

Fakulteta za družbene vede

**SODOBNI OBOROŽITVENI SISTEMI  
2. DEL**

**OSNOVE BALISTIKE  
IN TEORIJE STRELJANJA**

**ANTON ŽABKAR**

Ljubljana,  
oktober 2011

Anton Žabkar  
SODOBNI OBOROŽITVENI SISTEMI  
2.del  
Osnove balistike in teorije streljanja

Knjižna zbirka MAKLEN  
Izdajatelj: FAKULTETA ZA DRUŽBENE VEDE  
Za založbo: Hermina Krajnc

Jezikovni pregled: Nataša Gliha Komac  
Recenzent: red. prof. dr. Marjan Malešič

Oblikovanje naslovnice: Mitja Knapič  
Prelom in tisk: NTD d.o.o.

Copyright © za slovenski izdajo po delih in v celoti FDV 2011, Ljubljana.  
Fotokopiranje in razmnoževanje po delih in v celoti je prepovedano.  
Vse pravice pridržane.

Izid knjige je finančno omogočil Učbeniški sklad Fakultete za družbene vede.

Naklada 150 izvodov.

CIP - Kataložni zapis o publikaciji  
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

623.5(075.8)

ŽABKAR, Anton, 1935-  
Sodobni oborožitveni sistemi. Del 2, Osnove balistike in  
teorije streljanja / Anton Žabkar. - Ljubljana : Fakulteta za  
družbene vede, 2011. - (Knjižna zbirka Maklen)

ISBN 978-961-235-550-0

258829056

»Kdor se opira samo na prakso brez teorije,  
je podoben kapitanu, ki vodi ladjo  
brez krmila in kompasa, saj nikoli ne ve,  
kje bi lahko nasedel.«  
*Leonardo da Vinci (1452–1519)*

## PREDGOVOR

Kdor se resneje ukvarja s proučevanjem orožij in streliva ali z njihovo uporabo, se prej ali slej sooči s procesi, ki se odvijajo med streljanjem, pri letu izstrelka skozi zrak in pri njegovem učinku na cilju. To ne velja le za poklicne vojake, policiste, lovce, športnike strelce, rekreativce, ki tekmujejo na streliščih, orožarje, in puškarje, ampak tudi za študente obramboslovja, ki proučujejo oborožitvene sisteme, da bi mogli razumeti njihov vpliv na razvoj obrambno-varnostnih sistemov in na oborožene spopade (v katerih se politične cilje dosega z nasilnimi sredstvi).

Ker smo **v prvem delu učbenika Sodobni oborožitveni sistemi** že podrobneje predstavili osnovne značilnosti življenjskih ciklov oborožitvenih sistemov, etape in faze njihovega razvoja ter implikacije revolucij, ki so se odvijale na vojaškotehničnem področju (angl. Revolution in the Military Affairs), se je pri študiju obramboslovja pojavila potreba, da v drugem delu učbenika ta začetna znanja dopolnimo in poglobimo **z znanji iz vojaške balistike** (angl. military ballistics) **in teorije streljanja** (angl. theory of shooting).

**Vojaška balistika** je **temeljna vojaškotehnična veda**, na podlagi katere so konstruirana vsa sedanja strelna orožja, prav tako pa tudi njihovo strelivo in samopogonski izstrelki, kot so npr. balistične (ne)vodljive rakete. Z balistiko je povezana **teorija streljanja**, ki se ukvarja s proučevanjem priprav za streljanje ter z načini izvajanja streljanj z različnimi oborožitvenimi sistemi in vrstami streliva, s katerimi se gospodarno zagotavljajo zadetki izstrelkov in uničenje raznovrstnih ciljev na kopnem, na morskem gladini, pod gladino morja in v zraku.

