

# **Ranivý účinek zbraní kategorie D používaných v průmyslu komerční bezpečnosti**

Bc. Aleš Chocholatý

---

Diplomová práce  
2016



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2015/2016

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Aleš Chocholatý**  
Osobní číslo: **A14429**  
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Ranivý účinek zbraní kategorie D používaných v průmyslu  
komerční bezpečnosti**

Téma anglicky: **The Wounding Effects of Category D Weapons Used in the  
Commercial Security Industry**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s nejrozšířenějšími krátkými zbraněmi kategorie D a s oblastmi, kde se používají.
2. Specifikujte problematiku použití krátkých zbraní kategorie D v profesní obraně nebo v sebeobraně.
3. Realizujte experiment s krátkými zbraněmi kategorie D na principu palné, expanzní, plynové, airsoftové a paintballové zbraně z hlediska ranivého účinku na náhradním materiálu.
4. Analyzujte výsledky experimentu z hlediska ranivého účinku jednotlivých typů zbraní a použitého střeliva. Tyto výsledky vhodně prezentačně zpracujte.
5. Vyberte nejvhodnější zbraně kategorie D pro konkrétní pracovní pozice v průmyslu komerční bezpečnosti a zdůvodněte jejich výběr.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 119/2002 Sb.: O střelných zbraních a střelivu. In:48/2009. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2002, částka 16, číslo 119/2002, s. 48. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: [www.mvcr.cz](http://www.mvcr.cz). S úpravou k 1.7.2014.
2. ČSN 39 5002-1. Civilní střelné zbraně a střelivo. Všeobecné termíny a definice. Praha: ÚNMZ, 1996.
3. HEARD, Brian J. Handbook of firearms and ballistics: examining and interpreting forensic evidence. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2008, xiv, 402 p. ISBN 0470694602.
4. KNEUBUEHL, Beat P. Balistika: střely, přesnost střelby, účinek. Vyd. 1. Praha: Naše vojsko, 2004, 235 s. ISBN 80-206-0749-8.
5. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management I. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2011, 316 s. ISBN 978-80-87500-05-7.
6. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management II. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2012, 386 s. ISBN 978-80-87500-19-4.
7. LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management III. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2013, 456 s. ISBN 978-80-87500-35-4.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Zdeněk Maláník**

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

**5. února 2016**

Termín odevzdání diplomové práce:

**16. května 2016**

Ve Zlíně dne 5. února 2016



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.  
děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.  
ředitel ústavu

### **Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen připouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

### **Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové/bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně, dne 10.5.2016



.....  
podpis diplomanta

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce se zabývá ranivým účinkem vybraných střelných zbraní kategorie D. V úvodu teoretické části je popsán průmysl komerční bezpečnosti z pohledu pracovních pozic využívajících střelné zbraně a související právní předpisy. Dále jsou rozděleny a popsány střelné zbraně kategorie D a střelivo. Rovněž je popsána balistika se zaměřením na ranivou a experimentálně ranivou balistiku. Praktická část popisuje použité střelné zbraně kategorie D, střelivo a jednotlivé části experimentálního měření. Závěrečná část práce uvádí celkové zhodnocení výsledků experimentálního měření a návrh zbraní kategorie D, jež by se uplatnily v průmyslu komerční bezpečnosti.

Klíčová slova: PKB, ranivý účinek, ranivý potenciál, balistika, zbraně kategorie D, střelivo, náhradní materiál, experiment

## **ABSTRACT**

Master's thesis deals with the wounded effect of selected firearms category D. The theoretical part describes security industry in terms of jobs using weapons and related legislation. Firearms category D and ammunitions are divided and described further. Focusing on wounded ballistics and experimentally wounded ballistics are also described. The practical part describes using of firearms in category D, ammunition and various parts of the experimental measurements. The final part provides an overall evaluation of the results of experimental measurements and design of weapons category D, which would be applied in commercial security industry.

Keywords: PKB, wounded effect, wounded potential, ballistics, category D weapons, ammunition, substitute material, experiment

Děkuji Ing. Zdeňku Malánikovi, DCv. za odborné vedení, cenné rady a pomoc při zpracování diplomové práce. Dále chci poděkovat společnosti Trigger Service, s.r.o. za umožnění realizace experimentálního měření na jejich střelnici v Brně. Za pomoc při měření tvrdosti děkuji Ing. Martinu Bednařikovi, Ph.D. Za aktivní přispění při realizaci experimentálního měření chci poděkovat Bc. Vendule Kolářové, Bc. Ondřeji Lapčíkovi, zejména však Ing. Michalu Graclovi, který významně přispěl svými zkušenostmi a připomínkami při tvorbě celé diplomové práce. Poděkování patří také všem ostatním lidem za podporu a pomoc při vypracování diplomové práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>10</b>
<b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>12</b>
<b>1. PRŮMYSL KOMERČNÍ BEZPEČNOSTI A SOUVISEJÍCÍ PRÁVNÍ PŘEDPISY</b> .....	<b>13</b>
1.1. PRŮMYSL KOMERČNÍ BEZPEČNOSTI.....	13
1.1.1. Obrana .....	13
1.1.2. Sebeobrana .....	14
1.1.3. Profesní obrana.....	16
1.1.4. Pracovní pozice v průmyslu komerční bezpečnosti .....	16
1.2. PRÁVNÍ PŘEDPISY .....	20
1.2.1. Trestní zákoník.....	20
1.2.2. Zákon o střelných zbraních a střelivu .....	21
<b>2. STŘELNÉ ZBRANĚ A STŘELIVO</b> .....	<b>24</b>
2.1. STŘELNÉ ZBRANĚ KATEGORIE D .....	24
2.2. VYBRANÉ STŘELNÉ ZBRANĚ KATEGORIE D .....	25
2.2.1. Palné zbraně .....	28
2.2.2. Plynové zbraně .....	30
2.3. STŘELIVO DO VYBRANÝCH STŘELNÝCH ZBRANÍ KATEGORIE D .....	36
2.3.1. Střelivo do palných zbraní .....	37
2.3.2. Střelivo do plynových zbraní .....	41
<b>3. BALISTIKA</b> .....	<b>45</b>
3.1. VÝVOJ BALISTIKY .....	45
3.2. DĚLENÍ BALISTIKY .....	46
3.3. RANIVÁ BALISTIKA.....	48
3.3.1. Mechanismus střelného poranění .....	49
3.3.2. Ranivý účinek.....	51
3.3.3. Ranivý potenciál.....	52
3.4. NÁHRADNÍ MATERIÁLY PRO POSUZOVÁNÍ RANIVÉHO ÚČINKU A RANIVÉHO POTENCIÁLU .....	52
3.4.1. Náhradní materiály pro posuzování ranivého účinku .....	53
3.4.2. Náhradní materiály pro posuzování ranivého potenciálu.....	54
<b>PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>59</b>
<b>4. POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY, ZBRANĚ, STŘELIVO A MATERIÁLY</b> .....	<b>60</b>
4.1. POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY.....	60
4.1.1. Hradla Shooting Chrony Beta Master .....	60
4.1.2. Digitální posuvné měřidlo Powerfix Z11155.....	61
4.1.3. Střelecká stolice Caldwell Matrix .....	62
4.1.4. Svinovací metr Stanley Tylon .....	63
4.1.5. Lepidlo Herkules .....	63
4.2. POUŽITÉ ZBRANĚ.....	64
4.2.1. Flobertový revolver Zoraki Streamer R1 .....	64
4.2.2. Expanzní pistole Umarex Walther P22 .....	65

4.2.3.	Airsoftová pistole Tokyo Mauri model CZ 75.....	66
4.2.4.	Paintballová pistole Tippmann TiPX.....	67
4.2.5.	Vzduchová pistole TEX 086.....	68
4.3.	POUŽITÉ STŘELIVO.....	69
4.3.1.	Náboje typu Flobert.....	69
4.3.2.	Nábojky.....	71
4.3.3.	Sférické střely.....	73
4.3.4.	Diabolky.....	74
4.4.	POUŽITÉ MATERIÁLY.....	75
4.4.1.	Papír KOH-I-NOOR Pop Sketch.....	76
4.4.2.	Terč standard 25 m.....	76
4.4.3.	Náhradní materiál.....	77
4.4.4.	Měkká tkáň.....	78
<b>5.</b>	<b>EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ NA NÁHRADNÍM MATERIÁLU.....</b>	<b>79</b>
5.1.	MĚŘENÍ RYCHLOSTÍ STŘEL.....	79
5.1.1.	Flobertový revolver Zoraki Streamer R1.....	80
5.1.2.	Airsoftová pistole Tokyo Mauri model CZ 75.....	81
5.1.3.	Paintballová pistole Tippmann TiPX.....	82
5.1.4.	Vzduchová pistole TEX 086.....	83
5.2.	MĚŘENÍ ORIENTAČNÍHO ROZPTYLU.....	84
5.2.1.	Flobertový revolver Zoraki Streamer R1.....	85
5.2.2.	Airsoftová pistole Tokyo Mauri model CZ 75.....	86
5.2.3.	Paintballová pistole Tippmann TiPX.....	86
5.2.4.	Vzduchová pistole TEX 086.....	87
5.3.	MĚŘENÍ RANIVÉHO POTENCIÁLU NA NÁHRADNÍM MATERIÁLU.....	88
5.3.1.	Flobertový revolver Zoraki Streamer R1.....	89
5.3.2.	Airsoftová pistole Tokyo Mauri model CZ 75.....	91
5.3.3.	Paintballová pistole Tippmann TiPX.....	92
5.3.4.	Vzduchová pistole TEX 086.....	93
5.4.	MĚŘENÍ POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN EXPANZNÍ PISTOLE UMAREX WALTHER P22.....	95
5.4.1.	Akustická nábojka Super Flash.....	96
5.4.2.	Akustická nábojka.....	98
5.4.3.	Pepřová nábojka.....	101
5.5.	MĚŘENÍ RANIVÉHO POTENCIÁLU A RANIVÉHO ÚČINKU EXPANZNÍ PISTOLE UMAREX WALTHER P22.....	104
5.5.1.	Náhradní materiál - modelovací hmota KOH-I-NOOR 131501.....	104
5.5.2.	Měkká tkáň – vepřové maso s kůží.....	104
<b>6.</b>	<b>ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ.....</b>	<b>107</b>
6.1.	ZHODNOCENÍ EXPERIMENTÁLNÍCH MĚŘENÍ.....	107
6.1.1.	Zhodnocení průměrných rychlostí střel.....	107
6.1.2.	Zhodnocení orientačního rozptylu.....	108
6.1.3.	Zhodnocení ranivého potenciálu na náhradním materiálu.....	109
6.1.4.	Zhodnocení povýstřelových zplodin u expanzní pistole Umarex Walther P22.....	111



6.2. NÁVRH VHODNÝCH STŘELNÝCH ZBRANÍ KATEGORIE D PRO VYBRANÉ PRACOVNÍ POZICE V PRŮMYSLU KOMERČNÍ BEZPEČNOSTI.....	112
<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>114</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>117</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>123</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>124</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>127</b>
<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>129</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>130</b>

## ÚVOD

Zbraně kategorie D jsou volně prodejně od 18 let a nepodléhají registraci. Některé se svým vzhledem jeví, jako pravé, tedy „ostré“ zbraně. Zbraněmi kategorie D se mnoho lidí nezabývá, a to i přesto, že je lze snadno zaměnit za zbraně „ostré“. Mnohé z nich mohou způsobit smrtelné poranění nebo mohou být využívány při páchání trestné činnosti.

Diplomová práce, na téma „Ranivý účinek zbraní kategorie D používaných v průmyslu komerční bezpečnosti“, vznikla z důvodu stoupajícího počtu nákupu těchto zbraní. To je způsobeno mimo jiné i migrační krizí v Evropě.

Téma jsem si vybral ze zájmu o problematiku střelných zbraní. Hlavním důvodem bylo zjištění možného ranivého účinku zbraní kategorie D a vhodného střeliva.

V této souvislosti chybí ucelená práce, která by řešila jejich ranivý účinek. Práci na podobná témata bylo zpracováno mnoho, ale žádná z nich se nezabývala zmíněnými střelnými zbraněmi kategorie D. Byly popsány pouze částečně, a to např. jen střelné zbraně jiné kategorie, nebo následek ranivého účinku, případně jejich hodnocení. Větší zájem o prodej těchto zbraní se projevil především v Německu a Rakousku.

Účelem diplomové práce je potvrdit nebo vyvrátit zažitě teorie a omyly o zbraních kategorie D. Jedná se především o jejich vzhled a schopnost způsobit střelné zranění.

Cílem diplomové práce je určit kvalifikovaný odhad ranivého účinku na měkkou tkáň lidského těla při použití vybraných zbraní kategorie D. Tento odhad vyplývá z výsledků experimentálního měření ranivého potenciálu na náhradním materiálu. Nejprve je nutné seznámit se s definovanými zbraněmi kategorie D a střelivem do těchto zbraní. Následně je nutno provést analýzu vhodného náhradního materiálu pro experimentální měření ranivého potenciálu. Následuje experimentální měření ranivého účinku na vzorku veprového masa s kůží. Z těchto experimentálních měření lze kvalifikovaně odhadnout ranivý účinek na lidské tělo při použití konkrétní zbraně kategorie D a střeliva. Na základě výsledků experimentálního měření budou navrženy střelné zbraně kategorie D, které jsou vhodné pro pracovní pozice v průmyslu komerční bezpečnosti.

Přínos ocení zejména odborná, ale i široká laická veřejnost a pracovníci průmyslu komerční bezpečnosti, používající zbraně kategorie D. Z této diplomové práce si mohou odnést poznatky o zbraních kategorie D a jejich účinků jak na náhradním materiálu, tak i na lidském těle.

Stanovení ranivého účinku na lidské tělo bylo z etického důvodu odhadováno na základě experimentálního měření ranivého potenciálu. Je totiž společensky nepřijatelné provádět pokusy střelbou na jakéhokoli živé bytosti či jejich vnitřnosti pro určení ranivého účinku. Proto jsou používány náhradní materiály, jež se svými vlastnostmi blíží vlastnostem lidského těla, ale nejsou úplně totožné. Na základě toho se pouze odhaduje možný ranivý účinek střelných zbraní, případně se využívá lékařských diagnóz, které vznikají ze střelných poranění např. vojáků, policistů atd.

Střelné zbraně jsou součástí lidské populace, mají v ní nezastupitelné místo. Vývoj šel dopředu s technologickým pokrokem, což umožnilo konstrukci složitějších a důmyslnějších střelných zbraní. Jejich klasifikací se zabývá zákon o střelných zbraních a střelivu a norma ČSN 39 5002-1 – Civilní střelné zbraně a střelivo (Všeobecné termíny a definice). Zákon rozlišuje čtyři kategorie zbraní a jednou z nich jsou zbraně kategorie D.

Na základě kompilace pracovních pozic v průmyslu komerční bezpečnosti byla provedena analýza pracovních pozic dle použití střelných zbraní. Pomocí kompilace byly vybrány střelné zbraně a střelivo dle zadání. Z vybraných střelných zbraní a střeliva do nich, byly provedeny experimenty ranivého potenciálu na náhradní materiál a byl uskutečněn jeden experiment ranivého účinku na měkkou tkáň (vepřové maso s kůží). Z provedených experimentů jsou vytvořeny dedukce ranivého účinku na měkkou tkáň (lidské maso s kůží).

Diplomová práce je rozdělena do dvou částí a to na teoretickou a praktickou. V teoretické části je vysvětlena použitá terminologie a právní předpisy z oblasti průmyslu komerční bezpečnosti. Podrobněji jsou rozebrány střelné zbraně a střelivo do těchto zbraní. Dále je popsána oblast balistiky. Praktická část se v úvodu zaměřuje na popis použitých přístrojů a pomůcek, střelných zbraní, střeliva a materiálů, které budou použity při experimentálním měření. Následující část se věnuje experimentálnímu měření. Poslední část diplomové práce uvádí zhodnocení provedených experimentálních měření a pomocí kvalifikovaného odhadu je určen ranivý účinek zbraní kategorie D. Je proveden výběr nejvhodnější střelné zbraně pro průmysl komerční bezpečnosti.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## **1. PRŮMYSL KOMERČNÍ BEZPEČNOSTI A SOUVISEJÍCÍ PRÁVNÍ PŘEDPISY**

Obsahem první kapitoly je popis průmyslu komerční bezpečnosti (dále jen PKB) a právních předpisů souvisejících s tímto oborem a aplikujících se v praxi. Jsou zde popsány pracovní pozice a pracovníci PKB, kteří využívají střelné zbraně při výkonu svého zaměstnání. Dále jsou popsány právní předpisy, především se jedná o trestní zákoník, trestní řád, občanský zákoník a zákon o zbraních.

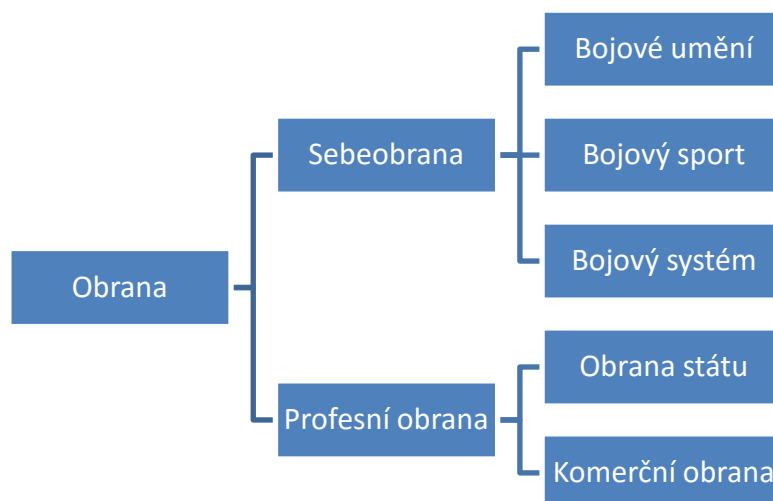
### **1.1. Průmysl komerční bezpečnosti**

Podkapitola se bude zabývat terminologií, která se používá v PKB. Dále jsou zde popsány pracovní pozice, jež se nacházejí v PKB. Je uveden obsah jejich práce, výstroj a výzbroj.

Hlavním účelem PKB je poskytování placených služeb sloužících k ochraně života, zdraví a majetku lidí a společností. Z tohoto důvodu existuje mnoho pracovních pozic v PKB. Každý pracovník se v rámci svého povolání setkává s profesní obranou, při které musí uplatnit jak teoretické, tak i praktické znalosti. Úroveň znalostí profesní obrany se projeví na kvalitě poskytovaných služeb. [5, 6]

#### **1.1.1. Obrana**

V PKB se často uvádí pojem obrana, což je aktivní jednání, které je vedeno primárně proti protiprávnímu jednání jiného člověka nebo skupiny lidí. Slovo obrana bývá často zaměňováno se slovem ochrana, což je na rozdíl od obrany pasivní jednání proti jednání jiného člověka nebo skupiny lidí. [5, 6] Příkladem rozdílu mezi obranou a ochranou může být uveden např. tank - osádka tanku je chráněna pancířem, ze kterého je tank vyroben. Pancíř je pasivní, protože nijak aktivně nevystupuje proti případnému útoku. Obranu tanku představuje osádka, která reaguje na výstřel proti tanku.



Obr. 1. Dělení obrany [vlastní zdroj]

Obranu dělíme na dvě kategorie a to na sebeobranu a na profesní obranu viz obrázek (Obr. 1). Sebeobrana je zastoupena nejen v bojovém umění a v bojovém sportu, ale i v bojovém systému. Profesní obrana dále zahrnuje komerční obranu a obranu státu.

### 1.1.2. Sebeobrana

Základní rozdíl mezi sebeobranou a profesní obranou je ve významu koho bráníme a zda se jedná o profesionální, tzn. placenou situaci ve smyslu pracovní pozice – výkon povolání. U sebeobrany jde o poskytování obrany sám sobě, případně další osobě, známému, ale i neznámému člověku nebo skupině lidí, aniž by šlo o finanční nebo materiální zisk. Mezi důvody, proč bráníme jinou osobu, lze zařadit blízký vztah k ní, ale i jiné důvody, jako je např. čest, ochota pomoci jiným, smysl pro spravedlnost. Ze znalostí sebeobrany vychází bojové umění, bojový sport nebo bojový systém. [5, 6]

**Bojové umění**, jde o dlouhodobé studium založené na rozsáhlých znalostech psychologických, duševních a fyzických dovedností, které vedou k rozvoji osobnosti člověka. Obvykle je spojeno s náboženstvím nebo jinými duchovními vlivy. Historicky je bojové umění staré stovky let a je znám jeho zakladatel. Metoda výuky bojového umění je založena na znalostech široké škály techniky a vlastního tradičního názvosloví. Při výuce se používá tradiční oděv, pomůcky a zbraně. Zvládnutí bojového umění vyžaduje dlouhodobý trénink v řádech let. V rámci sebeobrany nebo profesní obrany je bojové umění využíváno jen výjimečně. Mezi představitele bojových umění patří např. **Kung Fu** a **Kendo**. [5]



Obr. 2. Kung Fu [59]

**Bojový sport**, jedná se o modernizaci některých bojových umění. Smyslem toho je výchova ke sportu. Stejně jako bojové umění, využívá i bojový sport speciální oděv a celou řadu ochranných pomůcek, které zajišťují bezpečnost. Bojový sport má přesně a pevně definovány soutěžní pravidla. Výuka je založena na zvládnutí menšího počtu technik proti bojovému umění a využívá moderní názvy. Dále je při výuce kladen důraz na fyzickou přípravu. Z časového hlediska je náročné zvládnutí a pochopení bojového sportu dříve než za jeden rok. Obvyklá doba výcviku trvá 5 let. Praktické využití bojového sportu v sebeobraně je častější než u bojového umění. Mezi zástupce bojových sportů patří **box, judo, šerm a Taekwon – Do**. [5]



Obr. 3. Taekwon – Do [60]

**Bojový systém**, je založen na přípravě člověka k tomu, aby se uměl ubránit různým druhům útoků v odlišných situacích za krátkou dobu. Doba výcviku bojového systému je v rámci měsíců. Při tomto výcviku je kladen důraz i na výuku s použitím nejmodernějších přístupů a techniky, obranných prostředků a zbraní. Výuka je zaměřena na znalost z oblasti anatomie těla a dalších věcí, které umožňují při útoku rychle a efektně eliminovat protivníka. Dále se při výuce klade důraz na znalost z oblasti komunikace, psychologie a taktiky. Rozsah vyučované techniky je znatelně menší než u bojového umění

a bojového sportu. Z tohoto důvodu je bojový systém nejlépe uplatnitelný pro podmínky profesní obrany a sebeobranu v PKB. Mezi bojové systémy patří **Systema**, **Krav Maga**, **Musado** atd. Jejich počet je menší než počet bojových sportů nebo bojových umění. [5]



*Obr. 4. Krav Maga [61]*

### **1.1.3. Profesionální obrana**

Profesionální obrana je poskytování obrany někomu jinému za finanční odměnu. Profesionální obranu můžeme rozdělit na dvě skupiny. První z nich je obrana státu a druhá skupina je komerční obrana.

