

# Obsah

	Předmluva .....	5
<b>1</b>	<b>Úvod</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>Fyzikální základy</b> .....	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>Všeobecně</b> .....	<b>9</b>
2.1.1	Motivace .....	9
2.1.2	Vztažné soustavy a měrné jednotky .....	9
<b>2.2</b>	<b>Mechanika 18</b> .....	<b>18</b>
2.2.1	Kinematika 18 .....	18
2.2.1.1	Všeobecně .....	10
2.2.1.2	Přímočaré pohyby .....	10
2.2.1.3	Rotační pohyby .....	12
2.2.2	Hmotnost, síla, hybnost .....	13
2.2.2.1	Hmotnost .....	13
2.2.2.2	Newtonovy pohybové zákony .....	13
2.2.2.3	Těžiště a hmotný bod .....	15
2.2.2.4	Napětí .....	15
2.2.3	Práce a energie .....	15
2.2.3.1	Definice práce .....	15
2.2.3.2	Energie .....	16
2.2.4	Otáčivé pohyby .....	17
2.2.4.1	Točivý moment .....	17
2.2.4.2	Moment setrvačnosti tělesa .....	17
2.2.4.3	Moment hybnosti a rotace .....	17
2.2.4.4	Porovnání přímočarého a otáčivého pohybu .....	18
2.2.5	Zákony zachování fyzikálních veličin .....	18
2.2.5.1	Zachování hmotnosti a těžiště .....	18
2.2.5.2	Zachování hybnosti .....	19
2.2.5.3	Zachování energie .....	19
2.2.6	Pohybové rovnice .....	19
2.2.6.1	Všeobecně .....	19
2.2.6.2	D'Alembertův princip .....	20
2.2.6.3	Dráhy střel ve vakuu (bez odporu vzduchu) .....	20
2.2.6.4	Závislost na dráze .....	21
2.2.7	Zákonitosti rázu těles .....	21
2.2.7.1	Všeobecně .....	21
2.2.7.2	Pružný ráz .....	20
2.2.7.3	Nepružný ráz .....	23
2.2.7.4	Částečně pružný ráz .....	24

<b>2.3</b>	<b>Nauka o proudění</b>	25
2.3.1	Všeobecně	25
2.3.2	Základy termodynamiky	25
2.3.2.1	Teplota a teplo	25
2.3.2.2	Skupenské stavy	26
2.3.2.3	Stavová rovnice plynu	26
2.3.2.4	Teplo, práce a vnitřní energie	27
2.3.2.5	Rychlost zvuku a Machovo číslo	28
2.3.3	Zákony proudění	29
2.3.3.1	Tření v tekutinách	29
2.3.3.2	Charakteristika proudění	29
2.3.3.3	Zákony zachování fyzikálních veličin	30
2.3.3.4	Bernoulliho rovnice	30
2.3.4	Síly působící na obtékané těleso	30
2.3.4.1	Odpor proudění	30
2.3.4.2	Vztlak	31
2.3.4.3	Magnusův jev	32
2.3.4.4	Rázové vlny	32
<b>3</b>	<b>Základy nauky o zbraních a střelivu</b>	<b>35</b>
<b>3.1</b>	<b>Všeobecně, základní pojmy</b>	<b>35</b>
<b>3.2</b>	<b>Základní součásti střeliva</b>	<b>35</b>
3.2.1	Stavba a názvosloví náboje	35
3.2.2	Střela 34	
3.2.3	Výmetná náplň	38
3.2.3.1	Všeobecně	38
3.2.3.2	Výbušniny	38
3.2.3.3	Černý prach	39
3.2.3.4	Bezdýmný prach	39
3.2.4	Zápalka	41
3.2.5	Nábojnice	42
<b>3.3</b>	<b>Zbraně</b>	<b>43</b>
3.3.1	Základní součásti palné zbraně	43
3.3.1.1	Hlaveň	43
3.3.1.2	Závěr	43
3.3.1.3	Bicí a spoušťové ústrojí	45
3.3.1.4	Mířidla	45
3.3.2	Druhy ručních palných zbraní	46
3.3.2.1	Názvosloví	46
3.3.2.2	Krátké palné zbraně	46
3.3.2.3	Dlouhé palné zbraně	47