Balistika kot veda ima zelo dolgo in bogato zgodovino. Vedno je bila povezana s teorijo streljanja. **Zametke obeh znanstvenih vojaškotehničnih disciplin najdemo že v antiki.** Vojaški inženirji tistega časa so morali rešiti vrsto kompleksnih problemov, da so lahko uspešno izdelali in uporabili sofisticirane mehanične metalne naprave (kot so bile npr. baliste, onagri, katapultni in pozneje triboki). Večina orožarjev in zgodovinarjev soglaša, da imajo začetki sodobne balistike svoje korenine na koncu prvega tisočletja, ko so kitajski vojaški inženirji začeli iskati načine, kako izkoristiti moč, silo in energijo smodnika, da bi odvrgli izstrelke na nasprotnika in (ali) (z)rušili njegove fortifikacijske objekte. V ohranjenih kitajskih spisih iz tistega časa (z naslovom **Wu Ching Tsung Yao**) so navedeni primeri, kako so uporabljali črni smodnik za izdelavo raket, plamenometov,

bomb in min ter prvih primitivnih topov. Pozneje je v Španiji živeči arabski zgodovinar **Hasan al Rammah** v 13. stoletju omenjal, da so prve topove uporabili Egipčani proti Mongolom, v Evropi pa so dobro znane legende o tem, da naj bi prvi črni smodnik izumil nemški menih **Berthold Schwarz**.

Mi(s)tičnemu obdobju, ko so se legende prepletale s stvarnostjo, je sledilo obdobje renesanse, v katerem so se s proučevanjem gibanja izstrelkov strelnega orožja začeli ukvarjati največji evropski znanstveniki. Med prvimi je bil **Leonardo da Vinci** (1452–1519). Za njim je **Galileo Galilei** leta 1638 dokazal, da se izstrelki gibljejo skozi zrak po krivulji, ki ima obliko parabole, **Isaac Newton** pa se je že leta 1684 ukvarjal z vplivom upora zraka na gibanje izstrelka in dokazal, da se upor zraka večja s kvadratom hitrosti izstrelka.

Vojaška balistika in teorija streljanja sta od renesanse do danes prehodili dolgo pot. Zaradi napredka na področju znanosti, še posebno fizike, kemije (ki je vplivala na razvoj novih vrst smodnikov) in matematike, vse popolnejše opreme znanstvenih laboratorijev in dosežkov računalništva, sta se obe večini preoblikovali v znanstveni disciplini. K razvoju balistike strelnih orožij in teoriji streljanja sta pomembno prispevala tudi Slovenca: v 18. stoletju častnik avstrijske vojske **Jurij Vega**, ki je bil za zasluge na tem področju povišan v plemiški stan in dobil naslov barona, v 20. stoletju pa častnik avstrijske vojske **Herman Potočnik Noordung**, ki se je ukvarjal s teorijo vesoljskih poletov in vesoljsko balistiko.

**Balistika strelnega orožja** se je razvejala na štiri temeljne discipline, in sicer na: a) **notranjo balistiko** (angl. **internal ballistics**), ki proučuje procese, ki se odvijajo v orožju znotraj cevi od trenutka vžiga smodniške polnitve do trenutka, ko izstrelk zapusti cev; b) **prehodno balistiko** (angl. **transitional ballistics**), ki se ukvarja s procesi na ustju cevi v trenutku, ko izstrelk zapuša cev in vstopa v okolje; c) **zunanjo balistiko** (angl. **external ballistics**), ki se ukvarja z letom izstrelka skozi (brez)zračni prostor; in č) **ciljno balistiko** (angl. **terminal ballistics**), ki se ukvarja s padcem izstrelka na Zemljo, vzorci raztrosa izstrelkov na tleh ter z njihovim delovanjem na različnih ciljnih oz. tarčah.

