0	Тротил	парчадно
6.	FFAR	3,86	16,0	4,00	64,00	247,00	40,00	20,00	307,00	287,00	18,94	Тротил	Фугасно
	57mm												парчадно
7.	FFAR	41,00	4,00	4,00	16,00	656,00	40,00	20,00	716,00	696,00	64,00	Тротил	Фугасно
	128mm												парчадно
8.	FAB-100	117,00	по krilu	4,00	10,00	1170,0	40,00	20,00	1230,0	1210,0	390,0	Тротил	Фугасна
			5,00										парчадно
9.	BL-755	166,11	1,00	4,00	4,00	664,44	40,00	20,00	724,44	704,44	169,3	Циклонит	парчадно
												Тротил	кумулятивно
10.	Mk-84	893,30	1,00	2,00	2,00	1786,6	40,00	20,00	2739,6	2719,6	858,0	Тритонал	Фугасно
	Mk-83	446,20	1,00	2,00	2,00	893,40					403,2	Тритонал	парчадно

**ТАБЕЛА Т.1.5. ОРУЖЈЕ БЕЗ МУНИЦИЈЕ НА ВАЗДУХОПЛОВУ  
СУПЕР ГАЛЕБ - Г4**

Редни број типа лансера	Тип лансера	Број лансера на авиону/тежина лансера	Маса свих празних лансера на авиону	Топ без муниције [kg]	Опрема и пилот [kg]	Број додатних резервоара/маса празног и носача [kg]	Укупно оптерећење са топом без муниције [kg]
* 1.	FAB-250 M79	2/17	34	160	153	2/73,5 = 147	494
* 2.	FFAR - 57mm	2/106,75	213,5	160	153	2/73,5 = 147	673,5
* 3.	FFAR - 128mm	2/98	196	160	153	2/73,5 = 147	656
4.	FAB-250 M79	4/17	68	160	153		381
5.	FAB-250 M79	2/17	224	160	153		537
	FAB-100 M80	2/95					
6.	FFAR - 57mm	4/106,75	427	160	153		740
7.	FFAR - 128mm	4/98	392	160	153		705
8.	FAB-100 M80	2/63 + 2/95	316	160	153		629
9.	BI-755	4		160	153		
10.	Mk-83 i Mk-84			160	153		

**ТАБЕЛА Т.1.6. ЈУРИШНА И СЛЕТНА МАСА ВАЗДУХОПЛОВА  
СУПЕР ГАЛЕБА - Г-4**

Варијанта оптерећења	Гориво ‘А’ [kg]	Гориво ‘В’ Додатно гориво [kg]	Борбени терет (активни и пасивни) [kg]	Маса Змаја [kg]	Полазна маса авиона за варијацију подкрилног оптерећења [kg]	Јуришна маса авиона [kg]	Слетна маса авиона након битке са празним лансерима и са 10% горива
* 1.	1307	550	1054	3134	4814	6045	3813,7
* 2.	1307	550	857	3134	4814	5848	3993,2
* 3.	1307	550	1044	3134	4814	6035	3975,7
4.	1307		1441	3134	4814	5882	3645,7
5.	1307		1799	3134	4814	6240	3801,7
6.	1307		1047	3134	4814	5488	4004,7
7.	1307		1421	3134	4814	5862	3969,7
8.	1307		1859	3134	4814	6300	3893,7
9.	1307			3134	4814	6155	
10.	1307			3134	4814	6300	