<b>3.4</b>	<b>Druhy střeliva</b>	48
3.4.1	Střelivo krátkých palných zbraní	48
3.4.1.1	Pistolové náboje	48
3.4.1.2	Revolverové náboje	48
3.4.2	Střelivo dlouhých palných zbraní	49
3.4.2.1	Střelivo pro vojenské zbraně	49
3.4.2.2	Lovecké náboje	50
3.4.2.3	Náboje pro brokovnice	50
<b>4</b>	<b>Balistika</b>	53
<b>4.1</b>	<b>Všeobecně</b>	53
4.1.1	Odvětví balistiky	53
4.1.2	Řád hodnot balistických charakteristik	53
4.1.3	Průřezové zatížení střely	54
<b>4.2</b>	<b>Děje v hlavní zbraně (vnitřní balistika)</b>	55
4.2.1	Všeobecně	55
4.2.2	Průběh výstřelu	55
4.2.2.1	Iniciace	55
4.2.2.2	Hoření střelného prachu	55
4.2.2.3	Pohyb střely a průběh tlaku plynů	56
4.2.2.4	Energetická bilance	57
4.2.3	Zákony vnitřní balistiky	58
4.2.3.1	Vnitrobalistické rovnice	58
4.2.3.2	Expanzní poměr	59
4.2.3.3	Střední tlak plynů a poměr tlaku plynů	60
4.2.3.4	Heydenreichova metoda	60
4.2.3.5	Příklady výpočtů	62
4.2.3.6	Zátěžové síly	65
<b>4.3</b>	<b>Výlet střely z hlavně (přechodová balistika)</b>	66
4.3.1	Děje na ústí hlavně	66
4.3.1.1	Rychlost výtoku prachových plynů	66
4.3.1.2	Proudění plynů na ústí hlavně a jeho účinky	66
4.3.1.3	Světelné jevy	68
4.3.2	Zpětný ráz	68
4.3.2.1	Příčiny zpětného rázu	68
4.3.2.2	Stanovení impulsu zpětného rázu	68
4.3.2.3	Rychlost zákluzu a energie zpětného rázu	69
4.3.2.4	Zdvih ústí hlavně při výstřelu	70
4.3.2.5	Možnosti ovlivnění zpětného rázu	71

4.4	Vnější balistika	72
4.4.1	Všeobecně	72
4.4.2	Atmosféra	72
4.4.2.1	Vlastnosti vzduchu	72
4.4.2.2	Atmosféra ICAO	73
4.4.2.3	Skutečné atmosférické podmínky	74
4.4.3	Odpor vzduchu	75
4.4.3.1	Dynamický tlak	75
4.4.3.2	Součinitel odporu vzduchu	75
4.4.3.3	Složky odporu vzduchu	76
4.4.4	Další síly působící na střelu	77
4.4.4.1	Tíže	77
4.4.4.2	Hnací síly	79
4.4.4.3	Síly vyvolané vlastním pohybem střely	80
4.4.5	Výpočty drah střel	81
4.4.5.1	Všeobecně o výpočtech drah střel	81
4.4.5.2	Pohybové rovnice	81
4.4.5.3	Přibližné výpočty drah střel	82
4.4.5.4	Výška dráhy, metná délka a ideální nástřelná délka	84
4.4.5.5	Vliv příčného větru	85
4.4.5.6	Výstřel kolmo vzhůru ve vzduchu	86
4.4.5.7	Tabulky střelby	87
4.4.6	Stabilita a poslušnost	87
4.4.6.1	Definice stability	87
4.4.6.2	Podmínky stability střely	87
4.4.6.3	Rotačně stabilizované střely	89
4.4.6.4	Stabilizace nerotačních střel	90
4.4.6.5	Stabilizace náběžnou hranou	90
4.4.6.6	Poslušnost	90
4.4.7	Odraz střely	91
4.4.7.1	Všeobecně	91
4.4.7.2	Charakteristika odrazu střely	91
4.4.7.3	Kontakt střely s lehkou překážkou	93
4.4.7.4	Vliv deště	93
4.4.7.5	Kolmý dopad na tuhou překážku	94
4.4.7.6	Šikmý dopad na tuhou překážku	94
4.4.7.7	Dráha letu odražené střely	96