**Teorija streljanja** (angl. **theory of shooting**) – ki temelji na dosežkih balistike – je tesno povezana s **teorijo napak** in **teorijo verjetnosti**. V ospredju njenega znanstvenega zanimanja so iskanje **optimalnih načinov** uporabe oborožitvenih sistemov, predvidevanje rezultatov (učnih, šolskih in bojnih) streljanj ter določanje količin streliva, s katerimi se zagotavlja uničenje ali onesposobitev ciljev z želeno stopnjo verjetnosti. V poglavju, ki se ukvarja s teorijo streljanja, so zato opisane in analizirane napake, ki se pojavljajo pri streljanju, njihov vpliv na verjetnost zadevanja ciljev, zakon ranljivosti (občutljivosti) ciljev ter zakoni uničenja točkastih, skupinskih in površinskih ciljev, vključno z metodami izračuna potrebnih količin streliva za doseganje želenega rezultata. Osnove teorije streljanja so uporabljene za matematično modeliranje oboroženega boja, pri katerem so v skladno celoto povezana bojna delovanja v boju soočenih strani; prikazani so osnovni matematični modeli predvidevanja rezultatov boja, kot so npr. Lanchesterjeve, Dinerjeve in druge enačbe.

V skladu s prikazanim zaporedjem vsebin so oblikovana tudi poglavja tega učbenika, ki je z vidika fizike in matematike prilagojen srednješolskemu znanju študentov obramboslovja. V tem se razlikuje od strokovne monografije dr. Tomaža Savška (2000. *Sodobni vojaški simulacijski sistemi: operacijske raziskave, vojne igre in bojne simulacije*. Ljubljana: MORS.), ki je glede predznanj iz matematike na zahtevnejši ravni in se ne ukvarja s teorijo streljanja in balistiko, temveč – podobno kot najnovejša monografija Erdala Čaircija in Dušana Marinčiča (2009. *Computer Assisted Exercises and Training*. United Kingdom: Wiley and Sons Incorporation.) – z vojaškimi simulacijami oz. igrami (vključno s problematiko sprejemanja odločitev). Učbenik se zaradi svoje osredotočenosti na balistiko in teorijo streljanja razlikuje tudi od prvega širše zastavljenega slovenskega učbenika s pregledom uporabe količinskih metod na področju obramboslovja, čigar avtor je dr. Ivan Lah (1995. *Operacijske raziskave za častnike in obramboslovce*. Ljubljana: MORS.).

Zahtevnejši bralec z višjo ravno znanj iz fizike in matematike bo to moral upoštevati in se pri poglobljenem proučevanju leta izstrelkov skozi zrak opreti na reševanje sistemov diferencialnih enačb (npr. na metodo Runge-Kuta, Siaccijevo metodo ali metodo približnih izračunov Ciolkovskega), ki so predstavljene v virih, navedenih v bibliografiji tega učbenika. Učbenik tvori integralno celoto z zbirko vaj (2008. *Praktikum iz predmetov Uvod v vojaške vede, Uvod v oborožitvene sisteme, Sodobni oborožitveni sistemi in Pehotni oborožitveni sistemi*. Ljubljana: FDV.); v zbirki so tudi naloge in vaje, s katerimi se utrjujejo znanja, pridobljena s študijem posameznih poglavij tega učbenika.

Med pisanjem in po oblikovanju prve različice rokopisa učbenika so mi z nasveti in predlogi zelo pomagali sodelavci s FDV, ki so – vsak z vidika svoje stroke – prispevali k celovitejšem zaokrožanju vsebine in oblike učne snovi. V zgodnji fazi konceptualizacije učbenika mi je red. prof. dr. Marjan Malešič dal vrsto koristnih metodoloških predlogov, ki so se nanašali na oblikovanje strukture bodočega učbenika; doc. dr. Alojzija Židan mi je predvsem v srednji fazi pisanja dala vrsto dragocenih didaktičnih nasvetov pri oblikovanju problemskih vprašanj (s katerimi se študentom omogoča poglobljeno proučevanje snovi); doc. dr. Damjan Škulj mi je zelo pomagal s konkretnimi predlogi, ki so se nanašali na matematično izrazoslovje, še bolj pa pri prilagajanju uporabljenega matematičnega aparata realnemu znanju študentov obramboslovja. Na koncu se moram vsekakor zahvaliti gospe Hermini Krajnc, ki je poskrbela, da se je sodelovanje med vsemi akterji nemoteno odvijalo, lektorici doc. dr. Nataši Gliha Komac in mojima dolgoletnima najozžjima sodelavcema doc. dr. Urošu Svetetu in asist. dr. Eriku Kopaču. Oba sta z izkušnjami, pridobljenimi na vajah s študenti, ugotovila, kje so kritična mesta gradiva, in mi tako omogočila, da sem jim v učbeniku posvetil posebna poglavja.