**ТАБ. Т.1.7. ПАРАМЕТРИ КВАЛИТЕТА ГАЂАЊА ЗА ВАЗДУХОПЛОВ СУХОЈ СУ-25Т**

Tip naoružanja (rakete)	Broj raketa na lanseru Nr/lanser	Masa jedne rakete $m_r$ [kg]	Masa bojeve glave $m_{bg}$ (kg)	Masa eksploziva jedne rakete $m_{exp}$ [kg]	Broj lansera na avionu $N_L$	Masa jenog lansera sa podvesnim šinama $m_L$ [kg]	Sumarna masa oružja i municije sa kojom se raspolaže $\Sigma m_i$ [kg]	Relativna masa lansera u odnosu na masu municije $\check{G}$	Daljina gađanja iz horizontalnog leta aviona $D_g$ [m]	Visina gađanja iz horizontalnog leta aviona $H_{max}$ [m]	Broj projektila koji se ispali za uništenje jednog cilja ( $\omega_i$ )	Broj ispaljene municije u sekundi $\lambda_i$ [projecktila/s]
S-5-KO	32	4,43	1,36	0,34	8	130	2174,08	0,91704289	2000	1610	2,5	2,22222222
S-5-KPB	32	5,01	1,8	0,45	8	130	2322,56	0,81087824	2000	1610	2,5	2,22222222
S-5-OB	5	4,94	1,73	0,43	8	130	1237,6	5,26315789	2000	1610	2,5	2,22222222
S-5-KOB	27	4,47	1,6	0,39	8	130	2005,52	1,07713978	2000	1610	2,5	2,22222222
S-5-PB	5	5,05	2,2	0,55	8	130	1242	5,14851485	2000	1610	2,5	2,22222222
S-5-KPB	27	5,05	2,2	0,55	8	130	2130,8	0,95342868	2000	1610	2,5	2,22222222
S-8-KO	20	11,3	3,6	0,9	8	150	3008	0,66371681	2000	1610	2	2,22222222
S-8-S	20	13	4,3	1,5	8	150	3280	0,57692308	2000	1610	2	2,22222222
S-8-B	20	15,2	7,41	0,6	8	150	3632	0,49342105	2000	1610	2	2,22222222
S-8-DF	20	13,4	5,5	3,3	8	150	3344	0,55970149	2000	1610	2	2,22222222
S-8-D	20	11,6	3,8	2,15	8	150	3056	0,64655172	2000	1610	2	2,22222222
S-8-T	20	13	6,6	1,6	8	150	3280	0,57692308	2000	1610	2	2,22222222
S-8-O	20	12,1	4,3	1,2	8	150	3136	0,61983471	2000	1610	2	0,55555556
S-8-KOM	20	11,3	3,6	0,9	8	150	3008	0,66371681	2000	1610	2	1,66666667
S-8-M	5	12,1	4,3	1,4	8	150	1684	2,47933884	2000	1610	2	2,22222222
S-8-S	15	13	4,3	1,5	8	150	2760	0,76923077	2000	1610	2	2,22222222
S-8-P	5	12,3	4,5	1,1	8	150	1692	2,43902439	2000	1610	2	2,22222222
S-8-B	15	15,2	7,41	0,6	8	150	3024	0,65789474	2000	1610	2	2,22222222
S-8-TSM	5	11,1	3,6	1,1	8	150	1644	2,7027027	2000	1610	2	2,22222222
S-8-T	15	13	6,6	1,6	8	150	2760	0,76923077	2000	1610	2	2,22222222
S-13	5	57	21	4,5	8	160	3560	0,56140351	2000	1610	1,5	1,81818181
S-13-T	5	75	21	4,5	8	160	4280	0,42666667	2000	1610	1,5	1,81818181
S-13-D	5	68	32	14,2	8	160	4000	0,47058824	2000	1610	1,5	1,81818181
S-13-DF	5	68	32	14,6	8	160	4000	0,47058824	2000	1610	1,5	1,81818181
S-24-B	1	232	125	23,5	2	140	744	0,60344828	2000	1610	1	2,352941176
S-25-O	1	385	151	27,75	1	120	505	0,31168831	2000	1610	1	1,33333333
S-25-OFM	1	380	150	25,6	1	120	500	0,31578947	2000	1610	1	1,33333333
S-25-LD	1	409	150	29,3	1	120	529	0,29339853	2000	1610	1	1,25
Las.vod.	1	409	150	29,3	1	120	529	0,29339853	2000	1610	1	1,25
R60	1	49	2		2	25	148	0,51020408	2000	1610	2	