**Obrana státu**, hlavní podstatou obrany státu je obrana daného státu a jeho zájmů, např. státní území, státní zřízení a právo a pořádek ve státě. Složky, které vykonávají obranu státu (Armáda ČR, Policie ČR, tajné služby a Obecní policie) jsou financovány z veřejných peněz, tj. ze státního rozpočtu. Výhodou těchto státních složek je dostupnost speciálních zákonů, např. zákon o policii aj., pro výkon daného povolání. [5]

**Komerční obrana**, jedná se o obranu soukromého majetku. Na rozdíl od obrany státu není komerční obrana financována z veřejného rozpočtu, ale na základě vlastního obchodního úspěchu. Společnosti podnikající v PKB se zabývají komerční obranou. Rozdíl mezi obranou státu a komerční obranou lze najít i po stránce právní. Státní složky mají vlastní zákony, kterými se při výkonu povolání řídí a udělují jim určité pravomoci. Pracovníci PKB tento speciální zákon prozatím nemají, a proto se musí řídit zákony jako každý občan České republiky. Zákony, které pracovníci PKB využívají, budou popsány v části Právní předpisy. [5]

### **1.1.4. Pracovní pozice v průmyslu komerční bezpečnosti**

S pracovníky PKB se lze setkat dennodenně, i když je není nutné na první pohled vnímat, např. při příchodu a odchodu ze zaměstnání, při nákupu v nákupních centrech,



při společenských a sportovních akcích atd. Jejich uplatnění na těchto místech je nezastupitelné, neboť žádné technické zařízení nedokáže člověka nahradit.

Pracovníci PKB mají různou výstroj a výzbroj. Výstrojí se rozumí nejen služební uniforma, ale také ochranné prostředky jako jsou např. balistická vesta, helma a chrániče. Dále se jedná o spojovací techniku, což je radiostanice (s náhlavní nebo bez náhlavní soupravy) určená primárně pro rychlejší komunikaci mezi pracovníky. Také jsou vybaveni mobilním telefonem nebo v současné době smartphonem, který mohou mít vlastní nebo služební. To je důležité pro případ výpadku radiostanice nebo pro zvláštní případy. Dále může být pracovník vybaven doplňky, jako jsou baterka, GPS lokátor atd. Výzbrojí se rozumí obranné prostředky a zbraně. Část pracovních pozic plně vystačí jen s obrannými prostředky, jako jsou, např. teleskopický obušek, kubotan a kovová nebo plastová pouta. Existují však i pozice, kde je nutné mít střelnou zbraň, protože v rámci obrany nejde jinak plnit pracovní povinnosti. Jedná se hlavně o pracovníky PKB, kteří provádí převozy cenin a hotovostí. Pokud pracovník PKB nemá k dispozici střelnou zbraň, tak se musí spolehnout pouze na vlastní dovednosti v oblasti profesní obrany nebo sebeobranu. [9]

Mezi jednotlivé pracovníky PKB patří dále zmínění. U každého z nich bude stručně popsána pracovní pozice, kterou zastupuje v PKB, jeho každodenní výstroj a výzbroj. Jednotlivé pracovní pozice jsou popsány z hlediska použití střelné zbraně při výkonu práce. Použití střelné zbraně je upraveno zákonem o zbraních a střelivu a také může být upraveno vnitřní normou (předpisem) jednotlivých společností.

### **Pracovní pozice v PKB, které v rámci profesní obrany mohou nebo využívají střelné zbraně při plnění pracovních povinností.**

*Osobní strážce neboli bodyguard*, hlavní pracovní úlohou osobního strážce je doprovod a ochrana klienta před útokem nebo únosem. Musí mít odborné znalosti z různých oborů, např. společenské chování, elektrotechniky atd. Dále by měl projít výcviky zaměřenými na ovládání palných zbraní a automobilu. Výstroj, kterou disponuje osobní strážce je rozmanitá, ale především se jedná o balistické ochranné prostředky, jako je vesta pro skryté nošení, dále by měl mít mobilní telefon nebo smartphone atd. Ve výzbroji osobního strážce se nachází obvykle dvě palné zbraně a to hlavní a záložní. Hlavní palnou zbraň tvoří kompaktní model a záložní zbraň je volena co nejmenší, aby se dala dobře skrýt, např. na kotník. [9, 10]

Přeprava finančních hotovostí a cenností, jedná se o činnost, která je značně riziková, proto klade vysoké nároky na pracovníky PKB, kteří ji provádějí. Tyto nároky jsou kladeny především na různé druhy výcviku, např. kurz defenzivní jízdy s automobilem, kurz zaměřený na střelbu z palných zbraní a odbornou způsobilost. Samotná přeprava je realizována minimálně pomocí dvou pracovníků. U větších přeprav se na této činnosti podílí více osob – vedoucí přepravy, řidič, kurýr a doprovod. Mezi výstroj patří balistická a taktická vesta, dále GPS lokátor, baterka a také mobilní telefon. Výzbroj, kterou disponují pracovníci přeprav finančních hotovostí a cenností se liší dle druhu zakázky a možnosti společnosti pro kterou pracují. Ve většině případů mají krátké palné zbraně a ve specifických případech mohou mít i dlouhé palné zbraně. [7, 9, 10]

Osádka zásahového vozidla soukromé bezpečnostní služby, její hlavní činností je ověření poplachu a případný zásah proti pachateli, který nastal v chráněném objektu. Zpráva z detektorů narušení, které jsou instalovány v chráněném objektu je doručena na dohledové a poplachové přijímací centrum (dále jen DPPC). Výstroj a výzbroj mají členové zásahového vozidla umístěnou na sobě z toho důvodu, že při zásahu musí operovat mimo vozidlo. Výstrojí se rozumí balistická vesta, mobilní telefon nebo radiostanice pro spojení s DPPC. Mezi výzbroj dále patří palná zbraň, teleskopický obušek, obranný sprej a pouta (kovová nebo plastová). [7, 9, 10]

**Pracovní pozice v PKB, jenž v rámci profesní obrany využívají výjimečně střelné zbraně při plnění pracovních povinností daných charakterem zakázky.**

Soukromý kurýr, jedná se o pracovní pozice v PKB, jejíž podstatou je přeprava věcí, zvířat, nejčastěji domácích mazlíčků, za které je klient ochotný zaplatit. Ve většině případů soukromý kurýr nepřevazuje osoby. Výstroj a výzbroj je zvolena podle typu zakázky. Jedná se zejména o mobilní telefon, vhodný pracovní oděv, ve kterém svou činnost vykonává. Další součástí výbroje soukromého kurýra je krátká střelná zbraň nebo úderné prostředky, např. teleskopický obušek nebo kubotan. Případně využívají střelnou zbraň na základě vlastního uvážení. [10, 11, 12]

Soukromý detektiv, náplní jeho práce je získávání informací různého charakteru. Získané informace o osobách nebo skutečnostech mohou být využity při vyšetřování státními orgány nebo je lze využít a použít u soudu. Mezi jeho další pracovní činnosti patří např. hledání pohřešovaných osob, případně pátrání po činnosti partnerů (podezření z nevěry).

Neméně důležitou činností mohou být i žádosti rodinných příslušníků o vyhledání např. adoptovaných, případně odložených dětí, rozdělených sourozenců, dohledání širšího příbuzenstva aj. Práce soukromého detektiva je prováděna nejčastěji skrytým způsobem. Z tohoto důvodu je výstroj a výzbroj volena dle aktuální potřeby. Z výstroje by u soukromého detektiva neměl chybět fotoaparát, diktafon, smartphone a oděv, který nebude nápadný a umožní mu skrytě pracovat. Výzbroj soukromého detektiva může obsahovat nejen úderné prostředky, jako je kubotan a teleskopický obušek, ale i chemický obranný sprej. V rámci svého pracovního nasazení soukromý detektiv nepotřebuje aktivně používat střelnou zbraň a využil by ji spíše k vlastní ochraně. [9, 10, 12]

Strážný, jeho činnost spočívá v tom, že chrání objekt před různými negativními vlivy a živly, např. zloději, vandaly, organizovanými skupinami a bezdomovci. Výstroj a výzbroj, kterou tito pracovníci používají, záleží na typu a důležitosti objektu. Výstroj strážného může obsahovat nejen ochranné prostředky, jako jsou rukavice, balistická vesta, firemní oděv, ale i mobilní telefon nebo radiostanice a baterka. Výzbrojí, kterou by měl disponovat strážný, je teleskopický obušek, obranný sprej, dále poutací prostředky atd. U objektů mající významnější charakter, je možné využít palnou zbraň nebo zbraň kategorie D. [9, 10, 12]

### **Pracovní pozice v PKB, které v rámci profesní obrany nevyužívají střelné zbraně při plnění svých pracovních povinností.**

Vyhazovač nebo také bouncer, je to pracovní pozice v PKB jejíž hlavní činností je dodržování ukázněnosti osob a ochrana majetku v různých zařízeních jako jsou restaurace, bary, kluby a herny. Význam tohoto pracovníka je v tom, že kontroluje, kdo do daného zařízení vstupuje. Pokud je vstup do zařízení podmíněn dosažením určitého věku, tak u vstupu kontroluje osoby, jestli tuto podmínku plní. Výstroj, kterou má vyhazovač při své práci, se liší podle typu podniku, kde pracuje. Příkladem výstroje je vhodný společenský oděv, dále bude mít u sebe mobilní telefon atd. Výzbroj, kterou může disponovat, jsou nejčastěji obranné prostředky jako, např. teleskopický obušek, kubotan, dále smí použít chemické prostředky, což je obranný sprej. [9, 10, 13]

Ochranka neboli security, jedná se o pracovní pozici, jejímž hlavním cílem je kontrola bezpečnosti při sportovních a kulturních akcích. Výstrojí, kterou jsou tito pracovníci vybaveni, je především spojovací technika (mobilní telefon, radiostanice) a baterka.

Výzbroj, nejčastěji teleskopický obušek anebo obranný sprej, může mít ochranka nejen pro plnění pracovních povinností, ale i pro osobní ochranu. [9, 10]

*Vrátný nebo recepční*, jedná se o pracovní pozice v PKB, které kontrolují a zapisují do návštěvní knihy informace o návštěvách aj. Další činností, kterou provádí, je kontrola příchodu a odchodu lidí, příjezdu a odjezdu automobilů. Výstrojí vrátného anebo recepčního rozumíme služební oděv, dále baterku a spojovací techniku, především mobilní telefon. Výzbrojí, kterou jsou pracovníci na této pozici nejčastěji vybaveni nejen pro plnění pracovních povinností, ale i pro osobní ochranu, jsou úderné a chemické prostředky, tedy teleskopický obušek a obranný sprej. [9, 10, 12]

V rámci PKB lze pracovníky rozdělit do různých pracovních pozic. Dále jsou tyto pracovní pozice děleny do tří kategorií dle využití střelné zbraně. Do první kategorie patří pracovníci, kteří střelné zbraně využívají při práci dennodenně, např. pracovníci přepravující cennosti a hotovost. Druhou kategorií tvoří pracovníci, kteří mohou použít střelnou zbraň na základě charakteru zakázky nebo pro osobní ochranu, např. soukromý detektiv. Do třetí kategorie patří pracovníci, kteří zbraň při práci nepotřebují, ale mohou ji mít pro vlastní ochranu, např. vyhazovač. Použití střelné zbraně u výše zmíněných pracovníků je v souladu se zákonem o střelných zbraních a střelivu a může být upraveno ještě vnitřní normou společnosti.

## **1.2. Právní předpisy**

Poslední část první kapitoly řeší právní předpisy, které souvisejí s činností v PKB. Z pohledu zaměření diplomové práce se jedná především o trestní zákoník, zákon o střelných zbraních a střelivu.

### **1.2.1. Trestní zákoník**

V rámci PKB se jedná o jeden z nejdůležitějších zákonů, který by měl znát každý pracovník pracující v tomto oboru. Jde o zákon č. 40/2009 Sb., trestní zákoník.

#### **§ 28 Krajná nouze**

*„(1) Čin jinak trestný, kterým někdo odvrací nebezpečí přímo hrozící zájmu chráněnému trestním zákonem, není trestným činem.*

*(2) Nejde o krajní nouzi, jestliže bylo možno toto nebezpečí za daných okolností odvrátit jinak anebo způsobený následek je zřejmě stejně závažný nebo ještě závažnější než ten, který hrozil, anebo byl ten, komu nebezpečí hrozilo, povinen je snášet.*“ [14]

Příkladem uplatnění krajní nouze strážným je, pokud tento strážný vidí při pravidelné obchůzce na parkovišti před nákupním centrem v zamčeném vozidle malé dítě. Za předpokladu, že je toto dítě ohroženo na životě, např. z důvodu dehydratace a vysoké teploty v létě, může beztestně rozbít okno u onoho automobilu a dítě zachránit. Život dítěte je cennější než rozbité okno u automobilu.

### **§ 29 Nutná obrana**

*„(1) Čin jinak trestný, kterým někdo odvrací přímo hrozící nebo trvajících útok na zájem chráněný trestním zákonem, není trestným činem.*

*(2) Nejde o nutnou obranu, byla-li obrana zcela zjevně nepřiměřená způsobu útoku.*“ [14]

Jako příklad lze uvést modelovou situaci přepadení banky. V té chvíli asi nikdo nepochybuje o úmyslech osoby či skupiny osob, které drží v ruce zbraň. Strážný banky je oprávněn použít služební zbraň proti této osobě či skupině osob. Strážný v bance postupoval v souladu s tímto ustanovením. Útok na banku a na strážného trval a obě strany tak měly stejné možnosti obrany, proto se v tomto případě nejednalo o nepřiměřenou obranu.

### **1.2.2. Zákon o střelných zbraních a střelivu**

Zákon č. 119/2002 Sb., o střelných zbraních a střelivu je další důležitý zákon, který je v oblasti PKB využíván. Část výše zmíněných pracovníků využívá dennodenně při práci střelnou zbraň, a proto je nezbytné, aby znali své povinnosti a práva, které jsou obsaženy v tomto zákonu. Dále je v zákonu pojednáno o tom, co jsou zbraně a střelivo, kdo je může vlastnit, držet a nosit. Jaké existují skupiny zbrojních průkazů, co jsou zbrojní licence atd.

### **§ 3 Rozdělení zbraní a střeliva**

*„(1) Zbraně a střelivo se pro účely tohoto zákona rozdělují na*

*a) zakázané zbraně, zakázané střelivo nebo zakázané doplňky zbraní - kategorie A (dále jen "zbraně kategorie A"),*

*b) zbraně podléhající povolení - kategorie B (dále jen "zbraně kategorie B"),*

- c) zbraně podléhající ohlášení - kategorie C (dále jen "zbraně kategorie C") a
- d) ostatní zbraně - kategorie D (dále jen "zbraně kategorie D"),
- e) střelivo do zbraní kategorií A až D, které není zakázané (dále jen "střelivo").

(2) Zbraněmi zařazenými do kategorií A až D se rozumí též hlavní části zbraní, kterých jsou nebo mají být jejich součástí. " [1]

Zákon o střelných zbraních a střelivu definuje 4 kategorie zbraní. **Střelné zbraně a střelivo kategorie A** jsou **zakázané**, jedná se např. o vojenské zbraně nebo zbraně, jež na první pohled zbraň nepřipomínají a také o zbraně, které jsou vybaveny zakázanými doplňky, jako jsou tlumiče hluku výstřelu nebo laserové zaměřovače. Do **zbraní kategorie B**, které jsou **na povolení**, řadíme zbraně samonabíjecí nebo opakovací. Také sem patří jednoranové a víceranové zbraně se střelivem, jež mají středový nebo okrajový zápal. Dále jsou to dlouhé zbraně, kterým se do zásobníku nebo nábojové komory vejdu více jak 3 kusy nábojů. Patří zde i signální zbraně s náboji větší ráže než 16 mm. **Zbraně kategorie C** podléhají **ohlášení** a jsou to jednoranové a víceranové, opakovací nebo samonabíjecí dlouhé zbraně, nepatřící do zbraní kategorie B. Ty mají zásobník nebo nábojovou komoru, do které se vejdu maximálně 3 kusy střeliva. Také zde řadíme jednoranové a víceranové zbraně s okrajovým zápalem a celkovou délkou zbraně, ta je rovna nebo větší než 280 mm. Dále sem patří plynové zbraně, mající kinetickou energii na ústí hlavně větší než 16 J. Rovněž jsou zde řazeny zbraně zkonstruované na principu perkusních zámkových systémů. Poslední kategorií zbraní jsou **zbraně kategorie D**, ty budou detailně popsány v druhé kapitole Střelné zbraně a střelivo. O právech a povinnostech, které mají vlastníci a držitelé zbraní kategorie D, hovoří ustanovení § 15 tohoto zákona. [1]

## § 15

„(1) Zbraň kategorie D nebo střelivo do této zbraně může nabývat do vlastnictví a držet nebo nosit fyzická osoba starší 18 let způsobilá k právním úkonům. Zbraň kategorie D nebo střelivo do této zbraně může nabývat do vlastnictví a držet též právnická osoba.

(4) Držitel zbraně kategorie D je povinen zbraň a střelivo do ní zabezpečit proti zneužití, ztrátě nebo odcizení.“

(5) Držitel zbraně kategorie D nesmí

a) zbraň nosit viditelně na veřejnosti nebo na místě veřejnosti přístupném, nejde-li o místo a účel uvedené v odstavci 2 nebo 3,

*b) zbraň nosit nebo s ní na veřejnosti nebo na místě veřejnosti přístupném jakkoliv manipulovat, pokud je jeho schopnost k této činnosti snížena požitím alkoholických nápojů, návykových látek, léků nebo v důsledku nemoci,*

*c) přechovávat větší množství bezdýmného nebo černého loveckého prachu než 3 kilogramy a více než 1 000 zápalek; zápalky musí být uloženy odděleně v samostatné schránce,*

*d) převést vlastnictví ke zbraní kategorie D nebo střelivo do ní na osobu, která k jejich držení není oprávněna, nebo je přenechat takové osobě.“ [1]*

Ve výše uvedeném ustanovení jsou popsány informace, kdo smí nabývat do vlastnictví zbraně kategorie D nebo střelivo k těmto zbraním, jaké jsou jeho povinnosti a co nesmí držitel těchto zbraní dělat. Pro zbraně kategorie D platí více méně stejná pravidla jako pro zbraně ostatních kategorií. Rozdíl lze najít v tom, že pokud jsou zbraněmi vyzbrojeni pracovníci PKB, nepotřebují vlastnit zbrojní průkaz. Fyzická nebo právnická osoba nemusí vlastnit zbrojní licenci patřící kategorie, ale musí být držitelem oprávněného živnostenského povolení, tj. koncesované živnosti na Ostrahu majetku a osob anebo Služeb soukromých detektivů. Pracovníci, kteří zbraně používají, musí být způsobilí k právním úkonům a také být starší 18 let. Dále není nutné u fyzické a právnické osoby vést evidenci zbraní kategorie D, knihu výdeje a příjmu zbraní kategorie D. [6]

Podkapitola o právních předpisech popisuje trestní zákoník a zákon o střelných zbraních a střelivu. U trestního zákoníku jsou popsána ustanovení o krajní nouzi a nutné obraně. U zákona o střelných zbraních a střelivu jsou uvedeny kategorie zbraní a dále práva a povinnosti pro držitele zbraní kategorie D.

Obsahem první kapitoly bylo definovat základní terminologii, pracovní pozice a právní předpisy v oblasti PKB. V úvodu kapitoly jsou popsány pojmy, jako je ochrana a obrana. Obrana se dělí na sebeobranu a profesní obranu. Bylo zjištěno, že ze znalostí sebeobrany vychází bojové umění, sport nebo bojový systém. Profesní obrana se dělí na obranu státu a komerční obranu. V další části kapitoly bylo uvedeno rozdělení pracovních pozic v PKB do tří různých kategorií a to na základě využití střelných zbraní. V závěru kapitoly jsou popsány právní předpisy trestního zákoníku s využitím ustanovení o krajní nouzi a nutné obraně. Poté je to zákon o střelných zbraních a střelivu s popsáním stěžejních ustanovení, kterými jsou kategorie zbraní, práva a povinnosti zaměřené na držitele zbraní kategorie D.

## 2. STŘELNÉ ZBRANĚ A STŘELIVO

Tato kapitola se bude zabývat obecným popisem zbraní, u kterých bude následně rozveden pojem střelná zbraň a její dělení. Následovat bude popis střelných zbraní kategorie D, na jehož základě budou specifikovány střelné zbraně kategorie D pro experimentální měření. Závěrem bude obecně popsáno střelivo do těchto střelných zbraní.

Z právního hlediska se za zbraň považuje cokoliv, co dělá útok proti tělu důraznějším. Zbraně se obecně dělí na:

- chladné (dýka, nůž, atd.),
- úderné (palcát, kyj, apod.),
- střelné (pistole, revolvery, aj.). [1, 15]

Střelná zbraň je dle zákona o střelných zbraních a střelivu zbraní, „u které je funkce odvozena od okamžitého uvolnění energie při výstřelu, zkonstruovaná pro požadovaný účinek na definovanou vzdálenost.“ [1]

Střelné zbraně dělíme na:

- palné zbraně (kulové, brokové, kombinované, signální, expanzní, expanzní přístroje a zvláštní),
- plynové zbraně (vzduchovky, větrovky, plynové zbraně na CO<sub>2</sub>, paintballové a airsoftové zbraně),
- mechanické (luk, prak, kuše a harpuna),
- metné (oštěp). [15]

### 2.1. Střelné zbraně kategorie D

Střelné zbraně kategorie D jsou podle zákona o střelných zbraních a střelivu, popsány v ustanovení § 7. Z tohoto ustanovení vyplývá, že je možné je vlastnit a držet bez specifického povolení.

Tyto střelné zbraně nepodléhají ohlášení a registraci u PČR. Jejich nákup, tedy i držení a vlastnictví je možné **od 18 let**.