Prof. dr. Anton Žabkar

# KAZALO VSEBINE

<b>POJMOVNIK</b>	11
<b>1 PREDMET BALISTIKE, NJEN RAZVOJ IN NOTRANJA STRUKTURA</b>	17
<b>2 OSNOVE NOTRANJE BALISTIKE</b>	23
2.1 STRELNO OROŽJE	23
2.2 SAMOPOGONSKI IZSTRELKI ALI RAKETE	44
<b>3 OSNOVE ZUNANJE BALISTIKE</b>	50
3.1 BALISTIKA V BREZZRAČNEM PROSTORU	51
3.2 BALISTIKA V ZRAČNEM PROSTORU	62
3.2.1 Prehodna ali vmesna balistika	63
3.2.2 Balistična krivulja v zračnem prostoru	66
3.2.3 Gibanje izstrelka okoli težišča	79
3.2.4 Vpliv vetra in rotacije Zemlje	84
<b>4 OSNOVE CILJNE BALISTIKE</b>	95
4.1 SLIKA RAZTROSA IZSTRELKOV	95
4.2 DOLOČANJE PREHITKOV PRI STRELJANJU NA PREMIČNE CILJE	108
4.3 UČINKI IZSTRELKOV NA CILJIH	112
4.3.1 Togotelesna balistika	112
4.3.2 Životkivna balistika	124
4.3.2.1 Ciljna balistika drobcev	127
4.3.2.2 Ciljna balistika izstrelkov strelnega orožja	138
<b>5 NAMESTO SKLEPA: PRAKTIČNA UPORABA DOSEŽKOV SODOBNE BALISTIKE</b>	152
<b>6 OSNOVE TEORIJE STRELJANJA</b>	155
6.1 CILJANJE IN NAPAKE, KI SE POJAVLJAJO PRI CILJANJU	157
6.2 OSNOVNI POJMI TEORIJE NAPAK	160

<b>6.3 OSNOVNI POJMI TEORIJE VERJETNOSTI</b>	170
<b>6.4 ANALITIČNA METODA DOLOČANJA VERJETNOSTI UNIČENJA CILJA</b>	178
<b>6.5 ZAKON OBČUTLJIVOSTI (RANLJIVOSTI) CILJA</b>	180
<b>6.6 ZAKON VERJETNOSTI ZADETKA CILJA Z ENIM IZSTRELKOM</b>	183
<b>6.7 ZAKON VERJETNOSTI UNIČENJA CILJA Z VEČJIM ŠTEVILOM IZSTRELKOV</b>	195
<b>6.8 ZAKON VERJETNOSTI UNIČENJA SKUPINSKEGA CILJA – MODELI KOLMOGOROVA</b>	197
<b>6.9 DOLOČANJE POTREBNE KOLIČINE STRELIVA ZA DOSEGANJE ZAHTEVANEGA ŽELENEGA REZULTATA</b>	204
<b>7 OSNOVE MODELIRANJA BOJA</b>	215
<b>8 SKLEP</b>	229

## KAZALO SLIK

Slika 1: Ležišče naboja in smodniška komora	25
Slika 2: Značilne oblike žlebov	26
Slika 3: Blažilnik trzaja	27
Slika 4: Srk (angl. fume ejector), ki odstranjuje dim iz cevi	28
Slika 5: Kaliber orožja in presek cevi	29
Slika 6: Kot nagiba žlebov (na razgrnjenem preseku cevi)	30
Slika 7: Geometrijske oblike smodniških delcev	32
Slika 8: Izgorevanje smodnika, ki ima obliko votlega cilindra	33
Slika 9: Faze izgorevanja smodniškega naboja v cevi orožja	34
Slika 10: Krivulja poševnega meta v brezračnem prostoru	53
Slika 11: Krivulja vodoravnega meta v brezračnem prostoru	57
Slika 12: Krivulja poševnega meta z večje višine na cilj, ki je pod obzorjem strelca	58
Slika 13: Krivulja poševnega meta na cilj, ki je na višini, večji od strelca	60
Slika 14: Udarni valovi izstrelka	67