**ТАБ. Т.1.7. НАСТАВАК**

Tip naoružanja (rakete)	Ukupno trajanje kontinualnog rafala $t_{uk}$ [s]	Broj projektila u rafalu sa istom verovatnoćom gađanja cilja(p) (As)	Broj raketa kojim se gađa cilj površine $8V_p \times 8V_d$	Površina uništenog cilja $4V_p \times 4V_d$ $S_{uc}$ (m <sup>2</sup> )	Broj raketa koje prekrivaju cilj veličine $N_{ru}$ $4V_p \times 4V_d$	Koeficijent za izračunavanje radijusa bojeve glave $k_{rBG}$	Radius bojeve glave za uništenja cilja sa 0,667%, $R_{BG}$	Radius bg za uništenje cilja sa 50%	Radius bg za uništenje cilja sa 30%	Brzina rakete pri gađanju iz horizontalnog leta $V_o$ (m/s)	Ukupno vreme gađanja za $H_{max}$ i $D_{max}$ $t_{uk}$ (s)
S-5-KO	14,4	32	120	3110	80,04	5,04005789	3,51772456	4,9748138	6,42245697	134	20,27
S-5-KPB	14,4	32	120	3260	80,04	4,699874539	3,60155819	5,0933724	6,57551554	132,1	20,27
S-5-OB	2,25	5	120	3260	80,04	4,771639417	3,60155819	5,0933724	6,57551554	131,6	20,27
S-5-KOB	12,15	27	120	3110	80,04	4,81474874	3,51772456	4,9748138	6,42245697	134	20,27
S-5-PB	2,25	5	120	3260	80,04	4,395782606	3,60155819	5,0933724	6,57551554	131,6	20,27
S-5-KPB	12,15	27	120	3260	80,04	4,395782606	3,60155819	5,0933724	6,57551554	155	20,27
S-8-KO	9	20	120	11.370	80,04	6,966495568	6,72607752	9,51211	12,2800813	187	20,27
S-8-S	9	20	120	12500	80,04	6,160834695	7,05239522	9,973593	12,8758532	167	20,27
S-8-B	9	20	120	9760	80,04	7,388497454	6,2317001	8,8129548	11,3774757	132	20,27
S-8-DF	9	20	120	24.860	80,04	6,680273111	9,9456277	14,065242	18,1581488	186	20,27
S-8-D	9	20	120	21308,9045	80,04	7,134267302	9,20793399	13,021985	16,8113105	180	20,27
S-8-T	9	20	120	16073,775	80,04	6,837551093	7,99724827	11,309817	14,6009109	167	20,27
S-8-O	9	5	120	11865,7002	80,04	6,465983224	6,87113248	9,7172487	12,5449142	164	20,27
S-8-KOM	9	15	120	11.370	80,04	6,966495568	6,72607752	9,51211	12,2800813	187	20,27
S-8-M	2,25	5	120	5800	80,04	4,294239748	4,80391852	6,7937667	8,77071513	151	20,27
S-8-S	6,75	15	120	12500	80,04	6,160834695	7,05239522	9,973593	12,8758532	167	20,27
S-8-P	2,25	5	120	12310	80,04	6,779740961	6,99859178	9,8975034	12,777622	169	20,27
S-8-B	6,75	15	120	6680	80,04	6,112508139	5,15548903	7,2909625	9,41259213	132	20,27
S-8-TSM	2,25	5	120	9760	80,04	6,036830514	6,2317001	8,8129548	11,3774757	168	20,27
S-8-T	6,75	15	120	14500	80,04	6,494199754	7,59566211	10,741888	13,8677183	167	20,27
S-13	2,75	5	40	4.800	26,68	4,585056017	7,5697607	10,705258	13,820429	163	20,27
S-13-T	2,75	5	40	8.778	26,68	6,199999714	10,235974	14,475853	18,6882462	139	20,27
S-13-D	2,75	5	40	18.884	26,68	6,199998868	15,0136997	21,232578	27,41114	172	20,27
S-13-DF	2,75	5	40	19.237	26,68	6,19999885	15,15337	21,430101	27,6661419	150	20,27
S-24-B	0,85	2	2	1.465	1,334	6,528583841	18,7	26,445794	34,1413728	410	20,27
S-25-O	0,75	1	1	805	0,667	6,473936106	19,6	27,718586	35,7845404	560	20,27
S-25-OFM	0,75	1	1	732	0,667	6,344951179	18,7	26,445794	34,1413728	550	20,27
S-25-LD	0,8	1	1	968	0,667	6,974010332	21,5	30,405592	39,25345	550	20,27
Las.vod.											
R60		2	2			0	0	0	0		20,27



**ТАБ. Т.1.7. НАСТАВАК**

Tip naoružanja (rakete)	Koeficijent za izračunavanje verovatnog skretanja K	Verovatno skretanje V <sub>s</sub> (m)	Skretanje po daljini V <sub>d</sub> (m)	Skretanje po pravcu V <sub>p</sub> (m)	CEP (m)	Verovat-noća efikasnosti (P <sub>ef</sub> )	Efektivna brzina gađanja λ	koeficijent nadmoćnosti η	Koeficijent Vatrene moći (K <sub>i</sub> )	Koeficijent savremenosti naoružanja (I <sub>x</sub> )	Koeficijent naoružane vazduhoplovne platforme (K <sub>lx</sub> )
S-5-KO	0,006	16,970563	12,00000000	12,00000000	29,6306026	0,00842091	0,018713129	4,39889035	0,01308344	0,4382952	0,0298507
S-5-KPB	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,00882526	0,019611697	3,3454274	0,012247022	0,4044579	0,0302801
S-5-OB	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,00882526	0,019611697	0,36049129	0,00359118	0,7561589	0,0047492
S-5-KOB	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,00842091	0,018713129	1,88475948	0,011966971	0,4751331	0,0251866
S-5-PB	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,00882526	0,019611697	1,1375643	0,003578458	0,7534801	0,0047492
S-5-KPB	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,00882526	0,019611697	3,79963	0,011263375	0,5172809	0,0217742
S-8-KO	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,03044373	0,067652728	3,88344086	0,007387707	0,5526005	0,013369
S-8-S	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,03341825	0,074262789	2,80596857	0,006775068	0,4525745	0,0149701
S-8-B	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,02618987	0,0581997	2,4621207	0,006118453	0,3230543	0,0189394
S-8-DF	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,065364	0,145253332	12,383443	0,006645401	0,4944179	0,0134409
S-8-D	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,05629547	0,125101044	14,6268878	0,00727167	0,5235602	0,0138889
S-8-T	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,04276566	0,095034793	13,3062549	0,006775068	0,4525745	0,0149701
S-8-O	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,0317497	0,017638721	2,3758063	0,000442885	0,1162132	0,003811
S-8-KOM	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,03044373	0,050739546	0,8660254	0,004155585	0,4144504	0,0100267
S-8-M	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,01564737	0,034771937	0,22809069	0,003299023	0,7970441	0,0041391
S-8-S	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,03341825	0,074262789	3,02267502	0,006038647	0,5378422	0,0112275
S-8-P	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,03291875	0,073152783	0,45077992	0,003283425	0,8878382	0,0036982
S-8-B	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,01799997	0,039999929	2,48708422	0,005511464	0,3880071	0,0142045
S-8-TSM	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,02618987	0,0581997	0,27435403	0,003379292	0,9083536	0,0037202
S-8-T	0,006	16,970563	12	12	29,6306026	0,03866055	0,085912342	4,41813511	0,006038647	0,5378422	0,0112275
S-13	0,008	22,627417	16	16	39,5074701	0,02178626	0,03961139	0,74288927	0,001702417	0,4439905	0,0038344
S-13-T	0,008	22,627417	16	16	39,5074701	0,03947613	0,071774786	0,6896411	0,001416029	0,314925	0,0044964
S-13-D	0,008	22,627417	16	16	39,5074701	0,08300196	0,150912646	0,99117831	0,001515152	0,4169697	0,0036337
S-13-DF	0,008	22,627417	16	16	39,5074701	0,084486	0,153610907	3,18367988	0,001515152	0,3636364	0,0041667
S-24-B	0,007	19,79899	14	14	34,5690363	0,16102459	0,378881394	1,27275	0,006325111	2,5932954	0,002439
S-25-O	0,007	19,79899	14	14	34,5690363	0,17541969	0,233892915	1,04374176	0,002640264	1,4785479	0,0017857
S-25-OFM	0,007	19,79899	14	14	34,5690363	0,16102459	0,214699456	0,41444124	0,002666667	1,4666667	0,0018182
S-25-LD	0,001	2,8284271	2	2	4,93843376	0,99998849	1,249985613	2,41288728	0,002362949	1,2996219	0,0018182
Las.vod.											
R60	1				0	0					