Mezi tyto zbraně patří:

„a) historické zbraně,



- b) zbraně jednoranové a dvouranové zkonstruované na principech doutňákových, kolečkových, křesadlových nebo perkusních zámkových systémů,
- c) palné zbraně určené pro střelbu náboji typu flobert s energií střely na ústí hlavně do 7,5 J,
- d) plynové zbraně na vzduchovou kartuš,
- e) plynové zbraně, u nichž kinetická energie střely na ústí hlavně dosahuje nejvíce 16 J,
- f) expanzní zbraně a expanzní přístroje, s výjimkou přenosných upevňovacích zařízení a jiných rázových strojů určených výhradně pro průmyslové nebo technické účely,
- g) mechanické zbraně, u nichž je napínací síla větší než 150 N,
- h) znehodnocené zbraně, na kterých byly provedeny takové nevratné úpravy, které znemožňují jejich použití ke střelbě,
- i) zbraně, na kterých byly řezem provedeny takové úpravy, které odkrývají alespoň částečně vnitřní konstrukci zbraně,
- j) neaktivní střelivo a munice a
- k) zbraně neuvedené v kategoriích A až C.“ [1]

Z výše uvedených střelných zbraní kategorie D budou v diplomové práci využity pouze ty, které svým vzhledem připomínají krátké palné kulové zbraně kategorie B nebo C, tedy „ostré zbraně“ a lze je využít jen u vybraných pracovních pozic v PKB (využívající výjimečně střelné zbraně), které jsou popsány v bodě 1.1.4. Pracovní pozice v průmyslu komerční bezpečnosti.

## 2.2. Vybrané střelné zbraně kategorie D

Z předchozí části vyplynulo dělení střelných zbraní kategorie D, na které tato část navazuje. V úvodu se jedná o popis hlavních, ovládacích a jiných částí krátkých střelných zbraní, což odpovídá pistolí a revolveru. Dále se bude jednat o popis střelných zbraní založených na principu palném a plynovém.

**Pistole** jsou krátké střelné zbraně. Mohou mít pevnou nebo pohyblivou hlaveň s nábojovou komorou. Pistole se vyrábí v různých rážích. Skládají se z hlavních (zn. modře), ovládacích (zn. zeleně) a jiných (zn. červeně) částí, které jsou na obrázku (Obr. 5). [2, 6]

Mezi hlavní části pistole patří:

- „**Rám** neboli tělo je základní částí zbraně, nese spoušťové i část bicího ústrojí, jsou v něm drážky pro vedení závěru a rukojeť slouží zároveň jako **zásobníková šachta**.
- **Závěr** slouží zejména pro uzamčení komory při výstřelu, dále také jako hmatník pro natažení závěru (tj. zasunutí náboje do nábojové komory respektive vytažení z nábojové komory, natažení bicího mechanismu, opětovné uzamčení); nese další důležité součástky jako např. **úderník** či **mířidla**.
- **Hlaveň** vede střelu, než opustí zbraň, za pomoci **drážek** jí uděluje rotaci (čímž zvyšuje přesnost); v zadní části hlavně se nachází **nábojová komora** – v ní je náboj během výstřelu (a před výstřelem).“ [16]

Ovládací části pistole jsou:

- „**Kohout** – po stisknutí spouště dopadá kohout na **úderník**, který dále zápalníkem naráží na zápalku náboje a odpaluje ji.
- **Spouští** se ovládá spoušťový mechanismus, který dále ovládá bicí mechanismus.
- **Záchyt závěru** slouží k uvolnění závěru ze zadní polohy.
- **Pojistka** zabraňuje výstřelu.
- **Záchyt zásobníku** slouží k vypouštění zásobníku ze zbraně.“ [16]

Další části pistole jsou:

- „**Muška** a **hledí**, neboli mířidla, slouží k zamíření zbraně, přímka spojující hledí, mušku a záměrný bod na cíli se nazývá záměrná.
- **Zásobník** zásobuje zbraň náboji.
- **Lučik** je součástí těla a nachází se okolo spouště (součást těla), který brání náhodnému stisku spouště.“ [16]



Obr. 5. Popis částí pistole [vlastní zdroj]

**Revolvery** jsou krátké zbraně s pevnou hlavní a otáčivým válcem. Ve válci jsou nábojové komory, které se mezi výstřely natáčejí do osy hlavně. V revolverech se nacházejí hlavní (zn. modře), ovládací (zn. zeleně) a další (zn. červeně) části viz obrázek (Obr. 6). [2, 6]

Hlavními částmi revolveru jsou:

- „**Rám** je základní částí zbraně, nese spoušťové a bicí ústrojí, nábojový válec a zepředu je k němu přimontována hlaveň.
- **Hlaveň** vede střelu, než opustí zbraň, za pomoci **drážek** jí uděluje rotaci (čímž zvyšuje přesnost); je přišroubována k přední části rámu obvykle před horní komoru (ale existují i konstrukce, kde jsou náboje odpalovány ze spodní komory).
- **Nábojový válec**, ve kterém jsou umístěny nábojové komory (obvykle pět či šest, u malorážkových až osm) - válec se vždy před výstřelem pootočí tak, aby se mezi hlaveň a bicí ústrojí dostal další náboj.“ [16]

Ovládací části revolveru tvoří:

- „**Tlačítko odemykání válce** slouží k odemknutí válce pro vyklopení; některé výkonnější revolvery mají i druhé tlačítko, umístěné před válcem.
- **Kohout** – po stisknutí spouště dopadá kohout na **úderník**, který dále zápalníkem naráží na zápalku náboje a odpaluje ji, u některých dvojčinných revolverů je kohout úplně skrytý.
- **Spoušť** se ovládá spoušťový mechanismus, který dále ovládá bicí mechanismus.
- **Rukojet'** poskytuje lepší úchop a dá se vyměnit podle potřeb střelce - pro snadnější skryté nošení nebo třeba pro lepší zvládnání zpětného rázu.“ [16]

Další části revolveru jsou:

- „**Muška a hledí**, mířidla, slouží k zamíření zbraně, přímka spojující hledí, mušku a záměrný bod na cíli se nazývá záměrná.
- **Lučík** je součástí těla a nachází se okolo spouště (součást těla), který brání náhodnému stisku spouště.“ [16]



Obr. 6. Popis částí revolveru [vlastní zdroj]

### 2.2.1. Palné zbraně

Dle zákona o střelných zbraních a střelivu je palná zbraň „*střelná zbraň, u které je funkce odvozena od okamžitého uvolnění chemické energie.*“ [1] U palných zbraní se používá jako střelivo náboje nebo nábojky. Při výstřelu vznikají plyny, které jsou horké, tj. mají vysokou teplotu. [15]

Mezi palné zbraně patří:

- kulové,
- brokové,
- kombinované,
- signální,
- expanzní,
- expanzní přístroje,
- zvláštní. [2]

Na základě zadání diplomové práce bude dále popsána pouze kulová a expanzní zbraň.

## Flobertky

Jsou krátké, případně dlouhé kulové zbraně, určené pro náboje typu Flobert, který je popsán níže v kapitole. Lze je koupit legálně **bez zbrojního průkazu** (v určitých rážích), podmínkou je dosažení **minimální věkové hranice 18 let a způsobilosti k právním úkolům**. Jméno získaly po francouzském puškaři, vynálezci a průmyslníku Louise Flobertovi, který zkonstruoval náboj s okrajovým zápalem. Flobertky jsou dostupné v různých rážích a to **4, 6, 7, 8 nebo 9 mm**. U nás jsou běžné v ráži **4 a 6 mm**, které dosahují na ústí hlavně maximální energie **7,5 J**, což je zákonem stanovená mez pro zařazení do zbraní kategorie D. Vlastnictví zbraně s větší ráží je již podmíněno zbrojním průkazem. Vyrábějí se především jako revolvery, méně často jako pistole. Též se vyrábí jako dlouhé zbraně (pušky). Slouží k nácvičku střelby, pro lov malých hlodavců a k sebeobraně. Flobertky jsou vyrobeny z oceli a lehkých slitin, vyznačují se dlouhou životností a spolehlivostí. Ke světovým výrobcům flobertek patří Zoraki a čeští výrobci Spielberg Brno a Alfa – proj. V praktické části bude použit revolver určený pro náboje typu Flobert (dále jen flobertový revolver), který bude podrobně popsán v bodě 4.2.1. Flobertový revolver Zoraki Streamer R1. [15, 17, 18]



Obr. 7. Zástupci flobertových zbraní [62]

## Expanzní zbraně

Expanzní zbraní se rozumí podle zákona o střelných zbraních a střelivu „*střelná zbraň, jejíž konstrukce vylučuje použití kulového náboje nebo náboje s hromadnou střelou.*“ [1] Lidově se expanzním zbraním říká „plynovky“. Jako střelivo se používá nábojka v běžně dostupných rážích **6, 8 nebo 9 mm**. Expanzní zbraně jsou vyráběny ze slitin kovů a ocelí jako napodobeniny reálných pistolí, revolverů a dlouhých zbraní. Používají se k sebeobraně, výcviku psů nebo odpalování zábavné pyrotechniky (pokud má zbraň potřebný adaptér). Dále najdou uplatnění také ve filmových a televizních produkcích nebo při historických a westernových ukázkách. Ke známým společnostem, které vyrábí

expanzní zbraně, patří Umarex, Zoraki, Bruni, Ekol a Kimar. V praktické části je podrobněji popsána použitá expanzní pistole. [15, 19, 20, 29]



Obr. 8. Zástupci expanzních zbraní [63]

### 2.2.2. Plynové zbraně

Podle zákona o střelných zbraních a střelivu se za plynové zbraně považují ty, u nichž „je funkce odvozena od okamžitého uvolnění energie stlačeného vzduchu nebo jiného plynu.“ [1] U plynových zbraní se používají pouze střely, které mají **kinetickou energii na ústí hlavně maximálně 16 J**. Zdrojem energie je expandující plyn, tj. vzduch nebo jiný plyn (nejčastěji CO<sub>2</sub>), který má nízkou teplotu (je studený). Tím se liší plynové zbraně od palných zbraní. [15]

Mezi plynové zbraně patří:

- airsoftové zbraně,
- paintballové zbraně,
- vzduchovky,
- větrovky,
- foukačky. [2]

Vzhledem k zaměření diplomové práce se nebude využívat foukačka. Ta svou podobou nepřipomíná žádnou „ostrou“ zbraň a z tohoto důvodu je nevhodná pro výše zmíněné pracovní pozice v PKB.

#### Airsoftové zbraně

Jedná se zbraně, které jsou maketami reálných zbraní v měřítku 1:1. Jsou určeny pro Airsoft, což je hra, která vznikla v 70. letech 20. století v Japonsku. Při hře proti sobě „bojují“ dva týmy, jejichž úkolem je dosažení předem stanoveného cíle, např. eliminace soupeřů, obsazení objektu nebo vlajky. Hráč, který je zasažen plastovou sférickou střelou (kuličkou) ve hře končí. Airsoftové zbraně se vyrábí jako dlouhé (pušky) nebo krátké

(pistole i revolvery) zbraně v ráži 6 nebo 8 mm. Při hře využívají hráči oba dva druhy zbraní. Primárně se používají dlouhé zbraně, sekundárně krátké zbraně. K těmto airsoftovým zbraním je možné dokoupit i příslušenství jako k reálným zbraním např. optický zaměřovač, aj. Mezi světové společnosti, které se zabývají výrobou airsoftových zbraní, patří např. Marui, Maruzen, Top, Toy Tec, Marushin, KSC, Kokusai, Western Arms. [21, 22]



Obr. 9. Zástupci airsoftových zbraní [64]

Airsoftové zbraně se dělí na 3 základní typy:

- manuální,
- elektrické,
- plynové. [21, 22]

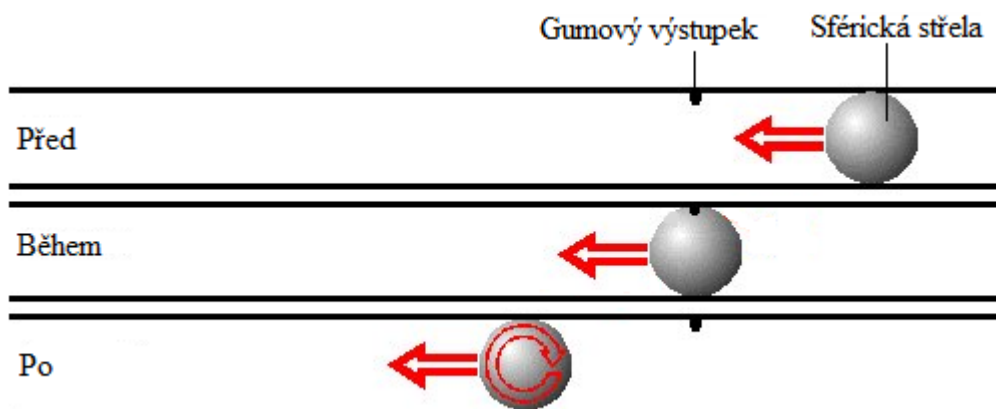
Manuální airsoftové zbraně (ASG) používají k vytvoření energie potřebné k vystřelení střely píst s pružinou, kterou je nutné před každým výstřelem mechanicky natáhnout pomocí závěru nebo páky. **Úst'ová rychlost** střel je v rozmezí od **60** do **120 m/s**. Levnější modely jsou vyrobeny z plastu a pořizovací cena je v řádech stovek korun. Dražší modely jsou kovové a také jsou dražší řádově tisíce korun. Mechanické airsoftové zbraně jsou světově **nejvíce rozšířené**. Za hlavní **výhodu** lze považovat nízké **provozní náklady**. Nevýhodou je malá možnost vylepšení. V praktické části bude detailně popsána použitá manuální airsoftová pistole, která bude použita při experimentálním měření. [21, 22]

Elektrické airsoftové zbraně (AEG), u nich je píst s pružinou natahován elektromotorem. Ten je napájen z akumulátoru, který umožňuje vystřelit až několik set výstřelů na jedno nabití. Napětí akumulátoru může být v rozmezí 7,4 až 11,1 V dle výrobce a použitého typu (NiMH, NiCD, LiPol a LiFePO<sub>4</sub>). **Úst'ová rychlost střel** se pohybuje od **90** do **180 m/s**. Konstrukce celé zbraně může být plastová (levnější modely) nebo celokovová (dražší modely). Mohou být samočinné nebo samonabíjecí. Také je možné tyto zbraně dále vylepšovat především změnou součástek v **mechaboxu**, což je kovové pouzdro se všemi důležitými součástkami. Cena těchto typů airsoftových zbraní je v řádech stovek až tisíců

českých korun. Za **výhody** je považována **přesnost** a **spolehlivost**. Nevýhodou jsou **akumulátory** mající určitou životnost. [21, 22]

Plynové airsoftové zbraně (AGCO<sub>2</sub>), jako zdroj energie se využívají plyny nejčastěji CO<sub>2</sub> nebo Green Gas, což je směs propanu a jiného plynu s mazivem. V zásobníku je místo pro umístění bombičky s CO<sub>2</sub> (lidově zvaná jako sífónová bombička), případně nádoba na Green Gas, který se do ní přepouští z tlakové lahve. **Úst'ová rychlost** je v rozmezí od **100 m/s** až do rychlosti přesahující **200 m/s**. Obvykle jsou tyto airsoftové zbraně celokovové nebo plastové, mohou být samonabíjecí nebo samočinné. Cena se pohybuje v řádech tisíců korun. **Výhodou** je **větší dostřel** než u předchozích typů airsoftových zbraní. **Nevýhodou** je **náchylnost na počasí** (vysoké nebo nízké teploty) z důvodu změn vlastností hnacího plynu a poruchovost. [21, 22]

Výše zmíněné typy airsoftových zbraní mohou být vybaveny systémy **Hop – Up** (Higher operating power) nebo **BlowBack**. Podstatou Hop – Up systému je vytvoření rotace sférické střely. Tento systém se skládá z gumového, resp. silikonového výstupku, který je umístěn v jednom místě v horní části hlavně, viz obrázek (Obr. 10). Airsoftové zbraně vybavené tímto systémem mají až o 50 % větší dostřel než zbraně bez tohoto systému při stejné úst'ové rychlosti. Hop – Up systém může být buď fixní, nebo regulovatelný. BlowBack systém umožňuje při výstřelu pohyb závěru dozadu, což působí jako střelba z reálné zbraně a rovněž dojde k vytvoření zpětného rázu. [21, 22]



Obr. 10. Fixní Hop – Up systém [23]

Airsoftové zbraně lze také rozdělit podle kinetické energie, kterou mají na ústí hlavně, do skupin. Skupiny se liší podle počáteční energie, ale i věku, ve kterém se mohou legálně pořizovat. Touto problematikou se zabývá norma **ČSN EN 71-1 Bezpečnost hraček – část 1: Mechanické a fyzikální vlastnosti**, která řeší bezpečnost hraček. První skupinou



jsou zbraně prodejné od **18 let**, které mají energii na ústí hlavně větší jak **0,5 J**, ale menší než **16 J**, tj. řadí se do zbraní kategorie D. Druhou skupinu tvoří zbraně s počáteční energií od **0,08** do **0,5 J**, které lze legálně pořídit od **14 let**. Třetí a poslední skupinou jsou zbraně do **0,08 J**, které se mohou kupovat od **3 let**. U posledních dvou skupin můžeme hovořit jako o „střílejících hračkách“. [15]

### Paintballové zbraně

Těmto zbraním se též říká marker, tj. značkovač. Jsou určeny pro sportovní hru zvanou Paintball, která vznikla v USA. Paintball je podobný Airsoftu, tzn., stojí proti sobě dva týmy, které mají určitý úkol, což může být např. dobytí nepřátelské základny nebo eliminace soupeřů. Vyrábějí se z kovu nebo plastu jako dlouhé nebo krátké paintballové zbraně. Jako zdroj energie využívají plyn a to ve formě stlačeného vzduchu, CO<sub>2</sub> nebo dusíku. Ve zbraní je buď zásobník na plyn, nebo se do zbraně vkládají bombičky s CO<sub>2</sub>. Střelivem do paintballových zbraní jsou paintballové střely, které budou podrobněji popsány níže v kapitole. **Úst'ová rychlost** střel může být až **200 m/s** u speciálně upravených zbraní. Paintballové zbraně se vyrábí v rážích .43, .50 nebo .68. Cena paintballových zbraní se pohybuje od tisíce korun až do výše cca 30 tisíc korun. Ke známým světovým výrobcům patří např. RAM, Tippmann, Eclipse, DYE a Milsing. [24, 25]



Obr. 11. Zástupci paintballových zbraní [25]

Paintballové zbraně se dělí podle způsobu střelby:

- opakovací,
- samonabíjecí,
- samočinné. [24, 25]

Opakovací paintballové zbraně, se musí před každým výstřelem manuálně natáhnout pomocí posuvného předpažbí (podobně jak u brokovnice). Jejich výhodou je nízká

pořizovací cena a bezporuchovost. Nevýhodou je delší čas mezi výstřely z důvodu mechanického natažení předpažbí. [24, 25]

Samonabíjecí paintballové zbraně, pro střelbu je nutné nejprve natáhnout bicí mechanismus pomocí přetažení závěru do zadní polohy a puštění jej. Až poté dochází při mačkání spouště k výstřelům. Každé zmáčknutí spouště znamená jeden výstřel, čím rychleji střelec mačká spoušť, tím je střelba rychlejší. Při experimentálním měření bude použita samonabíjecí paintballová pistole, která bude podrobně popsána v bodě 4.2.4. Paintballová pistole Tippmann TiPX. [24, 25]

Samočinné paintballové zbraně využívají systému, kdy při zmáčknutí spouště dojde k více výstřelům paintballových střel. Uvolněním spouště je střelba zastavena. Tímto systémem jsou vybaveny profesionální zbraně. [24, 25]

### Vzduchovky

Vzduchovky jsou krátké (vzduchové pistole) nebo dlouhé (vzduchové pušky) plynové zbraně. Mohou být jednoranové nebo opakovací. Vyrábí se v rážích **4,5**; **5,5** nebo **6,35 mm**. Používají se pro rekreační střelbu, výcvik střelby nebo k lovu drobných zvířat. Střelivem do vzduchovek jsou **diabolky** nebo **broky**. Ke známým výrobcům vzduchovek patří např. Česká Zbrojovka, Gamo, Umarex, Walther a Air Arms. [15, 26, 27]



Obr. 12. Zástupci vzduchovek [62]

Vzduchovky se dělí na:

- pístové pružinové,
- pístové plynové. [15, 26, 27]

Pístové pružinové vzduchovky, patří mezi nejznámější a nejrozšířenější vzduchovky. K pohonu slouží píst, který tlačí pružina. Ta se při natažení napne. Po stisku spouště dojde k jejímu uvolnění, což má za následek, že píst před sebou tlačí vzduch a ten udělí energii diabolce.

Způsoby natahování pístu:

- pomocí lámání hlavně,
- pomocí táhla, které se nachází pod hlavní nebo na boku hlavně.