<b>5</b>	<b>Kritéria zásahu</b>	97
<b>5.1</b>	<b>Všeobecně</b>	97
<b>5.2</b>	<b>Hodnocení náhodných jevů</b>	97
5.2.1	Základy	97
5.2.1.1	Náhodné jevy	97
5.2.1.2	Rozložení četnosti	98
5.2.1.3	Normální rozložení	100
5.2.1.4	Charakteristiky rozložení	101
5.2.1.5	Kvantifikace obrazce zásahu	101
5.2.2	Parametry polohy	102
5.2.2.1	Střední hodnota a bod středního zásahu	102
5.2.2.2	Medián	102
5.2.3	Parametry rozptylu	103
5.2.3.1	Standardní odchylka	103
5.2.3.2	Pravděpodobná odchylka	104
5.2.3.3	Rozsah a průměr kruhu rozptylu	105
<b>5.3</b>	<b>Vyhodnocení a posouzení obrazců zásahů</b>	106
5.3.1	Celek a namátková kontrola	106
5.3.1.1	Celky	106
5.3.1.2	Namátkové kontroly	106
5.3.2	Plánování a provádění zkoumání	106
5.3.2.1	Cíl zkoumání	106
5.3.2.2	Velikost namátkového vzorku	107
5.3.2.3	Průběh testů	111
5.3.3	Praktické stanovení bodu středního zásahu a rozptylu	111
5.3.3.1	Výpočet statistických veličin	111
5.3.3.2	Přibližné stanovení bodu středního zásahu	111
5.3.3.3	Přibližné stanovení rozptylu	112
5.3.3.4	Skládání rozptylových obrazců	113
5.3.4	Porovnání dvou rozptylových obrazců	113
5.3.4.1	Srovnávací test rozptylu	113
5.3.4.2	Porovnání rozptylu pomocí rozsahu a průměru obrazce rozptylu	115
5.3.4.3	Porovnávací test středních hodnot	115
5.3.5	Pravidla pro zjišťování zbloudilých ran	117
5.3.5.1	Problém zbloudilých ran	117
5.3.5.2	Vysvětlitelné zbloudilé rány	117
5.3.5.3	Zbloudilé rány bez zjevné příčiny	118
5.3.5.4	Kritéria zbloudilých ran	118
5.3.5.5	Příklady výpočtů	120
<b>5.4</b>	<b>Vlivy na polohu bodu zásahu</b>	122
5.4.1	Chyby a rušivé vlivy	122

5.4.2	Vliv chyb	122
5.4.2.1	Chyby míření	122
5.4.2.2	Natočení zbraně	123
5.4.2.3	Střelba do svahu a ze svahu	124
5.4.3	Rušivé vívly	125
5.4.3.1	Teplota nábojů	125
5.4.3.2	Rozptyl hmotnosti střel	125
5.4.3.3	Výtahová síla, průtlačný odpor, volný let	126
5.4.3.4	Rušivé vívly při výletu střely z hlavně	126
5.4.3.5	Dodatečný účinek prachových plynů	127
5.4.3.6	Rozptyl počáteční rychlosti střely	127
5.4.3.7	Vliv větru	127
5.4.3.8	Výkyvy tlaku a teploty vzduchu	128
5.5	<b>Pravděpodobnost zásahu a prognózy zásahu</b>	128
5.5.1	Stanovení pravděpodobnosti	128
5.5.1.1	Všeobecně	128
5.5.1.2	Relativní četnost	129
5.5.1.3	Pravděpodobnost	130
5.5.1.4	Stanovení dalších hodnot pravděpodobnosti	130
5.5.2	Pravděpodobnost zásahu při terčové střelbě	131
5.5.2.1	Pravděpodobnost zásahu kruhu daného poloměru	131
5.5.2.2	Pravděpodobnost zásahu mezikruží	132
5.5.2.3	Odhad standardní odchylky na základě získaného počtu bodů	134
5.5.2.4	Vliv ráže a vzdálenosti střelby na pravděpodobnost zásahu	135
5.5.3	Ovlivnění rozptylu	136
5.5.3.1	Složky rozptylu	136
5.5.3.2	Rozptyl a délka záměrné	136
5.5.3.3	Kdy se vyplatí použití závodního střeliva?	137
5.5.4	Pravděpodobnost zásahu při lovecké střelbě	138
5.5.4.1	Ovlivnění polohy bodu středního zásahu	138
5.5.4.2	Rozptyl polohy bodu středního zásahu	139
5.5.4.3	Odhad rozsahu	139
6	<b>Střely a jejich účinek</b>	141
6.1	<b>Konstrukce střel</b>	141
6.1.1	Základní princip střely	141
6.1.2	Energetické poměry	141
6.1.3	Historický vývoj střely	143
6.1.3.1	Kamenné střely	143
6.1.3.2	Šípky a šípy	144
6.1.3.3	Koule	145
6.1.3.4	Dlouhá střela	146
6.1.3.5	Pistolové a revolverové střely	147