**ТАБ. Т.1.7. НАСТАВАК**

Tip naoružanja (rakete)	Moć naoružanja vazduhoplovne platforme $K_{lx}^{-1}$	$Q_{TNT}$ količina toplote koju razvija eksplozija jednog kg. exp.mase (J/kg)	Potencijalna energija jednog lansera $Q_i$ (Nm)	Efikasna Snaga pogodjenih ciljeva po jednom lanseru Pefc-lans (W)	Tip eksplozivnog punjenja	Tip dejstva bojeve glave	Snaga vatrene moći po metru kvadratnom $W(W/m^2)$	Ukupna efikasna snaga pogodjenih ciljeva Puk-ef
S-5-KO	33,5	4230000	46022400	27559139,1	trotill	fugasna	88658,9024	709271,2195
S-5-KPB	33,025	4230000	60912000	38226806,1	trotill	fugasna	117318,772	938550,1722
S-5-OB	210,56	4230000	9094500	891792,894		osvetljavajuća	17516,3444	140130,7549
S-5-KOB	39,703704	4230000	44541900	22504994,4	trotill	fugasna	85806,8238	686454,5902
S-5-PB	210,56	4230000	11632500	1140665,33		ometajuća	22404,6265	179237,0121
S-5-KPB	45,925926	4230000	62815500	33261801	trotill	fugasna	120984,983	967879,8651
S-8-KO	74,8	4230000	76140000	103021574	trotill	kum.-parčad.	145045,678	1160365,424
S-8-S	66,8	4230000	126900000	188478958	trotill	parčadna	241373,693	1930989,544
S-8-B	52,8	4230000	50760000	59084335,9	trotill	probojna	96907,9969	775263,9752
S-8-DF	74,4	4230000	279180000	811036505	trotill	fugasna	522247,481	4177979,847
S-8-D	72	4230000	181890000	455092579	trotill	fugasna	341881,583	2735052,668
S-8-T	66,8	4230000	135360000	257278190	trotill	Tand-HEAT	256225,39	2049803,118
S-8-O	262,4	4230000	101520000	35813658,3		osvetljavajuća	48316,1576	386529,261
S-8-KOM	99,733333	4230000	76140000	77266180,6	trotill	kumulativna	108784,259	870274,0681
S-8-M	241,6	4230000	29610000	5147985,33		osvetljavajuća	56833,7581	454670,0645
S-8-S	89,066667	4230000	95175000	106019414	trotill	parčadna	181030,27	1448242,158
S-8-P	270,4	4230000	23265000	8509497,44		ometajuće	44263,212	354105,6962
S-8-B	70,4	4230000	38070000	22841959,7	trotill	probojna	72984,8486	583878,7886
S-8-TSM	268,8	4230000	23265000	6770080,16		označavajuća	44416,1652	355329,322
S-8-T	89,066667	4230000	101520000	130827314	trotill	Tand-HEAT	192577,806	1540622,446
S-13	260,8	4230000	95175000	18850070,1	trotill	probojna	83812,5411	670500,3287
S-13-T	222,4	4230000	95175000	34155826,1	trotill	Tand.-HEAT	83055,1916	664441,533
S-13-D	275,2	4230000	300330000	226617975	trotill	FAE	256141,084	2049128,669
S-13-DF	240	4230000	308790000	237167560	trotill	fugasna	263146,241	2105169,927
S-24-B	410	4230000	99405000	37662704,9	trotill	HE- fragment	137201,43	274402,8602
S-25-O	560	4230000	117382500	27454935,1	trotill	fugasna	91041,336	91041,33597
S-25-OFM	550	4230000	108288000	23249374,7	trotill	HE fragment	84695,1239	84695,12393
S-25-LD	550	4230000	123939000	154921967	trotill	fugasna	426939,587	426939,587
Las.vod.								
R60								