Obr. 13. Způsoby natahování vzduchovky [26]

**Výhodou** je cenová dostupnost, jednoduchá údržba a dlouhá životnost. **Nevýhodou** je delší čas pro přebíjení. V praktické části bude popsána a využita krátká lámací vzduchová pistole. [26, 27]

Pístové plynové vzduchovky, jejichž princip je stejný jako u pístové pružinové vzduchovky. Rozdílné jsou v tom, že neobsahují pružinu, která tlačí píst, ale jsou naplněny směsí plynů. Většinou se jedná o dusík, případně jiný plyn. Způsob natahování pístu je stejný jako u výše zmíněných pístových pružinových vzduchovek. Jejich **výhodou** je nižší hluk při výstřelu než u předchozí zbraně. **Nevýhodou** je jejich vyšší pořizovací cena. [26, 27]

### Větrovky

Jedná se o podobné zbraně, jako jsou vzduchovky. Mohou být jako pistole nebo pušky, a to jednoranové nebo opakovací. V rámu mají zabudovanou nádobu na stlačený vzduch, která slouží jako zdroj energie. Rovněž se vyrábí v rážích **4,5; 5,5 a 6,35 mm**. Vhodným střelivem do větrovek jsou **diabolky**, případně **broky**. [26, 27]



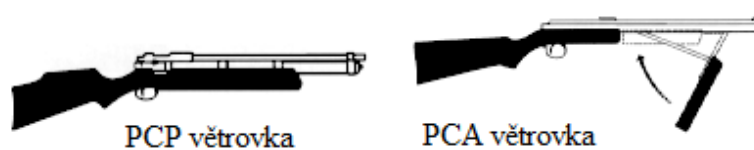
Obr. 14. Zástupci větrovek [65]

Větrovky se dělí na dva typy:

- PCP větrovky (pre-charged pneumatic),
- PCA větrovky (multi-pump). [26, 27]

PCP větrovky, nádoba, kterou obsahují, se musí naplnit stlačeným vzduchem z vnějšího zdroje (pumpa, kompresor). Aktuální stav stlačeného vzduchu je vidět na integrovaném manometru. Velikost stlačeného vzduchu je až 200 barů, což umožní 20 až 100 výstřelů. Pokud tlak klesne pod 100 barů, dojde k prudkému poklesu ústřední rychlosti. [26, 27]

PCA větrovky, mají nádobu na stlačený vzduch zabudovanou v rámu a jsou vybaveny pumpou, která je součástí předpažbí. Objem nádoby je menší než u předchozího typu a po každém výstřelu je nutné znovu „dopumpovat“ vzduch. To je hlavní **nevýhodou** těchto větrovek. Za **výhodu** se považuje tichá a přesná střelba. [26, 27]



Obr. 15. Druhy větrovek [26]

Světovými výrobci větrovek jsou např. Umarex, Crosman, Weihrauch, Kalibrgun a Česká Zbrojovka. V praktické části nebude použita žádná větrovka. [26, 27]

V podkapitole byly dále rozděleny zbraně kategorie D podle zákona o střelných zbraních a střelivu a také normy ČSN 39 5002-1 Civilní střelné zbraně a střelivo – Všeobecné termíny a definice. Na základě těchto dvou dokumentů byly rozděleny a popsány střelné zbraně na palné a plynové. Také zde byla vyřazena foukačka z důvodu nepodobnosti s žádnou „ostrou“ zbraní. Byly popsány jednotlivé druhy střelných zbraní z pohledu popisu, výrobců, výhod a nevýhod.

### 2.3. Střelivo do vybraných střelných zbraní kategorie D

Pojem střelivo je souhrnným názvem pro náboje, nábojky a střely, které jsou určeny do střelných zbraní. Používá se různé dělení střeliva např. podle použití, podle konstrukce nebo podle zápalu. Pro označování střeliva se používá dvou způsobů, a to evropského nebo angloamerického. **Evropské** značení je v metrických jednotkách (**mm**) a udává: **průměr střely** × **délku nábojnice** a **doplňkové značení** (9 × 19 mm Luger). **Angloamerický** způsob značení je v palcích (**in**) a udává **průměr střely** a **doplňkové značení**. Američané ke značení používají tisíciny palce a Angličané setiny palce (.357 Magnum, .38 Speciál). [4]

Dále bude v práci použito dělení střeliva podle použití ve zbraní.

Dle toho je děleno střelivo do zbraní:

- palných,
- plynových,
- mechanických,
- metných. [1, 2]

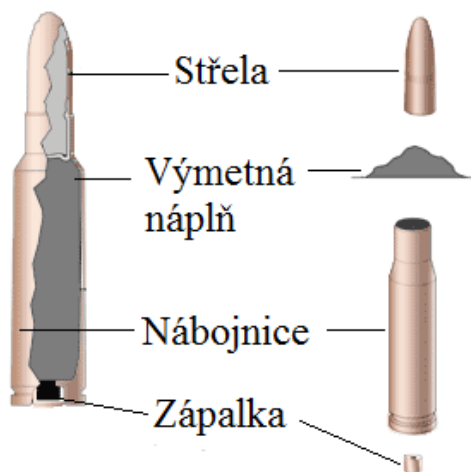
Z výše uvedeného důvodu bude popsáno pouze střelivo do výše zmíněných střelných zbraní.

### 2.3.1. Střelivo do palných zbraní

Toto střelivo je určeno pro kulové, brokové, kombinované, signální, expanzní a zvláštní zbraně a také pro expanzní přístroje. Následně bude popsáno pouze střelivo, které se řadí do kulových a expanzních zbraní.

#### Střelivo do kulových zbraní

Střelivo určené do kulových zbraní se souhrnně označuje jako **náboj**. Ten se skládá ze střely, výmetné náplně, zápalky nebo zápalkové složky a nábojnice. [1, 2, 3]



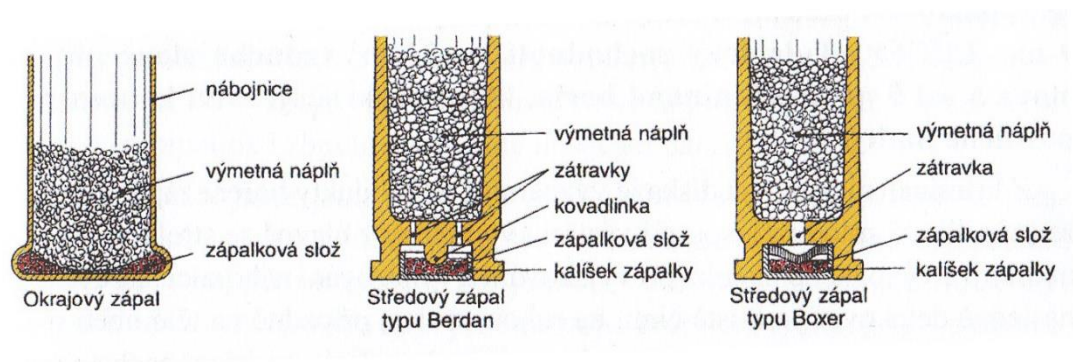
Obr. 16. Náboj [28]

Střela je těleso, které má vhodné tvary a konstrukci, vystřelené z hlavně střelné zbraně za účelem zasáhnout cíl. Dělí se z různých hledisek, např. tvaru, podle pláště nebo konstrukce. Dále se můžeme setkat s rozdělením na střelu jednotnou nebo hromadnou. [3, 4, 15]

Výmetná náplň slouží jako zdroj energie pro střelu. V současnosti je tvořena zrnky bezdýmného střelného prachu, který může být jednosložkový na bázi nitrocelulózy,

dvousložkový tj. nitroglycerinový nebo diglykolový. Dříve se používal černý střelný prach, který má své uplatnění i v dnešní době, např. u historických zbraní a jejich replik nebo při výrobě pyrotechnických materiálů (zápalnic, zpoždovačů). [3, 4, 15]

Zápalka slouží k vyvolání vznícení výmetné náplně. Zápalka obsahuje zápalkovou slož, což je směs třaskaviny a jiných látek reagujících na náraz zápalníku. V dnešní době se u nábojů obvykle používá dvou základních druhů zápalů, a to okrajového nebo středového. Náboje s okrajovým zápalem mají zápalkovou slož umístěnou v okraji dna nábojnice. Tento typ zápalu je používán u některého sportovního a loveckého střeliva a u nábojů Flobert. U nábojů se středovým zápalem je zápalka umístěna ve středu dna nábojnice a může být typu **Berdan** nebo **Boxer**. Zápalku typu Berdan tvoří kalíšek naplněn třaskavou složi. Tento kalíšek se umístí do lůžka nábojnice, kde je vylišovaná kovadlinka. Při nárazu zápalníku do zápalky dojde k zažehnutí výmetné náplně přes dva excentricky umístěné otvory, nazývající se zátravky. Zápalka typu Boxer má kovadlinku umístěnou v kalíšku a zátravku tvoří jediný otvor, který má větší průměr, než předchozí typ. [2, 3, 4, 15]



Obr. 17. Druhy zápalů [15]

Nábojnice je obal, který drží po hromadě celý náboj nebo nábojku. Chrání výmetnou náplň od vnějších vlivů, především od vlhka. Na dně (hlavě) nábojnice se nachází zápalkové lůžko, ve kterém je umístěná zápalka. Nábojnice mají různé tvary např. válcovité nebo lahvovité. [2, 3, 4, 15]

Jedním z druhů nábojů je **náboj typu Flobert** viz obrázek (Obr. 18). Má okrajový zápal, střela může být jednotná nebo hromadná (broky). Jednotná střela je z olova a má kulovitý nebo válcovitý tvar s kuželovitou špičkou. Může obsahovat i výmetnou náplň, obvykle využívá jen energii zápalkové slož. Je dostupný v ráži **4, 6, 7, 8 nebo 9 mm**. [2, 15]



Obr. 18. Náboje typu Flobert [vlastní zdroj]

### Střelivo do expanzních zbraní

Pod souhrnným označením **nábojka** se označuje střelivo určené pro vkládání do expanzních zbraní, pracovních expanzních přístrojů a do zvláštních zbraní. Nábojka se skládá z nábojnice, zápalky nebo zápalkové složky. Dále se může v nábojce nacházet výmetná náplň, granule nebo chemicky dráždivá látka. Všechny části tvořící nábojku jsou umístěny v nábojnici. Zápalka nebo zápalková složka je stejná jako u nábojů, tzn. nábojky s okrajovým zápalem nebo se středovým zápalem. Rozdíl mezi nábojem a nábojkou je v tom, že nábojka neobsahuje pevnou střelu. Za formu střely u nábojek lze považovat i plyn nebo chemicky dráždivou látku. [1, 2]



Obr. 19. Nábojka [vlastní zdroj]

Každá nábojka má jinak barevnou plastovou zátku na základě, které můžeme říct, o jaký druh nábojky se jedná.

Nábojky se dělí na:

- akustické,
- akusticko – světelné,



- PV – technický pepř,
- CN – dusivé,
- CS – slzotvorné,
- kombinované.

Akustické (zelená zátka), v níž nejsou obsaženy žádné chemické látky. Při výstřelu dojde pouze k akustickému efektu, který je obdobný „ostré“ střelbě. Akustické nábojky se uplatňují při startování závodů, k odhánění zvířete, při tréninku psů nebo k filmovým účelům. Lze je použít i pro odpalování pyrotechniky, za předpokladu, že expanzní zbraň je vybavena speciálním nádstavcem pro tuto činnost. [29]

Akusticko – světelné (bílá zátka), stejně jako akustické nábojky neobsahuje žádnou chemickou látku. Při výstřelu dojde nejen k akustickému, ale i světelnému efektu. Tento efekt je vidět hlavně v noci. Z tohoto důvodu se primárně používají tyto nábojky k obraně, protože svým chováním připomínají „ostrý“ náboj. [29]

PV – technický pepř (červená zátka), obsahem nábojky je chemická látka nonivamid ( $C_{17}H_{27}NO_3$ ), tzv. technický pepř. Výrobci dávají do nábojek odlišné množství této látky v rozmezí 20 až 60 mg. Výhodou technického pepře je, že ani po letech neztrácí svůj účinek, na rozdíl od CS nábojek (vysvětleno níže). Působení technického pepře se projevuje u lidí, ale i u zvířat. Při zásahu kůže dojde k silnému pocitu pálení. Pokud jsou zasaženy oči, dochází rovněž k pocitu pálení a slzení. Dále se účinky na člověku projevují kašlem a horším dýcháním až dušením. Použití této nábojky je vhodné pro paralýzu osob, které jsou pod vlivem drog nebo alkoholu. [29]

CN – dusivé (modrá zátka), ty v sobě mají chemickou látku chloracetofenon ( $C_8H_7ClO$ ). U každého výrobce se liší množství této látky obsažené v nábojce, uvádí se v rozmezí od 100 do 200 mg. Účinek chemické látky je dočasný a projevuje se u lidí i zvířat. Při kontaktu s očima nebo pokožkou je dráždivý, což má za následek vyvolání kašle, slzení očí atd. Tento druh nábojek se již nevyužívá, používají se spíše slzotvorné nábojky (CS). [29]

CS – slzotvorné (žlutá zátka), obsahují slzný plyn, tedy chemickou látku chlorbenzalmalondinitril ( $C_{10}H_5ClN_2$ ). Obsah chemické látky v nábojce se liší u každého výrobce. Další důležitou věcí je trvanlivost látky v nábojce, která je v řádech let (max. 5 let), pak může být nábojka neúčinná. Použití slzotvorné nábojky se více projeví na lidech, než na zvířatech, obzvláště pokud je člověk pod vlivem alkoholu nebo drog.



Při kontaktu s vlhkou kůží dojde k podráždění kůže a pocitu pálení. Při zasažení očí dojde k jejich okamžitému zavření v důsledku pocitu pálení. Pokud dojde k vdechnutí, což se projeví podrážděním sliznic v nose a krku, následuje kašel a pocit dušení. [29]

Kombinované, jež v sobě spojují dva různé druhy nábojek, např. nábojku s chemickou látkou (nejčastěji technický pepř) a akustickou nebo akustickou se světelným efektem. Na trhu lze koupit i jiné kombinace. [29]

Předchozí řádky byly zaměřeny na popis střeliva do palných zbraní. Jednalo se o střelivo do kulových a expanzních zbraní. Bylo zjištěno, že do kulových zbraní se nabíjí náboje a do expanzních zbraní nábojky. U každého výše zmíněného střeliva bylo popsáno, z čeho se skládá a jaké druhy se na trhu nachází.

### 2.3.2. Střelivo do plynových zbraní

Střelivo je používáno ve vzduchovkách, větrovkách, plynových zbraních na CO<sub>2</sub>, paintballových a airsoftových zbraních. Dále bude rozebráno pouze střelivo týkající se vybraných střelných zbraní kategorie D. Těmito zbraněmi jsou airsoftové a paintballové zbraně a vzduchovky.

#### Sférické střely

Mohou být vyrobeny celé z plastu (plastová sférická střela) nebo jejich obal může být vyroben ze softgelu (paintballová střela).

Plastové sférické střely, hovorově známé jako „kuličky“, se používají do airsoftových zbraní a značí se BB (Ball Bearing nebo Baby Bullet). Vyrábí se z ABS nebo HIPS plastu v rážích **6 nebo 8 mm**. Na trhu jsou k dostání i BIO sférické střely, které se v přírodě rozpadnou za ideálních podmínek do 1 roku. Ty nejsou vyráběny z plastu, ale z náhradního ekologického materiálu. Dalším druhem prodávající se na českém trhu jsou „svítící“ plastové sférické střely. Ty jsou vyrobeny z fosforeskujícího plastového materiálu. Kromě ráže je další důležitý parametr - hmotnost. Ta je v rozmezí od **0,12 po 0,45 g** u ráže **6 mm**. U ráže **8 mm** je hmotnost plastových sférických střel **0,35; 0,45 a 0,85 g**. Nejčastěji se používají plastové sférické střely s hmotností 0,25 g v ráži 6 mm. Pro výkonné airsoftové zbraně se používají těžší plastové sférické střely s hmotností až 0,85 g v ráži 8 mm. Mezi známé výrobce patří společnosti Tokyo Marui, ICS, Guarder, Warrior, Super King. Plastové sférické střely v ráži 8 mm vyrábí společnosti Marushin a Maruzen. [15, 21]



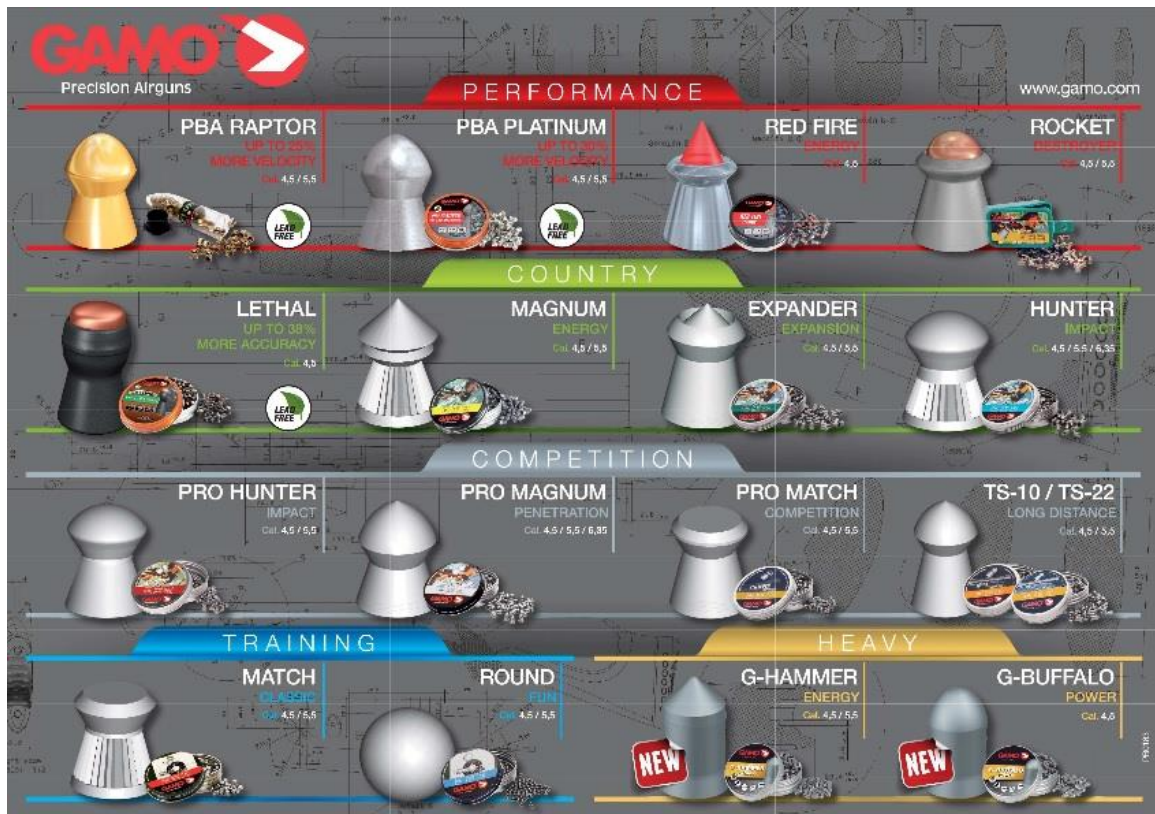
Obr. 20. Plastové sférické střely [vlastní zdroj]

Paintballové střely jsou sférické střely vyrobeny ze softgelového materiálu, který se rovněž používá ve farmacii pro výrobu tobolek. Softgelový materiál je vyroben ze želatiny, vody a glycerinu. Uvnitř paintballových střel je směs tvořena rostlinným olejem a potravinářským barvivem. Tato směs musí být zdravotně nezávadná, netoxická a rozpustná ve vodě. Paintballové střely se vyrábí ve dvou základních provedeních. První provedení je určeno pro střelbu v létě a druhé v zimě. Pro každé období mají odlišné vlastnosti. Také se vyrábí v různých rážích **.43**, **.50**, nebo **.68**. [2, 24]



Obr. 21. Paintballová střela [vlastní zdroj]

**Diabolky** neboli **diabolo**, jedná se o olovené střely, určeny pro vzduchovky a vzduchové pistole. Diabolky jsou vyráběny v rážích **4,5**; **5,5** nebo **6,35 mm**. Mají různé tvary, tj. plochou hlavu, kulatou hlavu nebo hlavu ve tvaru šípky, jak lze vidět na obrázku (Obr. 22). Mezi známé světové výrobce patří společnosti Gamo, Umarex, Hammerli aj. [2, 30]



Obr. 22. Druhy diablek [31]

**Broky** jsou sférické střely, nejčastěji vyrobeny z oceli nebo olova. Jsou potaženy např. mědí, ale také mohou být vyrobeny z plastu. Do vzduchových pistolí se používají olověné broky. Do plynových zbraní na CO<sub>2</sub>, které mají hladkou hlaveň, se používají ocelové broky. [2, 30]



Obr. 23. Broky[32]

V podkapitole bylo popsáno střelivo do kulových a expanzních zbraní, radící se do vybraných střelných zbraní kategorie D. Bylo zjištěno použití rozdílného střeliva do kulových a expanzních zbraní. Do kulových jsou používány náboje a do expanzních

naopak nábojky. Následoval popis střeliva do plynových zbraní. U těchto plynových zbraní se jednalo o tři druhy střeliva a to o sférické střely, diabolky a broky. U všech zmíněných druhů střeliva bylo popsáno, do jakých zbraní se nabíjí, z čeho jsou vyrobeny a byli uvedeni výrobci tohoto druhu střeliva. Pokud se u jednoho druhu střeliva nacházelo více typů, byly popsány všechny typy střeliva jednoho druhu.

Kapitola se zabývala střelnými zbraněmi a střelivem do těchto zbraní. Byly určeny střelné zbraně kategorie D podle právního předpisu o střelných zbraních a střelivu. Následoval výběr střelných zbraní kategorie D, které jsou určeny podle zadání diplomové práce. Jednalo se o palné a plynové zbraně. Podle normy ČSN 39 5002-1 bylo zjištěno, jaké střelné zbraně budou dále popsány. Na základě popisu zařazených střelných zbraní bylo vybráno střelivo určeno do těchto zbraní.

### 3. BALISTIKA

Ve třetí kapitole bude popsána balistika, její vývoj a varianty, na které se dělí. Dále budou objasněny pojmy z ranivé balistiky a to ranivý účinek a ranivý potenciál. V závěru kapitoly budou rozebrány experimentální metody, využívající se v praxi při experimentálním zkoumání ranivého účinku a potenciálu.

**Balistika** je věda, která se zabývá teoretickým a experimentálním studiem pohybu a účinku střel vystřelujících ze zbraní nebo raket. Tato **aplikovaná věda** zkoumá nejenom pohyb střely v hlavni, ale také co se s ní děje v prostoru a místě dopadu, kde zasáhne cíl. Při balistickém zkoumání se využívá poznatků z různých technických a přírodních věd, např. matematiky, fyziky, chemie, mechaniky, aerodynamiky, termodynamiky a hydrodynamiky. [3, 4, 15, 33, 34, 35]

#### 3.1. Vývoj balistiky

Název **balistika** je odvozen z řečtiny, ze slova **ballo**, což lze přeložit jako **hod** nebo **vrh**. Pojmenování tohoto vědního oboru zavedl v roce 1644 fyzik Marsen.