Slika 15: Optimalne dimenzije izstrelkov v odvisnosti od hitrosti gibanja	71
Slika 16: Tipična razmerja med glavnimi dimenzijami artilerijskega izstrelka velikega kalibra	72
Slika 17: Grafična balistična mreža za določanje največjega vodoravnega dometa	73
Slika 18: Krivulja leta izstrelka v brezračnem prostoru	75
Slika 19: Krivulja leta izstrelka v zračnem prostoru	75
Slika 20: Elevacijski koti največjih dometov v zračnem prostoru v odvisnosti od kalibrov izstrelkov	78
Slika 21: Minometna mina	79
Slika 22: Sile, ki delujejo na izstrelek v zračnem prostoru	81
Slika 23: Precesija in nutacija izstrelka	82
Slika 24: Razstavljanje balističnega vetra na komponente	88
Slika 25: Sloji zraka, skozi katere se giblje izstrelek	89
Slika 26: Vpliv zakrivljenosti Zemlje na domet orožja	90
Slika 27: Elipsa raztrosa izstrelkov	96
Slika 28: Določanje točke srednjega zadetka z grafično metodo	97
Slika 29: Slika krožnega raztrosa izstrelkov	98
Slika 30: Elipsa s prikazanim raztrosom izstrelkov po smeri in razdalji	99
Slika 31: Transformacija vertikalne slike raztrosa izstrelkov v vodoravno ravnino	99
Slika 32: Vpliv nagiba zemljišča na velikost slike raztrosa izstrelkov	100
Slika 33: Jedro snopa	101
Slika 34: Baterijska slika raztrosa izstrelkov	107
Slika 35: Trikotniki hitrosti in razdalj	110
Slika 36: Rikošet ali odboj izstrelka	113
Slika 37: Globina prodora izstrelka v podlago	115
Slika 38: Polmeri učinka podzemne eksplozije	118
Slika 39: Kraterji (lijaki) granat in bomb	120
Slika 40: Hiperkinetični izstrelek s krilci	121
Slika 41: Munroejev učinek	123
Slika 42: Snopi drobcev v obliki t. i. malteškega križa	129
Slika 43: Rezultanta hitrosti gibanja drobcev	130
Slika 44: Izstrelek Minie, s katerim je odprta pot za uvedbo sedanjih zašiljenih popolnoma oplaščenih izstrelkov	140
Slika 45: Prikaz učinka izstrelka 7,62x51 v živem tkivu	148



Slika 46: Prikaz učinka izstrelka 5,56x45 v živem tkivu	148
Slika 47: Doprсна tarča z vrisano balistično sliko raztrosa rafala	156
Slika 48: Diagram podrhtavanja telesa med ciljanjem s strelnim orožjem	165
Slika 49: Skupni raztros balistične slike raztrosa izstrelkov in slike raztrosa napak pri merjenju med rafalnim streljanjem	166
Slika 50: Figura »ležečega vojaka«, ki »strelja« oprt na zaklonilnik	179
Slika 51: Šolska krožna tarča	186
Slika 52: Vzorci raztrosa drobcev minometne mine	191
Slika 53: Diagram verjetnosti zadetka površinskega cilja	209