**ТАБ. Т.1.8. ПАРАМЕТРИ КВАЛИТЕТА ГАЂАЊА ЗА ВАЗДУХОПЛОВ СУПЕР ГАЛЕБ Г- 4**

Tip naoružanja	Broj raketa(bo mbi) na lanseru Nr/lanser	Masa jedne rakete $m_r$ [kg]	Masa bojeve glave $m_{bg}$ (kg)	Masa eksploziva jedne rakete $m_{exp}$ [kg]	Broj lansera na avionu $N_L$	Masa jenog lansera sa podvesni m šinama $m_L$ [kg]	Sumarna masa oružja i municije sa kojom se raspolaže $\Sigma m_i$ [kg]	Relatina masa lansera u odnosu na masu municije $\bar{G}$	Daljina gađanja iz horizontalnog leta aviona $D_g$ [m]	Visina gađanja iz horizontalnog leta aviona $H_{max}$ [m]	Broj projektila koji se ispali za uništenje jednog cilja ( $\omega_i$ )	Broj ispaljene municije u sekundi $\lambda_i$ [prokektila/s]	Vreme ispaljivanja jedne bombe-rakete $t_i$ [s]
FAB-250 M79	1	250	240	105	2	17	534	0,068	2000	1610	1	1,538461538	0,65
FFAR-57mm	16	3,86	1,1	0,296	2	106,75	337,02	1,728465	2000	1610	2,5	2,222222222	0,45
FFAR-128 mm	4	41	14,35	4	2	98	524	0,597561	2000	1610	2	1,818181818	0,55
FAB-250 M79	1	250	240	105	4	17	1068	0,068	2000	1610	1	1,538461538	0,65
FAB-250 M79 FAB-	1	250	240	105	2	17	534	0,068	2000	1610	1	1,538461538	0,65
	3	117	117	39	2	95	892	0,270655	2000	1610	2	1,538461538	0,65
FFAR-57mm	16	3,86	1,1	0,296	4	106,75	674,04	1,728465	2000	1610	2,5	2,222222222	0,45
FFAR-128 mm	4	41	14,35	4	4	98	1048	0,597561	2000	1610	2	1,818181818	0,55
FAB-100 M80	5	117	117	39	2	95	1360	0,162393	2000	1610	2	1,538461538	0,65
BL-755	1	166,11		10,58	4		664,44	0	2000	1610	1	1,538461538	0,65
Mk-84	1	893,3		429	2		1786,6	0	2000	1610	1	1,538461538	0,65
Mk-83	1	446,2		201,6	2		892,4	0	2000	1610	1	1,538461538	0,65

**ТАБ. Т.1.8. НАСТАВАК**

Tip naoružanja	Broj projektila u rafalu sa istom verovatnoćom gađanja cilja(p) ( $\lambda_s$ )	Broj raketa kojim se gađa cilj površine $8V_p \times 8V_d$	Površina uništenog cilja $4V_p \times 4V_d$ $S_{uc}$ (m <sup>2</sup> )	Broj raketa koje prekrivaju cilj veličine $N_{ru}$ $4V_p \times 4V_d$	Koeficijent za izračunavanje radijusa bojeve glave $k_{rBG}$	Radijus bojeve glave za uništenja cilja sa 0,667%, $R_{BG}$	Radijus bg za uništenje cilja sa 50%	Radijus bg za uništenje cilja sa 30%	Brzina raketiranja pri gađanju iz horizontalnog leta $V_o$ (m/s)	Ukupno vreme gađanja za $H_{max}$ $D_{max}$ $t_{uk}$ (s)	Koeficijent za izračunavanje verovatnog skretanja $K$	Verovatno skretanje $V_s$ (m)
FAB-250 M79	1	2	112527,7	1,334	0,5	5,12347538	231,793867	299,244596	120	0,65	0,16	83,86286
FFAR-57mm	16	32	756,1263	21,344	5,04	3,35887963	4,75017312	6,13244713	132,1	7,2	0,006	16,97056
FFAR-128 mm	4	8	1622,939	5,336	6,2	9,84188652	13,9185294	17,9687442	131,6	2,2	0,008	22,62742
FAB-250 M79	1	4	112527,7	2,668	0,5	5,12347538	163,903015	211,597883	120	0,65	0,16	83,86286
FAB-250 M79 FAB-	1	2	112527,7	1,334	0,5	5,12347538	231,793867	299,244596	120	0,65	0,16	83,86286
	3	6	112527,7	4,002	0,5	3,122499	133,826252	172,768948	120	1,95	0,16	83,86286
FFAR-57mm	16	64	1512,253	42,688	5,04	3,35887963	4,75017312	6,13244713	134	7,2	0,006	16,97056
FFAR-128 mm	4	16	3245,878	10,672	6,2	9,84188652	13,9185294	17,9687442	131,6	2,2	0,008	22,62742
FAB-100 M80	5	10	112527,7	6,67	0,5	3,122499	103,661369	133,826252	120	3,25	0,16	83,86286
BL-755	1	4	112527,7	2,668	0,5	1,6263456	163,903015	211,597883	120	0,65	0,16	83,86286
Mk-84	1	2	112527,7	1,334	0,5	10,3561576	231,793867	299,244596	120	0,65	0,16	83,86286
Mk-83	1	2	112527,7	1,334	0,5	7,09929574	231,793867	299,244596	120	0,65	0,16	83,86286