Historie balistiky započala už v dobách pravěku, kdy tehdejší lidé používali mechanické zbraně, především luky a šípy nebo oštěpy. V době antiky se konstruktéři válečných strojů pokoušeli stále více zlepšovat přesnost a dostřel svých praků a katapultovacích zařízení. V středověku, když se Evropané naučili vyrábět a používat střelný prach, došlo k velkému rozvoji balistiky, což vedlo k vývoji nových válečných zbraní a to děl. Niccolo Fontana v roce 1537 formuloval vztah mezi doletem a záměrným úhlem. Dále se na vývoji balistiky, jako odnože fyziky, podílely osobnosti jako Galileo Galilei, Isaac Newton a další vědci. V 18. století byla poprvé změřena počáteční rychlost střely pomocí balistického kyvadla. Během 20. století a hlavně po druhé světové válce došlo k rozvoji výpočetní techniky, což mělo za následek složitější simulace a výpočty v oblasti balistiky. V současnosti je balistika **interdisciplinární věda**, která se využívá v různých oborech, např. kriminalistice, vojenství, atd. [4, 34]

Z výše uvedeného textu je patrné, že se balistika z historického hlediska vyvíjela od pravěku a vývoj pokračuje i v současné době. V každém období byly v této interdisciplinární vědě učiněny poznatky, které pomohly zdokonalení nejen zbraní, ale také se uplatnily v balistickém zkoumání.

### 3.2. Dělení balistiky

Na následujících řádcích bude vysvětleno rozdělení balistiky, kterou lze dělit podle určitých kritérií na různé varianty. Z těchto variant vyplývá další rozdělení balistiky na různé oblasti.

Rozdělení balistiky na varianty:

- **Balistika historická**, která zkoumá vnitřní a vnější děje, jež nastanou při výstřelu z děla. Tato část balistiky se vyvíjela v době mezi 16. – 18. stoletím. V tomto období se primárně využíval černý střelný prach a kamenné koule, které byly později nahrazeny železnými. [15, 33]
- **Balistika klasická**, jejímž předmětem zájmu jsou palné zbraně, které se nabíjejí jednotným nábojem a ploché dráhy letu. Využívá se v ní Heidenreichův podobnostní model tlakové křivky při výstřelu. Klasická balistika se vyvíjela od konce 19. století do první poloviny 20. století. [15, 33]
- **Balistika moderní**, která se vyvíjela od poloviny 20. století a je charakteristická tím, že se v ní začaly využívat moderní výpočetní technika, digitalizace, elektronová mikroskopie a měřicí metody. To umožnilo studovat balistické děje v reálném čase. Moderní balistika dále řeší nasazení mezikontinentálních a vesmírných raket a nekonvenčních zbraňových systémů (zbraní hromadného ničení). [15, 33]
- **Balistika teoretická**, jejíž podstatou je tvorba výpočetních modelů pro řešení specifických balistických úloh. [15, 33]
- **Balistika experimentální**, jejíž náplní je provádění měření a pokusů, které mají ověřit předpoklady z analýz získaných výsledků. [15, 33]
- **Balistika kasuistická**, která vyhledává, třídí a hodnotí balistické informace z reálných balistických dějů. [15, 33]
- **Balistika vojenská**, která se zabývá využitím a zdokonalením zbraňových systémů pro vojenské použití. Vojenská balistika se dále dělí na balistiku hlavních zbraní a balistiku raket, které se postupem času vyvinuly v samostatné balistické odvětví. Obsahem balistiky hlavních zbraní je řešení otázek souvisejících s ději, které nastanou po výstřelu (expanze plynu, dým, hluk, atd.). Balistika raket se zabývá raketovými motory a samotným letem raket. [15, 33]

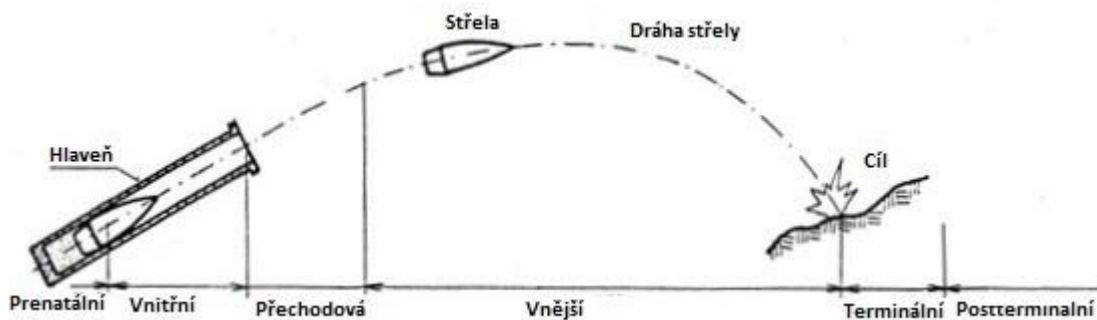
- **Balistika kriminalistická**, jejímž obsahem je hledání odpovědi na otázky, kdy byla použita střelná zbraň při trestném činu. Do kriminalistické balistiky patří i forenzní balistika a soudní balistika. [15, 33]
- **Balistika lovecká**, která zkoumá vnější balistiku a ranivou balistiku pro potřeby lovu. [15, 33]
- **Balistika sportovní**, jež je podobná balistice lovecké, ale zabývá se jen vnitřní a vnější balistikou. [15, 33]

Základní zkoumané oblasti balistiky jsou:

- **Vnitřní balistika**, jejímž úkolem je zkoumání jevů a procesů při pohybu střely v hlavni od výstřelu doby než ji opustí.
- **Přechodová balistika**, která zkoumá pohyb střely od ústím hlavně, až do doby kdy na střelu přestanou působit expandující spalné plyny.
- **Vnější balistika**, jež se zabývá pohybem střely v prostoru až do zásahu cíle. Také se věnuje vlivu prostředí na pohyb střely, výpočtu dráhy střely, vzdálenosti a poloze střelce.
- **Terminální balistika**, která se zabývá dopadem střely na neživý cíl, jejíž součástí je **ranivá balistika**, zabývající se dopadem střely na živý cíl. [15, 33, 34, 35]

Kriminalistická balistika zkoumá mimo základní čtyři oblasti balistiky i další dvě oblasti, tj. **prenatální** a **postterminální balistiku**. Podstatou prenatální balistiky je zkoumání činností a dějů, které vznikají na zbrani a náboji před samotným výstřelem a jsou důležité pro kriminalistiku. Kromě toho se prenatální balistika zabývá výrobou nábojů vyrobených v továrnách, ale i domácími přebíjených. Dále to je problematika nelegální výroby a pozměňování zbraní. Postterminální balistika zkoumá děje, které vzniknou po zásahu cíle např. problematikou sekundárních střel. [15]

Na obrázku (Obr. 24) jsou znázorněny jednotlivé oblasti balistiky. Každá z těchto oblastí řeší odpovědi na jiné otázky z pohledu teorie a praxe.



Obr. 24. Dělení balistiky [35]

Bylo zjištěno, že existuje více způsobů dělení balistiky. Každá oblast balistiky se zabývá specifickou činností, ale určité části se spolu prolínají. Dále bylo popsáno dělení základních a rozšířených oblastí balistiky.

### 3.3. Ranivá balistika

V podkapitole bude popsána ranivá balistika, její cíle a mechanismus střelného poranění, jež zkoumá dvě základní hlediska. Dále budou vysvětleny pojmy, jako jsou ranivý účinek a ranivý potenciál.

Ranivá balistika, též označovaná jako **traumatická** nebo **balistika měkkých cílů**. Je součástí terminální balistiky a zabývá se účinkem **střel** nebo **střepin** na živý cíl. Studuje a popisuje střelná poranění živých cílů, které jsou vyvolány střelami nebo střepinami. Také zkoumá vzájemné vztahy střel a střepin z hlediska konstrukce, funkčnosti a vzniku specifických účinků, např. vyřazovacího nebo zastavovacího.

Mezi základní **cíle ranivé balistiky** se řadí:

- identifikace a specifikace biologických systémů, zejména typu člověka,
- určení totožných charakteristik náhradního materiálu s biologickou tkání,
- vymezení interakce střely a biologické tkáně za použití matematických modelů,
- vytvoření metodiky pro hodnocení účinku střel v živém cíli,
- rozbor účinnosti střel a zbraní proti živým cílům,
- vytýčení právních kritérií, které budou sloužit ke kvalifikaci účinnosti střel v živém cíli. [34, 36]



### 3.3.1. Mechanismus střelného poranění

Mechanismus poranění způsobený střelami nebo střepinami v živém cíli můžeme zkoumat ze dvou rozdílných hledisek.

Hlediska se člení na:

- technické,
- lékařské. [34, 36]

**Technické** nebo také balistické hledisko je založeno na analýze dějů, které vznikají při pronikání střely nebo střepiny v živém cíli. Slouží jako primární hledisko při objasňování fyzikální podstaty účinku střel a střepin vznikajících při zasažení živého cíle. [34, 36]

**Lékařské** nebo také označované chirurgické hledisko, je druhým hlediskem vycházejícím z poznatků lékařů, zejména vojenských, v oblasti chirurgie a traumatologie. Toto hledisko je založeno na jednotném systému hodnocení střelných poranění. [34, 36]

Vznik střelného poranění se na člověku projeví místními nebo celkovými změnami v různých oblastech, např. nervové, cirkulační, metabolické nebo humorální.

Střelná poranění se dělí na:

- primární,
- sekundární.

Pro primární střelné poranění je charakteristické to, že jsou vyvolané vlastní střelou. Sekundární střelné poranění jsou způsobeno sekundárními projektily nebo střepinami. Ty vzniknou při dopadu střely na pevnou překážku, např. kost, čímž dojde k roztržení střely na malé částičky, tj. sekundární projektily, které mají vlastní rychlost a dráhu letu. [34, 36]

Mezi **čtyři základní typy střelných poranění** patří:

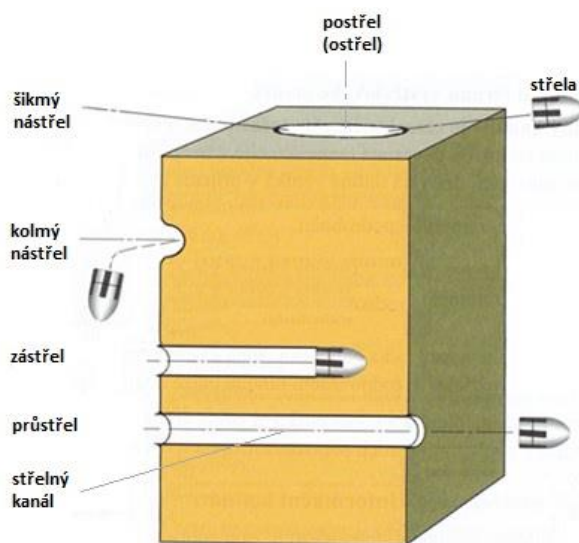
- postřel (ostřel),
- nástřel,
- zástřel,
- průstřel.

**Postřel**, případně **ostřel**, jedná se o střelné poranění, kdy střela (tečně) zasáhla povrch cíle a vytvoří v něm otevřený střelný kanál. Jde o povrchové střelné zranění nejčastěji ve formě oděrky nebo sedřené kůže. [15, 34, 36]

**Nástřel**, při něm střela nepronikne do cíle, ale odrazí se od povrchu a volně spadne na zem nebo pokračuje dál v letu. Nástřel může být **kolmý** nebo **šikmý**. U kolmého nástřelu se střela při dopadu na povrch zastaví a dojde k jejímu samovolnému pádu na zem, což je způsobeno malou dopadovou rychlostí střely. U takto vzniklého střelného poranění zanechá střela na povrchu pouze hematom (modřinu). Pro šikmý nástřel je charakteristické, že střela dopadá na povrch pod malým úhlem a odráží se. Tento odraz způsobí změnu dráhy letu střely. Úhel dopadu střely se nerovná úhlu odrazu střely, tzn., že zde neplatí optické pravidlo o rovnosti úhlu dopadu a odrazu světelného paprsku. Při určitém mezním úhlu dopadu se střela neodrazí a ani nepronikne do cíle, ale bude se pohybovat po povrchu cíle. [15, 34, 36]

**Zástřel**, u něho se v cíli na straně směrem ke střelci vytvoří **vstřelový otvor**, na který navazuje **střelný kanál**. V něm se na jeho konci nachází střela. Průrazová energie dopadající střely je větší než odpor kůže, ale menší než odpor těla. Při kontaktu předá střela v cíli celou svou kinetickou energii. [15, 34, 36]

**Průstřel**, vznikne při úplném prostřelení cíle střelou. **Otvor vstřelu** se nachází na straně, která je blíže ke střelci a je spojen pomocí **střelného kanálu** s **výstřelovým otvorem**. Průrazová energie této střely je větší než odpor kůže a těla. Střela, která zasáhne cíl, předá zasažené tkáni pouze část své pohybové energie. [15, 34, 36]



Obr. 25. Typy střelných poranění [15]

### 3.3.2. Ranivý účinek

Ranivý účinek popisuje ničivý účinek střely na jakýkoliv živý cíl. Vzniká při střelném poranění, tehdy když střela proniká oděvem nebo balistickou ochranou a vniká přes kůži do živého cíle (měkké tkáně). [34, 36, 37]

#### Faktory ranivého účinku

Výsledný ranivý účinek střely je závislý na celé řadě působících vlivů. Jeho intenzita podléhá dvěma základním skupinám faktorů. [34, 36, 37]

Mezi základní skupiny faktorů ranivého účinku patří:

- vlastnosti střely,
- vlastnosti cíle.

První faktorem jsou vlastnosti střely, mezi které patří konstrukční a balistické vlastnosti. Ty jsou dány např. ráží, hmotností, dopadovou rychlostí a energií. [34, 36, 37]

Druhým faktorem jsou vlastnosti cíle, mezi které patří druh zasažené tkáně, celkový zdravotní stav (fyzický a psychický) zasaženého cíle, velikost a odolnost cíle z balistického hlediska. [34, 36, 37]

#### Složky ranivého účinku

Při kontaktu střely s živým cílem obvykle střely způsobují několik navzájem nezávislých účinků, které tvoří složky ranivého účinku. [34, 36, 37]

Účinky složek ranivého účinku:

- průbojný,
- tříštivý a trhavý,
- střepinový a účinek sekundárních střel. [34, 36, 37]

Průbojný účinek charakterizuje schopnost střely proniknout do hloubky v cíli. Velikost průbojného účinku je závislá na balistických a konstrukčních vlastnostech, jedná se např. o hmotnost střely, dopadovou rychlost nebo odpor prostředí. [34, 36, 37]

Tříštivý a trhavý účinek je vyšší formou průbojného účinku. Tříštivý účinek vzniká při kontaktu střely s kostí nebo jinými tvrdými částmi v těle. Trhavý účinek vznikne při zásahu měkkých tkání nebo orgánů. Největší vliv na tříštivý a trhavý účinek má dopadová

rychlost, dalšími faktory, které se podílejí na jejich vzniku, jsou odpor prostředí, pevnost a další vlastnosti střely. [34, 36, 37]

*Střepinový účinek s účinkem sekundárních střel*, vzniká při překročení meze dynamické pevnosti střely v důsledku působení odporu cíle. Tím dojde k deformaci, případně fragmentaci střely a vzniku střepin, což jsou sekundární střely. Střepinový účinek může vzniknout na povrchu nebo uvnitř cíle. Při vzniku na povrchu dojde u střely ke snížení průbojného účinku, což je nežádoucí. Pokud vznikne střepinový účinek uvnitř cíle, při kontaktu s pevnou částí (kostí), vytvoří se střepiny (sekundární střely), které dále pokračují ve zraňování cíle pomocí jednoho z výše popsáných účinků. [34, 36, 37]

### 3.3.3. Ranivý potenciál

Termín ranivý potenciál se používá v experimentální ranivé balistice. Slouží k vyjádření ranivé schopnosti nebo účinnosti střely. Ranivý potenciál střely je shodný s celkovou energií, jež střela předala do náhradního materiálu. [34, 36]

*„Ranivý účinek střely je mírou využití jejího ranivého potenciálu!“* [36]

Z výše popsáných poznatků bylo zjištěno, co je mechanismus střelného poranění a jaké jsou typy střelných poranění. Dále byl objasněn ranivý účinek, jeho faktory a složky. V závěru podkapitoly byl vysvětlen ranivý potenciál a rozdíl mezi ním a ranivým účinkem.

## 3.4. Náhradní materiály pro posuzování ranivého účinku a ranivého potenciálu

Obsahem této části je popis náhradních materiálů, které se používají pro posuzování ranivého účinku a potenciálu.

**Experimentální balistika**, je část balistiky, jejíž náplní je tvorba a vyhodnocování experimentů na náhradních materiálech, které budou popsány níže v kapitole. K tomu se nejčastěji využívá metoda nepřímé identifikace. [34, 36, 37]

Lidské tělo lze považovat z pohledu ranivé balistiky za heterogenní, tzn. je složeno z více různých částí. **Tkáně** mají průměrnou **hustotu 1,1 g/cm<sup>3</sup>**, průměrná **hustota kostí je 1,7 g/cm<sup>3</sup>**. Lidské tělo se také liší fyzikálními, biologickými a jiným vlastnostmi. Z tohoto důvodu jsou na náhradní materiály kladeny takové požadavky, aby se co nejvíce přiblížily složení (hustotě) lidského těla. Rovněž jsou kladeny požadavky na snadnou opakovatelnost a přesnost měření, vyhodnocení a především na konstrukční uspořádání.

To je důležité z hlediska rozměrů, hmotnosti a předpokládané hloubky průniku střely do náhradního materiálu. [34, 36, 37]

### 3.4.1. Náhradní materiály pro posuzování ranivého účinku

Možností, jak lze hodnotit ranivý účinek při experimentálním měření, je použit náhradní biologický materiál. Jeho aplikace je z etických a právních důvodů možná, ale má svá omezení. Při experimentálním měření a užití těchto náhradních biologických materiálů je nutné brát na vědomí pravděpodobnou odchylku, která je dána odlišnými vlastnosti těchto materiálů na rozdíl od lidského těla.

Mezi náhradní biologické materiály patří:

- zvířata,
- izolované orgány zvířat,
- lidské mrtvoly. [34, 36, 37]

**Zvířata** mají v experimentálním měření využití především z důvodu jejich velikosti, struktury tkání a vitálních orgánů (srdce, plíce, játra, ledviny a slinivka břišní). V praxi se používá skot, koně, kozy, ovce, psi nebo prasata. Nevhodnými zvířaty jsou myši, králíci a kočky z důvodu tělesných disproporcí. Využití živých zvířat je ošetřeno zákonem č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání. Tento zákon definuje jasná pravidla pro jejich použití při experimentálním měření. Na začátku každého měření je zvířeti aplikována celková anestezie. Skot a koně mají velké a silné svalové partie a je v nich dobře vidět vzniklý střelný kanál. Nevýhodou je silná kůže a finanční náročnost realizovaných experimentů. Kozy a ovce se využívají z důvodu největší podobnosti vlastností kůže, především jejich mechanických vlastností. Psi slouží nejen k samotnému experimentu, ale využívají se i při následném pooperačním zkoumání. Nejvíce používaným zvířetem k postřelování a následnému zkoumání ranivého účinku je prase. Důvodem je výhodná pořizovací cena a podobnost s tkání lidskou. [34, 36, 37]

**Izolované orgány zvířat** se musí nejprve vyjmout z humánně usmrcených zvířat, poté se uloží do chladicího boxu na dobu 24 hodin a teprve poté probíhá experimentální měření. Vyjmuté izolované vitální orgány zvířat se volně zavěsí a následuje jejich postřelování. U všech takto zkoumaných orgánů vznikne průstřel s rozdílným ranivým účinkem. [34, 36, 37]

**Lidská mrtvola** neboli **kadaver** se jeví z hlediska experimentálního zkoumání ranivého účinku jako nejlepší náhradní biologický materiál. Využití bylo typické na začátku 20. století. V dnešní době se používají spíše části lidských těl, které se konzervují z důvodu měnících se biologických a fyzikálních vlastností. [34, 36, 37]

### 3.4.2. Náhradní materiály pro posuzování ranivého potenciálu

V dnešní době se při experimentálním zkoumání převážně používají neživé náhradní materiály, které nahrazují živou tkáň. A to z důvodu ekonomického a etického.

Rozdělení náhradních materiálů:

- tuhé,
- plastické. [34, 36, 37]

**Tuhé náhradní materiály**, jež se využívají při experimentálních pokusech z důvodu snadného změření vzniklého střelného kanálu.

Mezi ně patří:

- dřevo,
- hlína. [34, 36, 37]

Dřevo je vhodné pro měření účinku střely v náhradním neživém materiálu. S tímto jako první přišel Wolfgang Weigel a použil jedlové dřevo, které bylo suché a neobsahovalo suky. [34, 36, 37]

Hlína, zejména jíl, se používá k experimentálnímu měření z obdobného důvodu jako dřevo. U hlíny je důležité znát přesné složení, obsah vody, zrnitost a hustotu.