## KAZALO TABEL

Tabela 1: Balistični podatki za naboj 7,62x39 za jurišno puško M70	69
Tabela 2: Laplaceova funkcija za eliptični raztros izstrelkov	102
Tabela 3: Laplaceova funkcija za krožni raztros izstrelkov (krog s polmerom CEP vsebuje 50% izstrelkov)	103
Tabela 4: Razporeditev izstrelkov na tarči	104
Tabela 5: Prebojnost izstrelkov različnih kalibrov skozi jekleno ploščo	121
Tabela 6: Število in gostota drobcev različnih kalibrov in vrst artilerijskih izstrelkov	136
Tabela 7: Površina uspešnega in totalnega delovanja različnih kalibrov artilerijskih izstrelkov	137
Tabela 8: Koeficienti za izračun verjetnosti uničenja cilja z odvisnimi streli	168
Tabela 9: Številčne vrednosti funkcije $\theta_i$	174
Tabela 10: Koeficienti členov binoma – Pascalov trikotnik	177
Tabela 11: Verjetnosti zadetka v krog s polmerom verjetnosti napake 20,4 %	185
Tabela 12: Balistične slike raztrosa izstrelkov artilerijskih orožij izražene v odstotkih razdalje streljanja	187

»Moder in hraber človek ne čaka pasivno na tračnicah zgodovine,  
da bo pripeljal vlak prihodnosti.«

Poveljnik zavezniških sil v Evropi, ameriški general in poznejši predsednik ZDA  
*Dwight Eisenhower (1890–1969)*



## POJMOVNIK

**balistični koeficient (angl. ballistic coefficient, ballistic factor)** – Kazalnik, s katerim se primerja pojemek hitrosti konkretnega izstrelka (pri gibanju skozi zrak) s pojemkom hitrosti standardnega izstrelka. Kot standardni izstrelak z balističnim koeficientom 1 (v anglosaksonskih merskih enotah) so izvedenci sporazumno izbrali izstrelak z maso enega funta, z ravnim zadnjikom, s kalibrom enega palca, z dolžino treh palcev in s polmerom krivine zaobljene konice izstrelka dva palca. Od balističnega koeficienta je odvisno, kakšen bo zračni upor ter posledično kakšna bosta končni domet in udarna energija izstrelka ob zadetku cilja. Balistični koeficient se izraža v obliki količnika med maso izstrelka (v funtih) in zmnožkom koeficienta oblike izstrelka s kvadratom njegovega kalibra (v palcih).

**balistična krivulja (angl. ballistic curve, ballistic trajectory, ballistic path)** – Krivulja, po kateri se izstrelak giblje skozi brezračni prostor ali atmosfero, nastane pa v brezračnem prostoru kot rezultanta delovanja začetne hitrosti izstrelka in Zemljine privlačne sile, v atmosferi tudi kot rezultanta upora zraka, delovanja vetra, rotacije izstrelka (okoli njegove vzdolžne osi) in rotacije Zemlje. Osnovne koordinate balistične krivulje so ustje cevi, teme, na katerem izstrelak doseže najvišjo točko, udarna točka, kamor pade izstrelak, in čas letenja izstrelka do cilja.

**balistika (angl. ballistics)** – Veda, ki proučuje gibanje izstrelkov od trenutka aktiviranja smodniškega naboja v orožju do trenutka udara izstrelka v cilj (ali padca na Zemljo). Deli se na balistiko v brezračnem prostoru in na balistiko v zračnem prostoru, znotraj nje pa na notranjo, prehodno, zunanjo in ciljno balistiko.

**notranja balistika (angl. internal ballistics)** – Disciplina balistike, ki se ukvarja s fizikalnimi procesi, ki se odvijajo v cevi orožja in orožju kot celoti v času od trenutka aktiviranja smodniške polnitve (oz. pogonskega naboja) do trenutka, ko izstrelak skupaj s smodniškimi plini, ki ga potiskajo pred seboj, doseže ustje cevi.

**prehodna balistika (angl. transitional ballistics, intermedate ballistics)** – Področje balistike v zračnem prostoru, ki se ukvarja s proučevanjem pojavov, ki nastanejo na ustju cevi in v neposredni bližini izstrelka v trenutku, ko ta zapusti cev. Poudarek je na proučevanju poka in na doslej še vedno ne dovolj proučenimi procesi, ki se odvijajo med ustjem cevi in na zadnjiku izstrelka, dokler se tlak (iz cevi) iztekajočih se smodniških plinov ne izenači s tlakom zraka. Če cev orožja ni odrezana pravokotno na os kanala cevi, če je na ustju cevi poškodovana ali če je naslonjena preblizu podlage, s katere se strelja, lahko to zelo destabilizira izstrelak.