**ТАБ. Т.1.8. НАСТАВАК**

Tip naoružanja	Skretanje po daljini $V_d$ (m)	Skretanje po pravcu $V_p$ (m)	CEP (m)	Verovatnoća efikasnosti ( $P_{ef}$ )	Efektivna brzina gađanja $\lambda$	koeficijent nadmoćnosti $i$ $\eta$	Koeficijent Vatrene moći ( $K_i$ )	Koeficijent savremenosti naoružanja ( $I_x$ )	Koeficijent naoružane vazduhoplovne platforme ( $K_{Ix}$ )	Moć naoružanja vazduhoplovne platforme $K_{Ix}^{-1}$	$Q_{TNT}$ količina toplote koju razvija eksplozija jednog kg. exp.mase (J/kg)
FAB-250 M79	59,30000000	59,30000000	146,4246	0,99	1,52307692	0,5904107	0,00288101	0,6914434	0,00416667	240	4230000
FFAR-57mm	12	12	29,6306	0,0076804	0,01706764	2,5432964	0,00263750	0,6968264	0,11726551	264,2	5840000
FFAR-128 mm	16	16	39,50747	0,02322	0,04221818	0,3931905	0,00173491	0,4566273	0,02263724	263,2	4230000
FAB-250 M79	59,3	59,3	146,4246	0,99	1,52307692	1,5015893	0,00144051	0,6914434	0,00353982	480	4230000
FAB-250 M79 FAB-	59,3	59,3	146,4246	0,99	1,52307692	0,3333333	0,00288101	0,6914434	0,00353982	240	4230000
	59,3	59,3	146,4246	0,99	1,52307692	1,771232	0,00086237	0,2069679	0,01102536	240	4230000
FFAR-57mm	12	12	29,6306	0,0076804	0,01706764	2,5432964	0,00131875	0,7068489	0,11565499	536	4230000
FFAR-128 mm	16	16	39,50747	0,02322	0,04221818	1	0,00086745	0,0106029	0,02263724	12,223008	4230000
FAB-100 M80	59,3	59,3	146,4246	0,99	1,52307692	5	0,00056561	0,1357466	0,0183756	240	4230000
BL-755	59,3	59,3	146,4246	0,99	1,52307692	1	0,00231543	1,1114044	0,00438651	480	4230000
Mk-84	59,3	59,3	146,4246	0,99	1,52307692	1	0,00086111	0,2066667	0,00142726	240	5400000
Mk-83	59,3	59,3	146,4246	0,99	1,52307692	0,5904107	0,00172396	0,4137503	0,00243885	240	5200000

**ТАБ. Т.1.8. НАСТАВАК**

Tip naoružanja	Potencijalna energija jednog lansera $Q_i$ (Nm)	Efikasna Snaga pogodenih ciljeva po jednom lanseru $P_{\text{efc-lans}}$ (W)	Tip eksplozivnog punjenja	Tip eksplozivnog dejstva	Snaga vatrene moći po metru kvadratnom (W)	Ukupna efikasna snaga pogodenih ciljeva $P_{\text{uk-ef}}$
FAB-250 M79	444150000	669709869	trotill	fugasno	32500327,29	65000655
FFAR-57mm	27658240	58010,1572	trotill hexogen	kumulativno	409,3789638	818,75793
FFAR-128 mm	67680000	265388,49	trotill hexogen	kumulativno	872,5608598	1745,1217
FAB-250 M79	444150000	669709869	trotill	fugasno	32500327,29	130001309
FAB-250 M79 FAB-	444150000	669709869	trotill	fugasno	32500327,29	65000655
	494910000	2238744420	trotill	fugasno	97500981,87	195001964
FFAR-57mm	20033280	42017,631	trotill hexogen	kumulativno	296,5193522	1186,0774
FFAR-128 mm	67680000	265388,49	trotill hexogen	kumulativno	872,5608598	3490,2434
FAB-100 M80	824850000	6218734500	trotill	fugasno	162501636,5	325003273
BL-755	44753400	67481242,1	trotill	fugasno	32500327,29	130001309
Mk-84	2,317E+09	3493076400	ciklonit trotill	fugasno	41489779,52	82979559
Mk-83	1,048E+09	1580705280	tritonall	fugasno	39953121,02	79906242