6.1.4	Střely pro vojenské účely	149
6.1.4.1	Homogenní a celoplášťové střely	149
6.1.4.2	Střely se stopovkou	150
6.1.4.3	Zápalné a výbušné střely	151
6.1.4.4	Střely s tvrdým jádrem	153
6.1.4.5	Střely s krátkou dráhou letu	154
6.1.4.6	Brokovnicové střely	155
6.1.5	Lovecké střely	156
6.1.5.1	Ranné lovecké střely	156
6.1.5.2	Rozpor mezi deformací a průbojností	157
6.1.5.3	Předání energie a hloubka vniku	158
6.1.5.4	Moderní lovecké střely	159
6.1.5.5	Střely pro brokovnice	161
6.1.6	Střely krátkých palných zbraní	162
6.1.6.1	Protichůdné požadavky	162
6.1.6.2	Klasické celoplášťové a homogenní střely	163
6.1.6.3	Lehké homogenní střely	164
6.1.6.4	Deformační střely	165
6.1.6.5	Další konstrukce střel	168
6.1.6.6	Takzvané „nesmrtič“ střely	171
6.1.7	Speciální konstrukce	173
6.1.7.1	Podkaliberní střely a šípky	173
6.1.7.2	Střely pro hlavně s kuželovitým vývrtem	175
6.1.7.3	Trubková střela	176
6.1.7.4	Vícenásobné střely	177
6.1.7.5	Raketové střely	178
<b>6.2</b>	<b>Účinek střel na člověka a zvěř</b>	<b>181</b>
6.2.1	Základy účinku střelné zbraně	181
6.2.2.1	Princip účinku střely	181
6.2.2.2	Základy účinku střely	181
6.2.2.3	„Porážející síla“ střely	182
6.2.3	Měřítka účinnosti	183
6.2.3.1	Účinnost a účinek	183
6.2.3.2	Základní veličiny	183
6.2.3.3	Kritéria účinnosti na základě hybnosti střely	183
6.2.3.4	Kritéria účinnosti na základě energie střely	183
6.2.3.5	Statistická kritéria účinnosti	188
6.2.4	Pohyb a chování střely v těle	189
6.2.4.1	Všeobecně	189
6.2.4.2	Simulační materiály	189
6.2.4.3	Homogenní a celoplášťové střely	190
6.2.4.4	Sférické a válcové střely	192
6.2.4.5	Deformační a fragmentační střely	192
6.2.5	Účinek střel a mezinárodní dohody	194
6.2.5.1	Základy humánního vedení války	194
6.2.5.2	Petrohradská deklarace z roku 1868	194
6.2.5.3	Střely Dum-Dum a Haagská konvence z roku 1899	194

	6.2.5.4	Haagský řád pozemní války z roku 1907	195
	6.2.5.5	Současná situace	195
<b>6.3</b>		<b>Účinek střel na tuhé materiály</b>	196
	6.3.1	Průběh vniku střely	196
	6.3.1.1	Všeobecně	196
	6.3.1.2	Střížný model	197
	6.3.1.3	Průtlačný model	197
	6.3.1.4	Prústřel tenkých vrstev	197
	6.3.2	Chování střely v různých materiálech	198
	6.3.2.1	Kovy	198
	6.3.2.2	Dřevo	198
	6.3.2.3	Písek, zemina	199
	6.3.2.4	Sklovité látky	199
		<b>Dodatek</b>	201
<b>A.1</b>		<b>Tabulky</b>	201
	A.1.1	Jednotky a označení	201
	A.1.1.1	Převod amerických jednotek na metrické	201
	A.1.1.2	Převod metrických jednotek na americké	201
	A.1.1.3	Ekvivalenty označení ráží	202
	A.1.2	Fyzikální údaje	203
	A.1.2.1	Materiály pro výrobu střel	203
	A.1.2.2	Momenty setrvačnosti a poloha těžiště vybraných typů střel	203
	A.1.2.3	Rozměry střel a vývrtů hlavní	204
	A.1.3	Balistické údaje	206
	A.1.3.1	Krátké palné zbraně	206
	A.1.3.2	Dlouhé palné zbraně (vojenské zbraně)	207
	A.1.4	Tabulky střelby	208
	A.1.4.1	Vysvětlivky k tabulkám střelby	208
	A.1.4.2	Krátké palné zbraně	209
	A.1.4.3	Dlouhé palné zbraně	212
<b>A.2</b>		<b>Pojmy a jejich definice</b>	217
	A.2.1	Zbraně a střelivo	217
	A.2.2	Balistika	218
	A.2.3	Nauka o střelbě	218
<b>A.3</b>		<b>Přehled použité literatury</b>	219
	A.3.1	Příručky	219
	A.3.2	Fyzikální základy	219
	A.3.3	Technické základy	219
	A.3.4	Balistika	220
	A.3.5	Kritéria zásahu	220
	A.3.6	Střely a jejich účinek	221
<b>A.4</b>		<b>Autoři obrázků</b>	222
<b>A.5</b>		<b>Rejstřík pojmů</b>	223