**zunanja balistika (angl. external ballistics)** – Disciplina balistike, ki se ukvarja s proučevanjem gibanja izstrelkov skozi brezračni prostor, zračni prostor in vesolje ter s silami, ki delujejo na to gibanje, kot so začetna hitrost in rotacija izstrelka, upor zraka, veter in drugi meteorološki dejavniki (zračni tlak, vlažnost zraka, temperatura zraka idr.), privlačna sila in vrtenje Zemlje, v vesolju pa tudi privlačne sile drugih nebesnih teles.

**ciljna balistika (angl. terminal ballistics)** – Disciplina balistike, ki se ukvarja z učinki izstrelkov ob njihovem udaru v cilje (ali na površino Zemlje). Deli se na togotelesno in živetkivno balistiko.

**togotelesna balistika (angl. rigid material ballistics)** – Disciplina ciljne balistike, ki se ukvarja s proučevanjem učinkov, ki jih povzročajo izstrelki ob udaru v toga telesa (oklepe, utrdbe, pregrade, ovire, zgradbe, različne vrste zemljišč ipd.).

**živetkivna balistika (angl. wound ballistics)** – Disciplina ciljne balistike, ki se ukvarja s proučevanjem učinkov, ki jih povzročajo izstrelki ali (in) njihovi drobcji ob udaru v žive organizme.

**čas leta ali čas letenja izstrelka (ang. time of flight)** – Interval časa od trenutka, ko je izstrellek zapustil ustje cevi, do trenutka, ko je dosegel cilj ali konkretne koordinate na svoji balistični krivulji (višino, smer, razdaljo).

**derivacija (angl. derivation, deviation)** – Bočni odklon izstrelka od začetne smeri gibanja v zraku, do katerega prihaja pod vplivom interakcije med rotacijo izstrelka in uporom zraka; pri izstrelkih, ki se vrtijo v smeri urnih kazalcev, je derivacija desna, in obratno.

**drobec (angl. fragment, splinter)** – Del plašča izstrelka, ki ga zdrobi detonacija eksplozivne polnitve in pri tem delce zdrobljenega izstrelkovega ohišja z visoko hitrostjo razprši v okolje. Primarni drobcji nastanejo z razpadom plašča izstrelka, sekundarni drobcji pa so drobcji kamnov, zemlje, peska, oklepov, lesa, stekla ali drugega materiala, ki jih razprši eksplozija. Razpršitev primarnih drobcev je lahko usmerjena ali izotropna (enakomerno v vse strani). Da bi posamični drobcji imeli smrtonosni učinek na nezavarovano živo silo, morajo imeti kinetično energijo vsaj 80 J. Pri drobcih razlikujemo: a) polmer smrtonosnega delovanja izstrelka (ang. radius of lethality) – razdalja od točke udara izstrelka do površine cilja, na kateri je dosežena gostota 4–6 smrtonosnih drobcev na kvadratni meter površine prisotnosti tipičnega cilja (vojaka posameznika); b) polmer povzročanja izgub (ang. radius of casualties) – razdalja, na kateri imajo drobcji še vedno dovolj kinetične energije, da povzročijo tipičnem cilju izgube; in c) varen polmer (ang. radius of safety) – razdalja, na kateri drobcji nimajo več energije in zato ne prihaja do izgub. Tipičen cilj je lahko vojak v stoječem, klečečem ali ležečem položaju oz. v zaklonilniku.

**elevacijski kot (angl. elevation angle)** – Vertikalni kot med vodoravnico in osjo orožja v trenutku aktiviranja smodniške polnitve; elevacijski kot je vsota med naklonskim kotom cilja in empirično pridobljenim tabličnim kotom, s katerim se zagotavlja začetek cilja.