## ПРИЛОГ Б.

### ПАРАМЕТРИ НЕВОЂЕНЕ РАКЕТНЕ ВАЗДУХОПЛОВНЕ МУНИЦИЈЕ

Ваздухопловна невођена муниција карактерише се по следећим тактичко-техничким параметрима:

- $L$  - домет (даљина гађања),
- $D$  - калибар одговарајуће муниције,
- $\omega$  - број пројектила у рафалу,
- $\varpi$  - нормирани броја пројектила за уништење циља предвиђен у таблицама ракетирања,
- $V_a$  - брзина ракете на крају активне фазе ,
- БГ - тип бојеве главе,
- $t$  – време лета ракете у активној фази којој одговара време рада ракетног мотора (активна фаза).

**У овом раду, масу ракете ће сачињавати две масе и то:**

1. Маса ракете  $m_r$ , односно маса корисног терета,
2. Маса мотора  $m_m$ , односно маса свих његових подсклопова.

Однос између идеалне брзине ракетног система и укупне масе ракете, ( $m_{uk}$ ) је дат у једначини идеалне брзине Циолковског у облику:

$$V_{ideal} = g_o \cdot I_{sp} \cdot \ln \frac{m_{uk}}{m_{uk} - m_p}, \left[ \frac{m}{s} \right]$$

или

$$V_{ideal} = g_o \cdot I_{sp} \cdot \ln(r_b), \left[ \frac{m}{s} \right]$$

где су:

$I_{sp}$  - специфични импулс мотора ракете (s)

$m_{uk}$  - укупна маса ракете при лансирању (kg)

$m_p$  - маса горива (односно ракетног пуњења-горива и оксидатора) (kg)

$$r_b = \frac{m_{uk}}{m_{uk} - m_p} - \text{однос маса ракете на старту и ракете на крају рада активне фазе}$$

Маса горивог пуњења се користи код одређивања фактора квалитета ракете за одређивање удела масе горива у укупној маси корисног терета ракете и гласи:

$$PMF = \frac{m_p}{m_{uk} - m_r}$$

где је:

$m_r$  - маса укупног терета ракете

Масу укупног терета ракете чине бојева глава, врх тела ракете, као и структура – тело ракете. Дакле, PMF је количник масе горива и преостале масе ракете.

Следећа вредност која представља фактор удела односно увећања Q је дефинисан као однос укупне масе ракете према маси њеног укупног терета и исказује се као количник масе ракетног мотора и удела масе горива PMF у облику:

$$Q = \frac{m_{uk}}{m_r} = \frac{r_b (PMF)}{1 - r_b [1 - (PMF)]}$$

Дакле, коефицијент Q представљаће карактеристику променљиве масе ракете исказану преко удела горива и њене конструкције укључујући и баласни и корисни терет.

Код вођених ракета структура ове анализе је још сложенија због управљачких ограна, система за вођење и аутопилота који се у пројектном смислу разматрају као посебни аналитички удели у процени масеног дела ракете.

### **Специјални параметри невођене ракете ваздух – земља**

**Вероватноћа поготка  $P_{rog}$  невођене ракете.**

Вероватноћа уништења циља зависи од много чинилаца од којих су најважнији следећи:

1. Величина, облик и рањивост циља,
2. Разорна моћ бојеве главе,



3. Поузданост система,
4. Укупне прецизности ракете.

Увођењем појма СЕР који је претходно дефинисан, може се придоделити и следећи израз за вероватноћу погађања циља  $P_{\text{пог}}$  и то:

$$P_{\text{пог}} = 1 - \exp \left[ -0,6926 \cdot \frac{r_{\text{ef}}^2}{(\text{СЕР})^2} \right]$$

где је:

- $r_{\text{ef}}$  - ефективни радијус циља

Вероватноће поготка са израчунатим грешкама гађања односно са расипањем ракета, представљају математички однос између циља који се гађа сведеног на радијус и грешке у облику добро познатог Релејевог кружног закона расподеле вероватноће. Ако се овакав закон трансформише у радијус уништења бојеве главе а за циљ предвиди зона расипања ракета дефинисана СЕР-ом, онда се добија вероватноћа уништења таквог циља једном ракетом.

Табеларни приказ вероватноће уништења циљева величине СЕР ракетног невођеног наоружања са којим располажу анализирани ваздухоплови ГАЛЕБ Г-4 и СУХОЈ СУ-25Т са вредностима најзначајних параметара за оцену ватреног наоружања приказани су у табелама Т.1.7. и Т.1.8.