**Plastické materiály** (pružně plastické materiály) mají nejpodobnější fyzikální a mechanické vlastnosti z neživých náhradních materiálů v porovnání s živou tkání. Na plastické náhradní materiály jsou kladeny různé požadavky, např. dlouhá životnost, nenáročná skladování, nízká finanční náročnost atd. [34, 36, 37]

Rozdělení náhradních plastických materiálů:

- plastelína,
- želatina,
- mýdlo,
- směs petrolátu a parafinu. [34, 36, 37]

Plastelína se nepoužívá často při realizovaných experimentálních měřeních ranivého potenciálu, a to z důvodu vyšší hustoty a výrazné plasticity. Mnohem častěji se používá u balistických zkoušek osobních ochranných prostředků. [34, 36, 37]



Obr. 26. Plastelína [36]

Želatina, jedná se o materiál vyroben ze zbytků (kůže, kosti a šlachy) hospodářských zvířat. Společnosti, zabývající se výrobou balistické želatiny, tají přesné složení. Fyzikální a mechanické vlastnosti želatiny závisí na koncentraci a teplotě. Nejčastěji se používá 10 nebo 20 % koncentrovaný roztok želatiny, který se tepelně stabilizuje 12 hodin před použitím. Experimentální měření se realizuje při teplotě 4; 10 nebo 15 °C. Typická velikost želatinových bloků (šířka × výška × délka) je 15 × 15 × 15 cm, 15 × 15 × 35 cm případně 25 × 25 × 50 cm. [34, 36, 37]



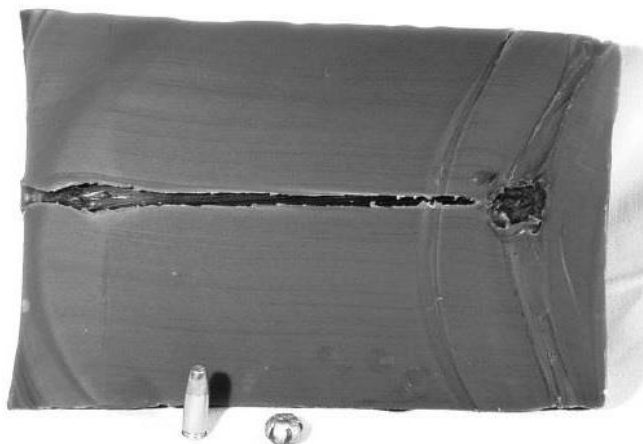
Obr. 27. Želatina [36]

Mýdlo, jedná se o náhradní materiál, který je hodně využíván zejména v zahraničí při experimentálních měření. Používají se zásadně glycerínová mýdla, jež jsou obvykle transparentní. Výhodou mýdla je dlouhá doba skladovatelnosti bez ztrát jeho fyzikálních vlastností a plasticita. [34, 36, 37]



Obr. 28. Mýdlo [36]

Směs petrolátu a parafínu se používá k výrobě bloků o rozměrech (délka × šířka × výška) 50 × 50 × 10 cm nebo 50 × 50 × 25 cm. Zastoupení látek ve směsi je v poměru 1:4, tj. 25 % parafínu a 75 % petrolátu. Má podobné vlastnosti jako mýdlo. Ovšem liší se v barvě a neprůhlednosti. [34, 36, 37]



Obr. 29. Směs petrolátu a parafínu [37]

U výše popsaných náhradních materiálů jsou důležité jejich fyzikální a mechanické vlastnosti, které jsou uvedeny v tabulce (Tab. 1). Mezi tyto vlastnosti patří teplota ( $t$ ), hustota ( $\rho$ ), stlačitelnost ( $\kappa$ ), dynamická ( $\eta$ ) a kinematičká ( $\nu$ ) viskozita a rychlost zvuku ( $c$ ). [34, 36]



Tab. 1. Fyzikální a mechanická vlastnosti náhradních materiálů [34, 36]

Látka	t	$\rho$	$\kappa$	$\eta$	$\nu$	c
	°C	[kg×m <sup>-3</sup> ]	[1 Pa <sup>-1</sup> ]	[Pa×s]	[m <sup>2</sup> ×s <sup>-1</sup> ]	[m×s <sup>-1</sup> ]
<b>Voda</b>	20	998	$4,6 \times 10^{-6}$	$1,0 \times 10^{-3}$	$1,0 \times 10^{-6}$	1483
<b>Glycerinové mýdlo</b>	20	1080	$3,4 \times 10^{-10}$	$\approx 5,0 \times 10^{-3}$ a)	$\approx 5,0 \times 10^{-6}$	1660
<b>Želatina 10 %</b>	4	1030	$4,2 \times 10^{-10}$	$\approx 40,0$ a)	$\approx 4,0 \times 10^{-2}$	1520
<b>Želatina 20 %</b>	20	1060	$3,8 \times 10^{-10}$	$\approx 1,0 \times 10^2$ a)	$\approx 1,0 \times 10^{-1}$	1567
<b>Směs petrolátu a parafínu</b>	20	910 – 940 <sup>b)</sup>	-	$\approx 10,4 \times 10^{-3}$	-	-
<b>Plastelína</b>	25	1710 <sup>b)</sup>	-	$\approx 13,9 \times 10^{-3}$	-	-
<b>Vzduch</b>	0	1,2	$7,4 \times 10^{-6}$	$1,7 \times 10^{-5}$	$1,3 \times 10^{-5}$	331

V této podkapitole byly popsány náhradní materiály, které se používají při experimentálním měření ranivého účinku nebo potenciálu. Lidské tělo je heterogenní, což znamená, že je složeno z více různých částí. Tyto části mají odlišné mechanické a fyzikální vlastnosti, které musí být u náhradních materiálů zachovány. Mezi náhradní materiály, využívající se pro posuzování ranivého účinku, patří zvířata, izolované orgány zvířat a lidské mrtvoly. Použití je z právního pohledu možné, ale není přijímáno ze společenského a etického hlediska. Pro posuzování ranivého potenciálu se používá převážně plastických náhradních materiálů, ale je možné aplikovat i tuhé materiály. Do skupiny plastických náhradních materiálů se řadí plastelína, želatina, mýdlo a směs petrolátu a parafínu. Tuhé náhradní materiály jsou dřevo a hlína (jíl).

a) „Hodnota látek zjištěná při teplotě 30 °C. Měření pod touto teplotou není možné, neboť dynamická viskozita ( $\eta$ ) s klesající teplotou silně vzrůstá.“ [34, 35]

b) „Hodnota stanovená experimentálně v laboratořích Vojenské akademie v Brně.“ [34, 35]

V poslední teoretické kapitole je popsána balistika, což je aplikovaná věda. Ke svému zkoumání využívá poznatků z různých oblastí. Byl popsán vývoj balistiky od počátku až do dnešní doby. Také bylo objasněno její dělení. Jednou z oblastí balistiky je ranivá balistika, zabývající se dopadem střely na živý cíl. Ta se zabývá i mechanismem střelného poranění, který lze zkoumat ze dvou hledisek, a to technického a lékařského. Z technického hlediska se zkoumají děje, které vznikají při dopadu střely na živý cíl. Lékařský pohled zahrnuje poznatky lékařů při hodnocení střelných poranění. Dále byly vysvětleny pojmy ranivý potenciál a ranivý účinek. U ranivého účinku byly popsány faktory a složky, které ho ovlivňují. Pro experimentální zjišťování ranivého potenciálu nebo ranivého účinku se používají náhradní materiály mající podobné vlastnosti jako lidské tělo. Biologické materiály používány pro posuzování ranivého účinku jsou zvířata, jejich izolované orgány nebo lidské mrtvoly. Pro posuzování ranivého potenciálu se používají tuhé nebo plastické náhradní materiály. U plastických je to především plastelína, želatina, mýdlo a směs petrolátu a parafínu. Tuhými náhradními materiály, na kterých se posuzuje ranivý potenciál, jsou dřevo a hlína (jíl).

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

## 4. POUŽITÉ PŘÍSTROJE A POMŮCKY, ZBRANĚ, STŘELIVO A MATERIÁLY

Čtvrtá kapitola se bude zabývat použitými přístroji, pomůckami a jejich specifikacemi. Dále budou definovány použité krátké zbraně kategorie D a střeliva do těchto vybraných zbraní. V poslední části budou popsány použité materiály pro experimentální měření.

### 4.1. Použité přístroje a pomůcky

Podkapitola se bude zabývat použitými přístroji, jako jsou elektronická hradla pro měření rychlosti střel Shooting Chrony Beta Master a posuvné digitální měřidlo Powerfix Z11155. Mezi pomůcky patří střelecká stolice Caldwell Matrix, svinovací metr Stanley Tylon a lepidlo Herkules. U jednotlivých přístrojů a pomůcek bude uveden krátký popis a parametry udávané výrobcem.

#### 4.1.1. Hradla Shooting Chrony Beta Master

Elektronická hradla od společnosti Shooting Chrony s modelem Beta Master měří rychlosti různých projektilů (**kulových, brokových, vzduchových, paintballových, airsoftových** a také **šípů**). Hradla se skládají z displeje, který je připojen pomocí 5m kabelu. Střelecká zóna se dá nastavit do dvou poloh. Napájeny jsou pomocí baterie na 9 V, jenž umožní nepřetržitý provoz až 48 hodin. Přísvit, který je nutné použít ve vnitřních podmínkách, je napájen z elektrické sítě. Hradla mají paměť na 60 záznamů (výstřelů) a zaznamenávají nejvyšší, nejnižší a průměrné rychlosti z jednotlivých měření. Také umožňují výpočet největšího rozdílu a standardní odchylky. Dále hradla disponují výstupem na tiskárnu a možností připojení k počítači. Za hlavní výhody těchto hradel lze považovat jednoduchost, spolehlivost, dílenské zpracování, poměr cena / výkon a přesnost měření. [38]

Tab. 2. Parametry hradla Shooting Chrony Beta Master [38]

Parametr	Popis
Měří rychlosti	projektilů, brokových shluků a šípů
Jednotka měření	m/s nebo fps
Rozsah měření	9 – 2100 m/s nebo 30 – 6890 fps
Zobrazení údajů	LCD displej
Rozměry (ve složeném stavu)	190 × 115 × 70 mm

Parametr	Popis
Rozměry střelné zóny	200 × 200 mm nebo 350 × 350 mm
Napájení	Baterie 9 V
Doba nepřetržitého provozu	48 h



Obr. 30. Hradla Shooting Chrony Beta Master [38]

#### 4.1.2. Digitální posuvné měřidlo Powerfix Z11155

K měření hloubky nástřelu, zástřelu a průstřelu v modelovací hmotě KOH-I-NOOR bude použito posuvné digitální měřidlo Powerfix Z11155. To umožňuje měřit v mm nebo palcích. Má ocelové tělo a výsledek měření se zobrazuje na LCD displeji. [39]

Tab. 3. Parametry digitálního posuvného měřidla Powerfix Z11155 [39]

Parametr	Popis
Jednotka měření	mm / palce
Měřicí rozsah	0 – 150 mm
Rozlišení	0,01 mm
Přesnost	0 – 100 ± 0,02 mm 100 – 150 ± 0,03 mm
Zobrazení údajů	LCD displej
Baterie	1,55V LR44
Rozměry	248 × 91 × 26 mm



Obr. 31. Digitální posuvné měřidlo Powerfix Z11155 [vlastní zdroj]

#### 4.1.3. Střelecká stolička Caldwell Matrix

Společnost Caldwell vyrábí střeleckou a nastřelovací stoličku Matrix. Je výškově nastavitelná, poskytuje pevnou podpěru při střelbě a je snadno rozebíratelná a přenosná. Je určena pro krátké i dlouhé zbraně (pro ty je nutné použít posuvný nástavec). [40]

Tab. 4. Parametry střelecké stoličky Caldwell Matrix [40]

Parametr	Popis
Typy zbraní	krátké i dlouhé
Rozměry	550 – 670 × 480 mm
Hmotnost	2200 g



Obr. 32. Střelecká stolička Caldwell Matrix [vlastní zdroj]

#### 4.1.4. Svinovací metr Stanley Tylon

Svinovací metr Stanley Tylon má délku 5 m a používá se pro měření definovaných vzdáleností mezi ústím zbraně a hradlem při měření rychlosti střel a také při měření vzdálenosti od ústí hlavně a náhradního materiálu. Tento svinovací metr se řadí do třídy přesnosti II, dle ČSN 20286-1 Soustava tolerancí a uložení ISO. Část 1: Základní ustanovení, úchytky a uložení (ISO 286-1:1988). Tělo svinovacího metru má pryžový plášť a na zadní straně je spona na přichycení k opasku. [41]



*Obr. 33. Svinovací metr Stanley Tylon [vlastní zdroj]*

#### 4.1.5. Lepidlo Herkules

Jedná se o univerzální lepidlo pro domácnost a domácí dílnu. Používá se k lepení papíru, dřeva, korku, kůže a dalších savých materiálů. Hmotnost balení je 500 g. [42]



*Obr. 34. Lepidlo Herkules [vlastní zdroj]*

V podkapitole byly definovány použité přístroje a pomůcky, které budou dále použity při provádění experimentálních měření.

## 4.2. Použité zbraně

V této podkapitole budou konkrétně popsány zbraně kategorie D, které byly vybrány výše. Jedná se o flobertový revolver Zoraki Streamer R1, expanzní pistoli Umarex Walther P22, airsoftovou pistoli Tokyo Mauri model CZ 75, paintballovou pistoli Tippmann TiPX a vzduchovou pistoli TEX 086. U každé z nich bude stručný popis, dále budou uvedeny parametry a ilustrační fotografie.

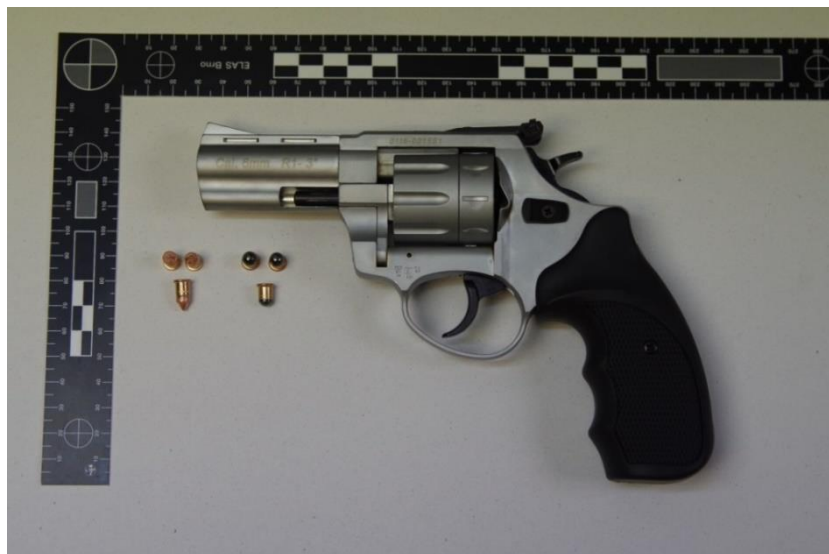
### 4.2.1. Flobertový revolver Zoraki Streamer R1

Tento flobertový revolver je určen k výcviku střelby, zábavě, ale i k sebeobraně. Má kvalitní celokovovou konstrukci a stavitelné hledí. Hlaveň obsahuje vývrt pro zlepšení dostřelu a přesnosti. Kapacita válce je 9 ran. Spoušťový mechanismus je SA / DA s plynulým a hladkým chodem spouště. [43]

*Tab. 5. Parametry flobertového revolveru Zoraki Streamer R1 [43]*

Parametr	Popis
<b>Typ</b>	revolver
<b>Ráže</b>	6 mm
<b>Barva</b>	stříbrná
<b>Kapacita válce</b>	9
<b>Spoušťový mechanismus</b>	SA / DA
<b>Rozměry</b>	208 × 143 mm
<b>Délka hlavně</b>	3 palce
<b>Hmotnost</b>	755 g





Obr. 35. Flobertový revolver Zoraki Streamer R1 [vlastní zdroj]

#### 4.2.2. Expanzní pistole Umarex Walther P22

Je to replika Waltheru P22, taktéž vyrobená v Německu. Konstrukce zbraně je kombinací kovu a polymeru. Povrchová úprava je stejná jako u „ostré“ zbraně. Díky tomu je zbraň lehká a odolná. Hodí se ke každodennímu skrytému nošení, což je vhodné pro sebeobranu. Na zbrani se nachází pojistka proti nechtěnému výstřelu. Spoušťový mechanismus je typu SA / DA. Kapacita zásobníku je 7 + 1 ran. [44]

Tab. 6. Parametry expanzní pistole Umarex Walther P22 [44]

Parametr	Popis
<b>Typ</b>	pistole
<b>Ráže</b>	9 mm
<b>Barva</b>	černá
<b>Kapacita zásobníku</b>	7 + 1
<b>Spoušťový mechanismus</b>	SA / DA
<b>Rozměry</b>	154 × 120 mm
<b>Hmotnost</b>	480 g



Obr. 36. Expanzní pistole Umarex Walther P22 [vlastní zdroj]

#### 4.2.3. Airsoftová pistole Tokyo Mauri model CZ 75

Jedná se o mechanickou airsoftovou pistoli, která je replikou české pistole CZ 75. Zbraň je vyrobena z černého matného kopolymeru (ABS). Tato airsoftová pistole obsahuje systém Hop-Up, naopak není vybavena systémem BlowBack. [45]

Tab. 7. Parametry airsoftové pistole Tokyo Mauri model CZ 75 [45]

Parametr	Popis
<b>Typ</b>	pistole
<b>Ráže</b>	6 mm
<b>Kapacita zásobníku</b>	25 střel
<b>Doporučená hmotnost střel</b>	0,20; 0,23; 0,25 g
<b>Hop-Up</b>	ano
<b>BlowBack</b>	ne
<b>Úst'ová rychlost udaná výrobcem</b>	66 m/s
<b>Přibližný dostřel</b>	33 m
<b>Rozměry</b>	206 × 135 mm
<b>Hmotnost zbraně</b>	400 g



Obr. 37. Airsoftová pistole Tokyo Mauri model CZ 75 [vlastní zdroj]

#### 4.2.4. Paintballová pistole Tippmann TiPX

Tippmann TiPX je spolehlivá paintballová pistole určená pro rekreační a military hráče. Má kompaktní vzhled, je jednoduchá na údržbu a nabízí různé možnosti úprav dle potřeb hráče. K pohonu pistole se používá jednorázová 12g CO<sub>2</sub> bombička, která je umístěna pod hlavní. CO<sub>2</sub> bombička je rychle vyměnitelná. Stačí oddělat krytku, která ji chrání, pootočit o čtvrt otáčky a vyjmout ji. Pak vložit novou CO<sub>2</sub> bombičku a pootočit s ní opět o čtvrt otáčky. K propíchnutí CO<sub>2</sub> bombičky dojde až při prvním zmáčknutí spouště. Zásobník má kapacitu na 7 střel. V rukojeti pistole jsou tři indikátory, které informují o stavu střel v zásobníku. [46]

Tab. 8. Parametry paintballové pistole Tippmann TiPX [46]

Parametr	Popis
Typ	pistole
Ráže	.68
Barva	černá
Výdrž 12 g CO <sub>2</sub> bombičky	30 výstřelů
Efektivní dostřel	> 46 metrů
Pracovní tlak	24 bar
Kapacita zásobníku	7 střel
Rozměry	274 × 178 mm

Parametr	Popis
<b>Hmotnost</b>	821 g
<b>Hmotnost s bombičkou</b>	884 g



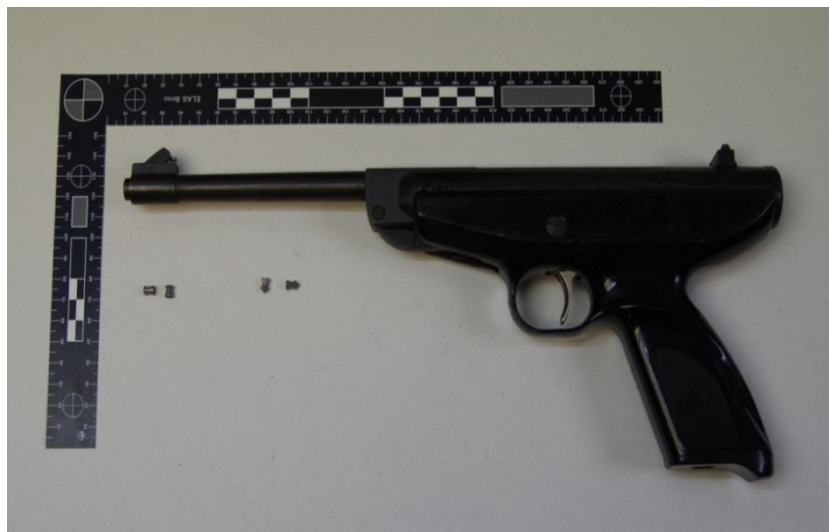
*Obr. 38. Paintballová pistole Tippmann TiPX [vlastní zdroj]*

#### 4.2.5. Vzduchová pistole TEX 086

Jedná se pístovou vzduchovou pistoli československé výroby, u které byla ukončena výroba v 80. letech minulého století. Vzduchová pistole se vyznačovala vysokou spolehlivostí a nenáročnou údržbou. Mezi originální příslušenství patřila odnímatelná drátěná pažba. V současnosti se vzduchová pistole nachází u sběratelů zbraní nebo ji lze zakoupit např. na aukcích. [47]

*Tab. 9. Parametry vzduchové pistole TEX 086 [47]*

Parametr	Popis
<b>Typ</b>	pistole
<b>Ráže</b>	4,5 mm
<b>Barva</b>	černá
<b>Počet ran</b>	1
<b>Rozměry</b>	346 × 153 mm
<b>Hmotnost</b>	1220 g



*Obr. 39. Vzduchová pistole TEX 086 [vlastní zdroj]*

Byly vybrány jednotlivé zbraně kategorie D, se kterými bude provedeno experimentální měření. U každé zbraně byl uveden jejich krátký popis a parametry udávané výrobcem.

### **4.3. Použité střelivo**

Obsahem části kapitoly je popis střeliva používajícího se do vybraných zbraní. Jde o náboje typu Flobert do flobertového revolveru, nábojky do expanzní pistole, diabolky do vzduchové pistole, sférické střely do airsoftové a paintballové pistole. U zvoleného střeliva je stručný popis a ilustrační fotografie.

#### **4.3.1. Náboje typu Flobert**

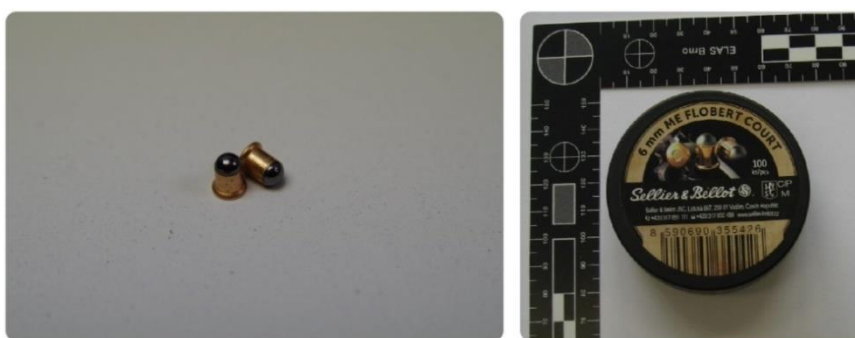
Z dostupných nábojů s okrajovým zápalem, které jsou běžně k sehnání na českém trhu, byly vybrány následující dva druhy od české společnosti Sellier & Bellot - 6 mm ME Flobert Court a .22 Flobert CB.

##### **6 mm ME Flobert Court**

Náboj typu Flobert 6 mm ME Flobert Court je střelivo, které má okrajový zápal a je určeno do střelných zbraní typu Flobert v ráži 6 mm. Tento náboj má střelu ve tvaru kuličky.

Tab. 10. Parametry náboje typu Flobert 6 mm ME Flobert Court [48]

Parametr	Popis
<b>Ráže</b>	6 mm Flobert
<b>Hmotnost střely</b>	1,05 g
<b>Materiál střely</b>	Olovo
<b>Rychlost <math>v_5</math></b>	250 m/s
<b>Energie <math>v_5</math></b>	33 J
<b>Balení</b>	100 ks



Obr. 40. Náboj typu Flobert 6 mm ME Flobert Court [vlastní zdroj]

## .22 Flobert CB

Náboj typu Flobert .22 Flobert CB je střelivo určené do střelných zbraní typu Flobert v ráži 6 mm a má okrajový zápal. Tento náboj má střelu ve tvaru špičky.