## **БИОГРАФСКИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ**

Име и презиме: Ненад Ј.Капор  
Датум рођења: 02.05.1958.  
Место рођења: Тузла, БиХ  
Породично стање: Разведен, двоје деце

### **Школовање:**

1965.-1973. Основна школа у Тузли  
1973.-1977. Машинска техничка школа у Тузли  
1977.-1983. Машински факултет у Београду, одсек Војно машинство ракетно наоружање  
2003.-2010. Магистарске студије на Машинском факултету, одсек Ваздухопловство

### **Кретање у послу:**

У периоду од августа 1984. до децембра 1984. радио у Братству Н. Травник у пројектном бироу за наменску производњу. Након тога радио у Тузли, све до октобра 1986.године, у Творници транспортних уређаја као руководиоц пројектовања редуктора и транспортних трака за потребе рудника. Од октобра 1986. до августа 1989. радио као наставник у Средњој машинској школи у Тузли. Од 1995 до 2001 године радио као директор продуцентске куће Југодиск Београд, Од 2001 до октобра 2003 радио као саветник начелника за Јужно-Банатски округ. Од октобра 2003 до данас власник продуцентске куће Југодиск Београд, где уједно обавља функцију директора и главног и одговорног уредника предузећа. Професионални менаџер јавних, приватних и групних Ауторских права у области информационе и културне издавачке делатности. Дипломски рад из области ракетног наоружања као и магистарске студије на одсеку за војно машинство, завршио са прекидима у периоду 1983-2010. године. Матична област којом се бавио је ракетно наоружање из чега је и магистрирао на тему *"Развој методологије прорачуна елемената поређења ваздухопловног наоружања и модела трошкова организоване ракетне ватре"*, радећи на синтези перформанси ваздухоплова и ракетног наоружања.

## Прилог 1.

### Изјава о ауторству

Потписани-а      мр Ненад Ј. Капор

број индекса      Д - 26/03

### Изјављујем

да је докторска дисертација под насловом

#### **АНАЛИЗА И СИНТЕЗА АЛГОРИТМА ОЦЕНЕ ПАРАМЕТАРА ЕФИКАСНОСТИ НАОРУЖАЊА ЗА ИНТЕРВИДОВСКЕ ПОДРШКЕ КоВ-У**

- резултат сопственог истраживачког рада,
- да предложена дисертација у целини ни у деловима није била предложена за добијање било које дипломе према студијским програмима других високошколских установа,
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио интелектуалну својину других лица.

**Потпис докторанта**

У Београду, 06.03.2015.

## Прилог 2.

### **Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада**

Име и презиме аутора: мр Ненад Ј. Капор

Број индекса : Д - 26/03

Студијски програм: Катедре за системе наоружања

Наслов рада: **”АНАЛИЗА И СИНТЕЗА АЛГОРИТМА ОЦЕНЕ ПАРАМЕТАРА ЕФИКАСНОСТИ НАОРУЖАЊА ЗА ИНТЕРВИДОВСКЕ ПОДРШКЕ КоВ-У”**

Ментор: Проф. др Момчило Милиновић

Потписани/а : мр Ненад Ј. Капор

Изјављујем да је штампана верзија мог докторског рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла за објављивање на порталу **Дигиталног репозиторијума Универзитета у Београду**.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања доктора наука, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити на мрежним страницама дигиталне библиотеке, у електронском каталогу и у публикацијама Универзитета у Београду.

**Потпис докторанта**

У Београду, 06.03.2015.

### Прилог 3.

#### Изјава о коришћењу

Овлашћујем Универзитетску библиотеку „Светозар Марковић“ да у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду унесе моју докторску дисертацију под насловом:

#### **АНАЛИЗА И СИНТЕЗА АЛГОРИТМА ОЦЕНЕ ПАРАМЕТАРА ЕФИКАСНОСТИ НАОРУЖАЊА ЗА ИНТЕРВИДОВСКЕ ПОДРШКЕ КОВ-У**

која је моје ауторско дело.

Дисертацију са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Моју докторску дисертацију похрањену у Дигитални репозиторијум Универзитета у Београду могу да користе сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се одлучио/ла.

1. Ауторство
2. Ауторство - некомерцијално
3. Ауторство – некомерцијално – без прераде
4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима
5. Ауторство – без прераде
6. Ауторство – делити под истим условима

(Молимо да заокружите само једну од шест понуђених лиценци, кратак опис лиценци дат је на полеђини листа).

**Потпис докторанта**

У Београду, 06.03.2015.

---

1. Ауторство - Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.

2. Ауторство – некомерцијално. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.

3. Ауторство - некомерцијално – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.

4. Ауторство - некомерцијално – делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.

5. Ауторство – без прераде. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.

6. Ауторство - делити под истим условима. Дозвољавање умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.