Tab. 11. Parametry náboje typu Flobert .22 Flobert CB [49]

Parametr	Popis
<b>Ráže</b>	.22 Flobert
<b>Hmotnost střely</b>	1,15 g
<b>Materiál střely</b>	Poměděné olovo
<b>Rychlost <math>v_5</math></b>	260 m/s
<b>Energie <math>v_5</math></b>	39 J
<b>Balení</b>	100 ks



Obr. 41. Náboj typu Flobert .22 Flobert CB [vlastní zdroj]

#### 4.3.2. Nábojky

Z vyráběných a uvedených nábojek, které jsou obecně popsány výše, byly vybrány tři druhy. A to akustická nábojka Super Flash, akustická nábojka a jako třetí druh pepřová nábojka.

##### Akustická nábojka Super Flash

Akustická nábojka Super Flash, jinak označována také jako akustická se světelným efektem, vytváří při výstřelu ohnivou kouli, která dosahuje vzdálenosti až 1 m od ústí hlavně expanzní zbraně. Tuto nábojku vyrábí společnost Geco. [50]

Tab. 12. Parametry akustické nábojky Super Flash [50]

Parametr	Popis
<b>Ráže</b>	9 mm P.A.
<b>Balení</b>	25 ks



Obr. 42. Akustická nábojka Super Flash [vlastní zdroj]



### Akustická nábojka

Akustická nábojka neobsahuje žádnou dráždivou nebo paralyzující náplň. Při výstřelu dojde pouze ke zvukovému efektu. Nábojku vyrábí německá společnost Umarex. [51]

Tab. 13. Parametry akustické nábojky [51]

Parametr	Popis
Ráže	9 mm P.A.
Balení	25 ks



Obr. 43. Akustická nábojka [vlastní zdroj]

### Pepřová nábojka

Pepřová nábojka, také označovaná jako PV, jejímž obsahem je kromě výmetné náplně i technický pepř v množství 120 mg. Tato nábojka pochází od stejné společnosti jako předchozí nábojka. [52]

Tab. 14. Parametry PV nábojky [52]

Parametr	Popis
Ráže	9 mm P.A.
Balení	10 ks



Obr. 44. PV nábojka [vlastní zdroj]



### 4.3.3. Sférické střely

Na trhu existuje velké množství druhů sférických střel do různých střelných zbraní. Jedná se zejména o sférické střely do airsoftových a paintballových zbraní. Tyto střely budou rozděleny na plastovou sférickou střelu 6 mm a paintballovou střelu Titanium Premium Plus.

#### Plastová sférická střela 6 mm

Tyto plastové sférické střely jsou určeny pro střelbu z airsoftových zbraní. Výrobce střel je švédská společnost Combat Zone. Ta se zabývá nejen výrobou airsoftových střel, ale i airsoftových zbraní. [53]

Tab. 15. Parametry plastové sférické střely 6 mm [53]

Parametr	Popis
<b>Ráže</b>	6 mm
<b>Hmotnost</b>	0,20 g
<b>Barva</b>	bílá
<b>Balení</b>	2000 ks



Obr. 45. Plastová sférická střela 6 mm [vlastní zdroj]

#### Paintballová střela Titanium Premium Plus

Paintballové střely od společnosti PBS jsou vyrobeny pro náročné hráče. Při střelbě jsou velmi dobře vidět a zasaženého protihráče označí jasnou a výraznou barvou. [54]

Tab. 16. Parametry paintballové střely Titanium Premium Plus [54]

Parametr	Popis
<b>Ráže</b>	.68
<b>Hmotnost</b>	3,2 g
<b>Balení</b>	500 ks



Obr. 46. Paintballová střela Titanium Premium Plus [vlastní zdroj]

#### 4.3.4. Diabolky

Český trh nabízí velkou škálu diabolek od mnoha domácích, ale i zahraničních výrobců. Ty se liší nejen tvarem, typem, ale i ráží. Dále budou popsány diabolky PRO MATCH a Cobra.

##### PRO MATCH

Diabolka PRO MATCH je olověná střela s plochou hlavou, kterou vyrábí španělská společnost Gamo.

Tab. 17. Parametry diabolky PRO MATCH [vlastní zdroj]

Parametr	Popis
<b>Ráže</b>	4,5 mm Diabolo
<b>Hmotnost</b>	0,56 g
<b>Balení</b>	250 kusů



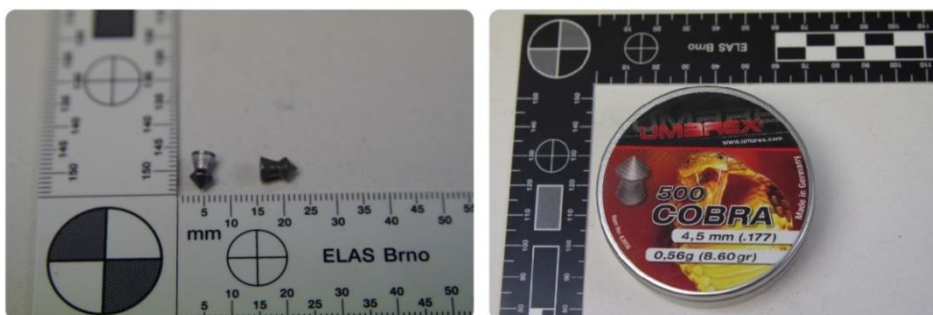
Obr. 47. Diabolka PRO MATCH [vlastní zdroj]

### Cobra

Diabolka Cobra má hlavu ve tvaru šipky a je vyrobena z olova a je vyráběna německou společností Umarex.

Tab. 18. Parametry diabolky Cobra [vlastní zdroj]

Parametr	Popis
Ráže	4,5 mm Diabolo
Hmotnost	0,56 g
Balení	250 kusů



Obr. 48. Diabolka Cobra [vlastní zdroj]

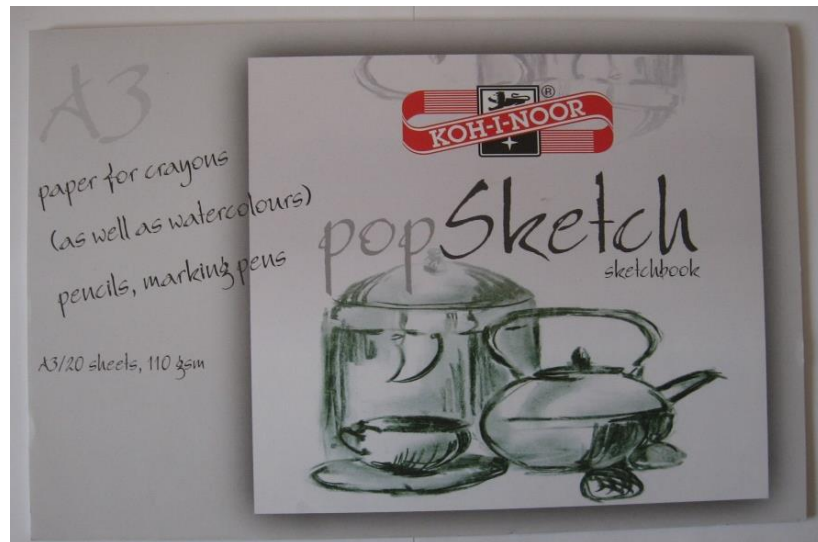
V této části bylo popsáno střelivo používané do výše zmíněných střelných zbraní. U vybraného druhu střeliva bylo uvedeno více typů do jedné střelné zbraně pro jejich vzájemné porovnání.

### 4.4. Použité materiály

Zde budou popsány použité materiály, které budou uvedeny v následující části práce. Jedná se o papír formátu A3, pistolový terč, náhradní materiál a měkkou tkáň.

#### 4.4.1. Papír KOH-I-NOOR Pop Sketch

Papír KOH-I-NOOR Pop Sketch má formát **A3** a je prodáván v bloku po 20 listech. Rozměry toho formátu jsou **297 × 420 mm** [55], což odpovídá průměrným rozměrům trupu dospělého muže. Plošná hmotnost neboli gramáž papíru je **110 g/m<sup>2</sup>**. [56]



Obr. 49. Papír KOH-I-NOOR Pop Sketch [vlastní zdroj]

#### 4.4.2. Terč standard 25 m

Jedná se o zúžený standardní pistolový terč 50/20. Plošná hmotnost tohoto terče je **120 g/m<sup>2</sup>**. Rozměry terče jsou 480 × 650 mm. Jde o nejrozšířenější rozměry terčů. [57]



Obr. 50. Pistolový terč [57]

#### 4.4.3. Náhradní materiál

Jako náhradní materiál byla zvolena **modelovací hmota KOH-I-NOOR 131501**, též označovaná jako plastelína. Vyrábí se v deseti barevných variantách např. žluté, bílé, modré, atd. Má celou řadu možných uplatnění např. pro kutily, děti ve škole nebo umělce. [58]

U modelovací hmoty bylo provedeno měření hustoty a tvrdosti. Protokol o měření hustoty je uveden v příloze **P I: Měření hustoty modelovací hmoty KOH-I-NOOR**. Naměřená hustota se téměř shoduje s hustotou, kterou poskytla společnost KOH-I-NOOR. Dále byla změřena tvrdost modelovací hmoty a protokol z měření se nachází v příloze **P II: Měření tvrdosti modelovací hmoty KOH-I-NOOR**.

Tab. 19. Parametry modelovací hmoty KOH-I-NOOR [58]

Parametry	Popis
Hustota - výrobce	1,96 g/cm <sup>3</sup>
Hustota - naměřená	1,99 ± 0,01 g/cm <sup>3</sup>
Tvrdost	69,6 ± 2,1 dle tvrdosti Shore 00
Hmotnost	1000 g
Rozměry	140 × 85 × 48 mm

Jak lze vidět na obrázku (Obr. 51), tak jeden blok modelovací hmoty je rozdělený na 4 vrstvy, šířka jedné vrstvy je 12 mm.



Obr. 51. Modelovací hmota KOH-I-NOOR [vlastní zdroj]

#### 4.4.4. Měkká tkáň

Jako měkká tkáň bylo zvoleno **vepřové maso s kůží**, které má podobné vlastnosti jako lidská tkáň. Rozměry vzorku jsou **40 × 20 cm**, ve vzorku se nenacházejí kosti.



*Obr. 52. Měkká tkáň – vepřové maso s kůží [vlastní zdroj]*

Tato část se věnovala popisu použitých materiálů, které budou využity v následující kapitole. Bylo zjištěno, že rozměry formátu A3 odpovídají rozměrům trupu průměrného muže. Jako náhradní materiál byla zvolena modelovací hmota KOH-I-NOOR u které bylo provedeno kontrolní měření hustoty za účelem jejího ověření. Také byla změřena tvrdost. Použití vepřové měkké tkáně je z důvodu podobných vlastností s lidskou měkkou tkání.

Náplní čtvrté kapitoly bylo popsání nejen používaných přístrojů a pomůcek, ale i dalších nezbytných věcí. Především se jedná o vybrané střelné zbraně kategorie D a jejich vhodné střelivo. Jednotlivé střelné zbraně byly popsány z hlediska využitelnosti a parametrů. Ke každé střelné zbraně byl vybrán a popsán jeden či více druhů používaného střeliva při experimentálním měření. Materiály, na kterých bude provedeno experimentální měření, byly vybrány na závěr kapitoly. Každý použitý materiál měl své nezastupitelné místo.

## 5. EXPERIMENTÁLNÍ MĚŘENÍ NA NÁHRADNÍM MATERIÁLU

Pátá kapitola bude popisovat jednotlivé části experimentálních měření. První část měření bude zaměřena na měření rychlosti střel u vybraných zbraní kategorie D, mimo expanzní pistole. Dále bude u těchto zbraní změřen orientační rozptyl na definované vzdálenosti **od 5 do 25 m**. Třetí část bude poukazovat na měření ranivého potenciálu na náhradním materiálu, což je modelovací hmota KOH-I-NOOR. Dále budou změřeny povýstřelové zplodiny u expanzní pistole Umarex Walther P22 a poslední měření bude orientováno na ranivý účinek měkké tkáně a ranivý potenciál náhradního materiálu.

Celé experimentální měření bylo realizováno na střelnici Trigger Service, s.r.o. v Brně. K realizaci byly využity krátké střelné zbraně kategorie D a střelivo, jež byly popsány v předchozí kapitole. Teplota při měření byla 16,8 °C.



Obr. 53. Trigger Service, s.r.o. [vlastní zdroj]

### 5.1. Měření rychlostí střel

První realizované měření se zabývalo měřením rychlosti střel. K tomu bylo potřeba vybudovat pracoviště. To lze vidět na obrázku (Obr. 54). K samotné realizaci sloužily dva stolky. Na prvním stolku byla umístěna střelecká stolička pro přesnější a pohodlnější střelbu, na ní byla položena měřená zbraň a zamířena, tak aby prošla skrz hradla a do cílového prostoru. Na druhém stolku byla umístěna **elektronická hradla Shooting Chrony Beta Master** pro měření rychlostí střel. Pro shodné výsledky měření byla naměřena konstantní vzdálenost **1 m od ústí hlavně** každé testované zbraně. Měření proběhlo **10×** a výsledky byly zaznamenány v jednotlivých tabulkách u každé zbraně.





Obr. 54. Pracoviště pro měření rychlostí střel [vlastní zdroj]

### 5.1.1. Flobertový revolver Zoraki Streamer R1

První měřenou palnou zbraní byl flobertový revolver Zoraki Streamer R1. Byly použity náboje typu Flobert **6 mm ME Flobert Court** od výrobce Sellier & Bellot. Z naměřených hodnot z tabulky (Tab. 20) je patrné, že průměrná rychlost střel je **106,4 ± 9,4 m/s**.

Tab. 20. Rychlost střel z nábojů typu Flobert 6 mm ME Flobert Court [vlastní zdroj]

Měření č.	Rychlost [m/s]
1	112,3
2	100,7
3	97,5
4	97,5
5	104,7
6	107,6
7	121,3
8	118,5
9	93,1
10	110,5
<b>Průměr</b>	106,4
<b>Směrodatná odchylka</b>	9,4
<b>Relativní chyba měření [%]</b>	8,8



U stejné zbraně, tedy flobertového revolveru Zoraki Streamer R1, se měřily i rychlosti střel z nábojů typu Flobert **.22 Flobert CB** českého výrobce Sellier & Bellot. Z naměřených hodnot v tabulce (Tab. 21) vyplývá, že průměrná rychlost střel je **134,2 ± 15,5 m/s**.

Tab. 21. Rychlost střel z nábojů typu Flobert .22 Flobert CB [vlastní zdroj]

Měření č.	Rychlost [m/s]
1	114,6
2	109,1
3	114,8
4	154,0
5	139,5
6	147,0
7	143,0
8	140,4
9	139,0
10	140,8
<b>Průměr</b>	134,2
<b>Směrodatná odchylka</b>	15,5
<b>Relativní chyba měření [%]</b>	11,5

### 5.1.2. Airsoftová pistole Tokyo Mauri model CZ 75

Druhou zbraní, u které byla měřena rychlost střel, je mechanická airsoftová pistole Tokyo Mauri model CZ 75. Do ní byly nabity **plastové sférické střely 6 mm** od společnosti Combat Zone. Jednotlivé rychlosti jsou uvedeny v tabulce (Tab. 22), výsledná průměrná rychlost sférických střel je **53,7 ± 0,4 m/s**.

Tab. 22. Rychlost plastových sférických střel 6 mm [vlastní zdroj]

Měření č.	Rychlost [m/s]
1	53,8
2	54,1
3	54,0
4	53,9
5	54,2
6	53,2

Měření č.	Rychlost [m/s]
7	53,1
8	53,5
9	53,6
10	53,7
<b>Průměr</b>	53,7
<b>Směrodatná odchylka</b>	0,4
<b>Relativní chyba měření [%]</b>	0,7

### 5.1.3. Paintballová pistole Tippmann TiPX

Další zbraní, u níž byla měřena rychlost střel, je paintballová pistole Tippmann TiPX. Paintballové střely **Titanium Premium Plus** vyrábí společnost PBS. Z naměřených hodnot, které jsou v tabulce (Tab. 23), vychází průměrná rychlost střel **76,6 ± 2,7 m/s**.

Tab. 23. Rychlost paintballových střel Titanium Premium Plus [vlastní zdroj]

Měření č.	Rychlost [m/s]
1	78,6
2	75,2
3	77,0
4	73,5
5	72,2
6	74,6
7	77,7
8	77,3
9	79,8
10	80,3
<b>Průměr</b>	76,6
<b>Směrodatná odchylka</b>	2,7
<b>Relativní chyba měření [%]</b>	3,5

#### 5.1.4. Vzduchová pistole TEX 086

U vzduchové pistole TEX 086 byla měřena rychlost dvou druhů diabolek v ráži 4,5 mm. Prvním typem jsou diabolky **PRO MATCH** od španělského výrobce Gamo. Naměřené hodnoty jsou uvedeny v tabulce (Tab. 24). Průměrná rychlost diabolek je **93,0 ± 4,5 m/s**.

Tab. 24. Rychlost diabolek PRO MATCH [vlastní zdroj]

Měření č.	Rychlost [m/s]
1	91,6
2	97,7
3	97,6
4	89,5
5	93,5
6	90,9
7	99,9
8	95,4
9	86,5
10	87,8
<b>Průměr</b>	93,0
<b>Směrodatná odchylka</b>	4,5
<b>Relativní chyba měření [%]</b>	4,9

Následujícím typem diabolek, u kterých byla měřena rychlost, jsou diabolky **Cobra** od německého výrobce Umarex. Z naměřených hodnot v tabulce (Tab. 25) je patrné, že průměrná rychlost diabolek je **91,0 ± 3,5 m/s**.

Tab. 25. Rychlost diabolek Umarex Cobra [vlastní zdroj]

Měření č.	Rychlost [m/s]
1	90,1
2	88,1
3	91,9
4	88,1
5	85,5
6	92,7
7	94,3

Měření č.	Rychlost [m/s]
<b>8</b>	94,1
<b>9</b>	96,7
<b>10</b>	88,9
<b>Průměr</b>	91,0
<b>Směrodatná odchylka</b>	3,5
<b>Relativní chyba měření [%]</b>	4,9

V této podkapitole bylo popsáno první experimentální měření, jež mělo za úkol zjistit rychlost střel vybraných střelných zbraní kategorie D. U všech těchto zbraní bylo použito jednoho až dvou druhů střeliva. Dále byla vyhodnocena jejich průměrná rychlost z deseti výstřelů a jejich rozmezí, ve kterém se jednotlivé rychlosti střel pohybují.

## 5.2. Měření orientačního rozptylu

Další provedené měření mělo zjistit orientační rozptyl (dále jen rozptyl) vybraných střelných zbraní kategorie D na definované vzdálenosti tj. **5, 10, 15, 20 a 25 m**. K měření rozptylu byl použit standartní pistolový terč, který je popsán v bodě 4.4.2. Terč standart 25 m. Ten byl zavěšen na držáku a posouval se na definované vzdálenosti pomocí pojezdového zařízení. Ze všech vybraných střelných zbraní bylo vystřeleno **3×**. Z každé střelné zbraně bude uveden **střední bod zásahu**, ze kterého je určen **rozptyl**. Na obrázku (Obr. 55) je vidět pracoviště při měření rozptylu.



Obr. 55. Pracoviště pro měření rozptylu [vlastní zdroj]

Každý terč byl rozdělen do kvadrantů (první až čtvrtý), podle kterého se snadno určí rozptyl zbraně a také umístění středního bodu zásahu. První kvadrant je umístěn v horní pravé čtvrtině terče. Následující kvadranty jsou umístěny proti směru hodinových ručiček.

### 5.2.1. Flobertový revolver Zoraki Streamer R1

První zbraní, u které byla měřena přesnost, je flobertový revolver. Na vzdálenost **5 m** je střední bod zásahu v prvním kvadrantu. Vzdálenost od středu terče činí 3,2 cm v horizontálním směru a 3,9 cm ve vertikálním směru. Rozptyl na tuto vzdálenost je 4,7 cm. Při střelbě na **10 m** je střední bod zásahu také v prvním kvadrantu. Jeho vzdálenost od středu terče je 0,5 cm v horizontálním směru a 8,4 cm ve vertikálním směru. Rozptyl činí 8,9 cm. U střelby na **15 m** je střední bod zásahu v prvním kvadrantu. Od středu terče je vzdálen 9,2 cm v horizontálním směru a 17,3 cm ve vertikálním směru. Rozptyl této zbraně na tuto vzdálenost se rovná 4,9 cm. Při střelbě na **20 m** se nachází střední bod zásahu v prvním kvadrantu. Od středu terče je vzdálen 3,5 cm v horizontálním směru a 20,4 cm ve vertikálním směru. Rozptyl na tuto vzdálenost je 9,1 cm. Pro střelbu na vzdálenost **25 m** nelze určit střední bod zásahu a ani rozptyl z důvodu pouze jednoho průstřelu terče.



Obr. 56. Rozptyl flobertového revolveru Zoraki Streamer R1 [vlastní zdroj]

### 5.2.2. Airsoftová pistole Tokyo Mauri model CZ 75

Další zbraní, u níž se měřila přesnost, je airsoftová pistole. U střelby na **5 m** je střední bod zásahu ve druhém kvadrantu, který je vzdálen od středu terče 1,6 cm v horizontálním směru a 2,5 cm ve vertikálním směru. Rozptyl je 1,1 cm. Při střelbě na **10 m** je střední bod zásahu také ve druhém kvadrantu a je vzdálen od středu terče 1,5 cm v horizontálním směru a 0,3 cm ve vertikálním směru. Rozptyl činí 2,3 cm. Na vzdálenost **15 m** je střední bod zásahu ve druhém kvadrantu ve vzdálenosti 4,2 cm v horizontálním směru a 1,2 cm ve vertikálním směru od středu terče. Rozptyl na tuto vzdálenost je 7,7 cm. Při **20 m** vzdálenosti je střední bod zásahu ve čtvrtém kvadrantu vzdálen od středu terče vlevo 7,2 cm v horizontálním směru a 1,7 cm ve vertikálním směru. Rozptyl je 11,4 cm. U střelby na **25 m** se nachází střední bod zásahu ve druhém kvadrantu vzdálen od středu terče 2,2 cm v horizontálním směru a 1,5 cm ve vertikálním směru. Rozptyl činí 14,7 cm.



Obr. 57. Rozptyl airsoftové pistole Tokyo Mauri model CZ 75 [vlastní zdroj]

### 5.2.3. Paintballová pistole Tippmann TiPX

Následující zbraň, u které se měřil rozptyl, byla paintballová pistole. Při střelbě na vzdálenost **5 m** je střední bod zásahu ve druhém kvadrantu a je vzdálen od středu terče o 2,3 cm v horizontálním směru a 4,4 cm ve vertikálním směru. Rozptyl je 3,4 cm. U střelby na **10 m** je střední bod zásahu ve druhém kvadrantu. Vzdálenost od středu terče

činí 8,9 cm v horizontálním směru a 6,5 cm ve vertikálním směru. Rozptyl zbraně je 4,1 cm. Při **15 m** vzdálenosti střelby je střední bod zásahu ve třetím kvadrantu. Vzdálenost od středu terče je 1,9 cm v horizontálním směru a 0,2 cm ve vertikálním směru. Rozptyl činí 4,5 cm. U střelby na **20 m** je střední bod zásahu ve čtvrtém kvadrantu, jeho vzdálenost od středu terče 6,3 cm v horizontálním směru a 4,0 cm ve vertikálním směru. Rozptyl je 10,1 cm. Na vzdálenost **25 m** je střední bod zásahu také ve čtvrtém kvadrantu, od středu terče je vzdálen 1,0 cm v horizontálním směru a 10,7 cm ve vertikálním směru. Rozptyl je 12,2 cm.

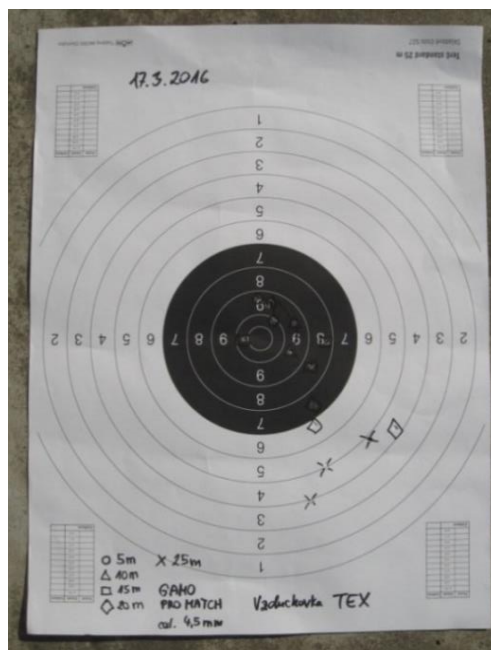


Obr. 58. Rozptyl paintballové pistole Tippmann TiPX [vlastní zdroj]

#### 5.2.4. Vzduchová pistole TEX 086

Na závěr bylo provedeno měření rozptylu vzduchové pistole. U střelby na **5 m** je střední bod zásahu v prvním kvadrantu. Od středu terče je vzdálený 0,4 cm v horizontálním směru a 3,2 cm ve vertikálním směru. Rozptyl je 1,8 cm. U střelby na vzdálenost **10 m** leží střední bod v prvním kvadrantu a je vzdálený od středu terče 2,6 cm v horizontálním směru a 1,4 cm ve vertikálním směru. Rozptyl je 2,7 cm. Při střelbě na **15 m** se nachází střední bod zásahu ve čtvrtém kvadrantu. Vzdálenost od středu terče je 3,2 cm v horizontálním směru a 1,4 cm ve vertikálním směru. Rozptyl činí 5,3 cm. Na vzdálenost **20 m** je střední bod zásahu ve čtvrtém kvadrantu, jeho vzdálenost od středu terče je 9,8 cm

v horizontálním směru a 9,5 cm ve vertikálním směru. Rozptyl činí 5,5 cm. Na vzdálenost střelby **25 m** je střední bod zásahu ve čtvrtém kvadrantu, vzdálen od středu terče 7,4 cm v horizontálním směru a 14,1 cm ve vertikálním směru. Rozptyl je 4,2 cm.



*Obr. 59. Rozptyl vzduchové pistole  
TEX 086 [vlastní zdroj]*

Tato podkapitola popisuje druhé měření, které mělo za účel zjistit rozptyl vybraných střelných zbraní kategorie D. Na terč bylo vystřeleno 3× a ze zásahů byl vyhodnocen střední bod zásahu a rozptyl. Na základě měření bylo zjištěno, že nejmenší rozptyl zkoumaných střelných zbraní na krátkou vzdálenost, tj. 5 m, má mechanická airsoftová pistole. Při vzdálenosti 10 m je nejmenší rozptyl opět u mechanické airsoftové pistole. Na střední vzdálenost, tj. 15 m, má nejmenší rozptyl paintballová pistole. U nejdelších vzdáleností, odpovídajících 20 m a 25 m, má nejmenší rozptyl vzduchová pistole.

### **5.3. Měření ranivého potenciálu na náhradním materiálu**

Třetí experimentální měření mělo za cíl zjistit ranivý potenciál na náhradním materiálu, což je modelovací hmota KOH-I-NOOR. Před samotnou realizací bylo nejprve vytvořeno pracoviště, které je vidět na obrázku (Obr. 60). Bylo použito dvou stolů, kde na prvním byla volně položená modelovací hmota a na druhém stole se nacházela střelecká stolice s vybranou zbraní. Experimentální měření bylo realizováno na pět vzdáleností a to **kontaktní; 0,25; 0,5; 1 a 2 m**. Z každé zbraně bylo **vystřeleno 3×** stejným střelivem. K vyhodnocení bylo použito digitální posuvné měřidlo Powerfix Z11155.





Obr. 60. Pracoviště při měření ranivého potenciálu [vlastní zdroj]

### 5.3.1. Flobertový revolver Zoraki Streamer R1

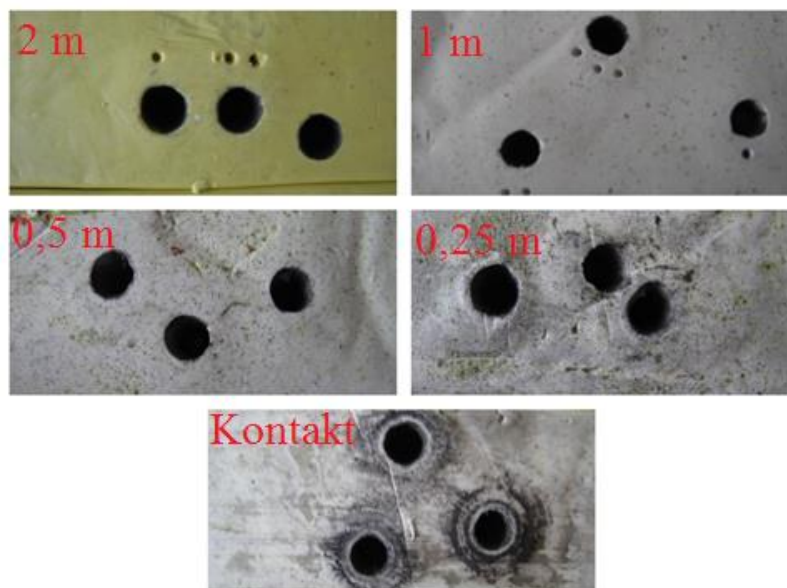
Měření ranivého potenciálu bylo měřeno s flobertovým revolverem a dvěma různými náboji typu Flobert, kterými byly 6 ME Flobert Court a .22 Flobert CB.

V tabulce (Tab. 26) jsou výsledky z prvního měření ranivého potenciálu, kde byl použit flobertový revolver a náboj typu Flobert 6 ME Flobert Court. **Největší zástřel** vznikl při střelbě na vzdálenost 2 m a jeho průměrná hloubka je  $26,7 \pm 7,3$  mm. To znamená, že střely pronikly v průměru dvěma vrstvami náhradního materiálu. Naopak **nejmenší hloubka zástřelu** vznikla při střelbě na vzdálenost, kde ústí hlavně od náhradního materiálu bylo vzdálené 0,5 m. Velikost průměrného zástřelu na tuto vzdálenost je  $8,3 \pm 1,2$  mm a střely zůstaly v první vrstvě náhradního materiálu.

Tab. 26. Ranivý potenciál nábojů typu Flobert 6 ME Flobert Court [vlastní zdroj]

Měření č.	Kontaktní vzdálenost	Vzdálenost 0,25 m	Vzdálenost 0,5 m	Vzdálenost 1 m	Vzdálenost 2 m
1	9,4 mm	14,2 mm	9,0 mm	9,2 mm	23,4 mm
2	7,5 mm	10,5 mm	6,6 mm	8,9 mm	36,9 mm
3	11,4 mm	13,8 mm	9,3 mm	9,4 mm	19,9 mm
<b>Průměr</b>	9,4 mm	12,8 mm	8,3 mm	9,2 mm	26,7 mm
<b>Směr. odch.</b>	1,6 mm	1,7 mm	1,2 mm	0,2 mm	7,3 mm
<b>Rel. chyba měř.</b>	16,9 %	12,9 %	14,6 %	2,2 %	27,4 %

Na obrázku (Obr. 61) jsou zachyceny zástřely z jednotlivých vzdáleností.



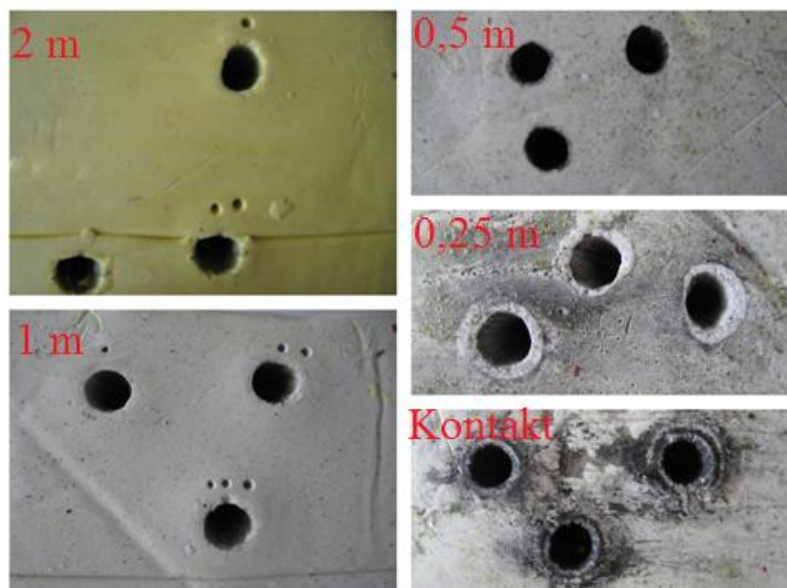
Obr. 61. Vzniklé zástřely v náhradním materiálu – nábojů typu Flobert 6 mm ME Flobert Court [vlastní zdroj]

Stejně měření bylo realizováno i s druhým nábojem typu Flobert .22 Flobert CB, výsledky jsou uvedeny v tabulce (Tab. 27). Tak jako u předchozího druhu střeliva, je **největší** průměrný **zástřel  $42,9 \pm 4,8$  mm** na vzdálenost 2 m a střely dokázaly proniknout až do čtvrté vrstvy náhradního materiálu. Při měření číslo 3 došlo dokonce k průstřelu náhradního materiálu. **Nejmenší** průměrná hodnota zástřelu je  **$9,4 \pm 1,2$  mm** a opět při vzdálenosti 0,5 m střely zůstaly v první vrstvě náhradního materiálu. U zbývajících vzdáleností se průměrné zástřely od sebe liší jen nepatrně.

Tab. 27. Ranivý potenciál nábojů typu Flobert .22 Flobert CB [vlastní zdroj]

Měření č.	Kontaktní vzdálenost	Vzdálenost 0,25 m	Vzdálenost 0,5 m	Vzdálenost 1 m	Vzdálenost 2 m
1	20,8 mm	23,3 mm	10,3 mm	22,8 mm	36,4 mm
2	24,9 mm	19,8 mm	7,7 mm	25,5 mm	44,2 mm
3	17,5 mm	23,2 mm	10,2 mm	20,2 mm	48,0 mm
<b>Průměr</b>	21,1 mm	22,1 mm	9,4 mm	22,8 mm	42,9 mm
<b>Směr. odch.</b>	3,0 mm	1,6 mm	1,2 mm	2,2 mm	4,8 mm
<b>Rel. chyba měř.</b>	14,4 %	7,4 %	12,8 %	9,5 %	11,3 %

Zástřely a jeden vzniklý průstřel, které vznikly při měření, jsou vidět na obrázku (Obr. 62).



Obr. 62. Vzniklé zástřely v náhradním materiálu – nábojů typu Flobert .22 Flobert CB [vlastní zdroj]

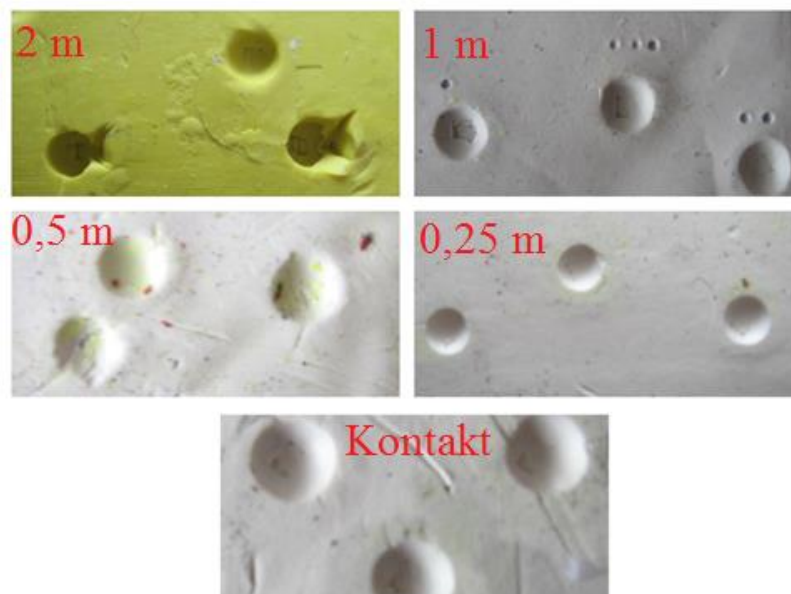
### 5.3.2. Airsoftová pistole Tokyo Mauri model CZ 75

Pro následující měření ranivého potenciálu byla použita airsoftová pistole, do níž se použily plastové sférické střely v ráži 6 mm. Z výsledků, které jsou uvedeny v tabulce (Tab. 28) je patrné, že **největší nástřel** s průměrnou hloubkou  $2,0 \pm 0,2$  mm vznikl při střelbě na 2 m. U střelby na kontaktní vzdálenost je **nejmenší nástřel** s průměrnou hloubkou  $1,2 \pm 0,1$  mm. Toto měření odpovídá předpokládaným výsledkům, kde s klesající vzdáleností klesá i průměrná hloubka nástřelu.

Tab. 28. Ranivý potenciál plastových sférických střel v ráži 6 mm [vlastní zdroj]

Měření č.	Kontaktní vzdálenost	Vzdálenost 0,25 m	Vzdálenost 0,5 m	Vzdálenost 1 m	Vzdálenost 2 m
1	1,2 mm	1,3 mm	1,5 mm	1,8 mm	2,2 mm
2	1,1 mm	1,4 mm	1,2 mm	1,8 mm	1,8 mm
3	1,3 mm	1,2 mm	1,3 mm	1,6 mm	1,9 mm
<b>Průměr</b>	1,2 mm	1,3 mm	1,3 mm	1,7 mm	2,0 mm
<b>Směr. odch.</b>	0,1 mm	0,1 mm	0,1 mm	0,1 mm	0,2 mm
<b>Rel. chyba měř.</b>	6,8 %	6,3 %	9,4 %	5,4 %	8,6 %

Obrázek (Obr. 63) ukazuje vytvořené nástřely z měřených vzdáleností, kde je vidět pouze nástřel nikoliv zástřel.



Obr. 63. Vzniklé nástřely v náhradním materiálu - plastové sférické střely v ráži 6 mm [vlastní zdroj]

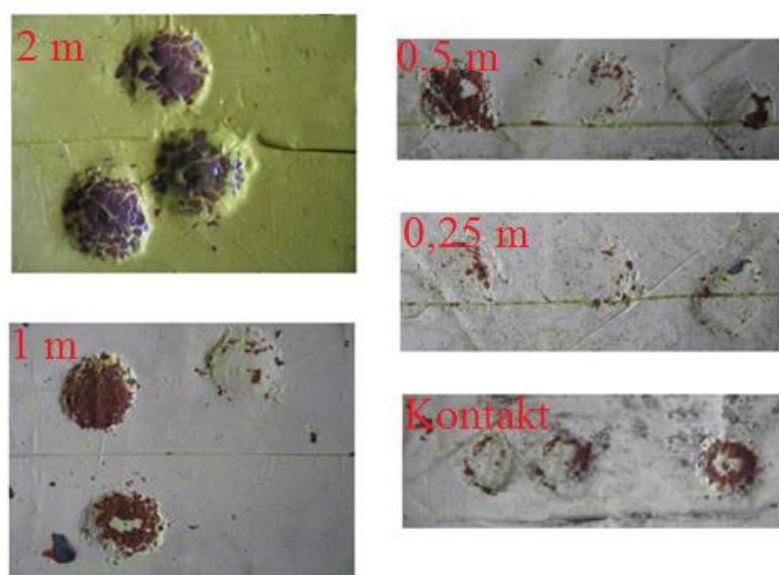
### 5.3.3. Paintballová pistole Tippmann TiPX

Třetí zbraní a střelivem je paintballová pistole s paintballovými střelami Titanium Premium Plus. Z naměřených výsledků uvedených v tabulce (Tab. 29) vyplývá, že **největší nástřel** je u střelby na 2m vzdálenost a má průměrnou velikost  $3,3 \pm 0,3$  mm. Všechny tři střely neprošly ani první vrstvou náhradního materiálu. **Nejmenší nástřel** vznikl při vzdálenosti 0,25 m s průměrnou hloubkou nástřelu  $0,4 \pm 0,1$  mm.

Tab. 29. Ranivý potenciál paintballových strel Titanium Premium Plus [vlastní zdroj]

Měření č.	Kontaktní vzdálenost	Vzdálenost 0,25 m	Vzdálenost 0,5 m	Vzdálenost 1 m	Vzdálenost 2 m
1	1,2 mm	0,5 mm	0,5 mm	2,8 mm	2,9 mm
2	0,6 mm	0,3 mm	0,3 mm	2,2 mm	3,3 mm
3	0,6 mm	0,5 mm	0,6 mm	1,6 mm	3,7 mm
<b>Průměr</b>	0,8 mm	0,4 mm	0,5 mm	2,2 mm	3,3 mm
<b>Směr. odch.</b>	0,3 mm	0,1 mm	0,1 mm	0,5 mm	0,3 mm
<b>Rel. chyba měř.</b>	35,4 %	21,8 %	26,7 %	22,3 %	9,9 %

Z obrázku (Obr. 64) jsou patrné nástřely, které vznikly na náhradním materiálu při použití paintballové zbraně a střeliva. Na náhradním materiálu vznikl pouze barevný otisk z náplně paintballové střely.



Obr. 64. Vzniklé nástřely v náhradním materiálu – paintballové střely Titanim Premium Plus [vlastní zdroj]

#### 5.3.4. Vzduchová pistole TEX 086

Závěrečné měření ranivého potenciálu proběhlo se vzduchovou pistolí a diabolkami PRO MATCH a Cobra.

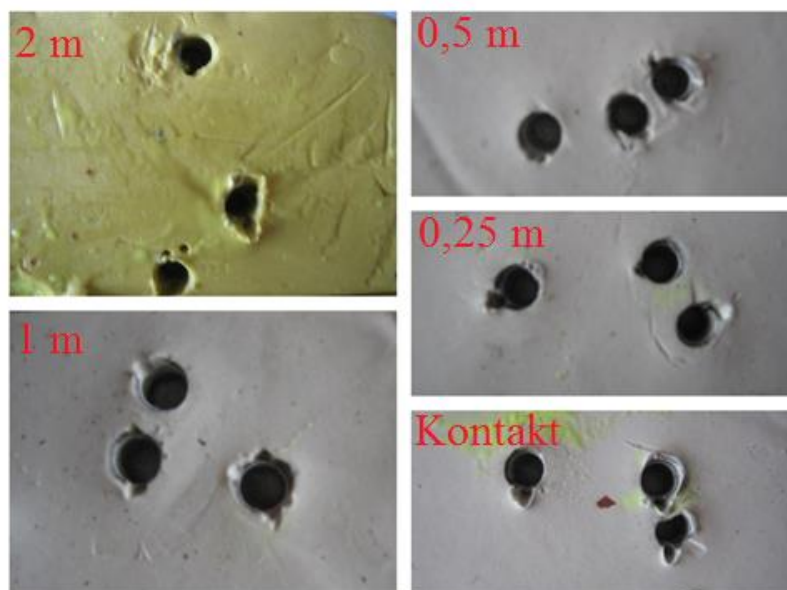
U prvního druhu diabolek jsou výsledky z měření ranivého potenciálu uvedeny v tabulce (Tab. 30). Z naměřených hodnot vyplývá, že **největší zástřel** je ze vzdálenosti 2 m. Z této vzdálenosti je průměrná hodnota **10,2 ± 1,0 mm**, což odpovídá, že diabolky uvízly v první vrstvě náhradního materiálu. Při střelbě vzdálené 0,25 m ústí hlavně od náhradního materiálu je **zástřel nejmenší** a jeho průměrná velikost je **4,0 ± 0,1 mm**. Diabolky zůstaly, jako u největší průměrné hloubky zástřelů, v první vrstvě náhradního materiálu.

Tab. 30. Ranivý potenciál diabolek PRO MATCH [vlastní zdroj]

Měření č.	Kontaktní vzdálenost	Vzdálenost 0,25 m	Vzdálenost 0,5 m	Vzdálenost 1 m	Vzdálenost 2 m
1	4,7 mm	4,1 mm	5,7 mm	5,1 mm	9,4 mm
2	4,5 mm	3,9 mm	6,0 mm	5,9 mm	9,7 mm
3	4,1 mm	4,1 mm	5,4 mm	5,1 mm	11,6 mm
<b>Průměr</b>	4,4 mm	4,0 mm	5,7 mm	5,4 mm	10,2 mm
<b>Směr. odch.</b>	0,2 mm	0,1 mm	0,2 mm	0,4 mm	1,0 mm
<b>Rel. chyba měř.</b>	5,6 %	2,3 %	4,3 %	7,0 %	9,5 %



Na obrázku (Obr. 65) jsou vidět zástřely, které se vytvořily při měření ranivého potenciálu diabolkou PRO MATCH.



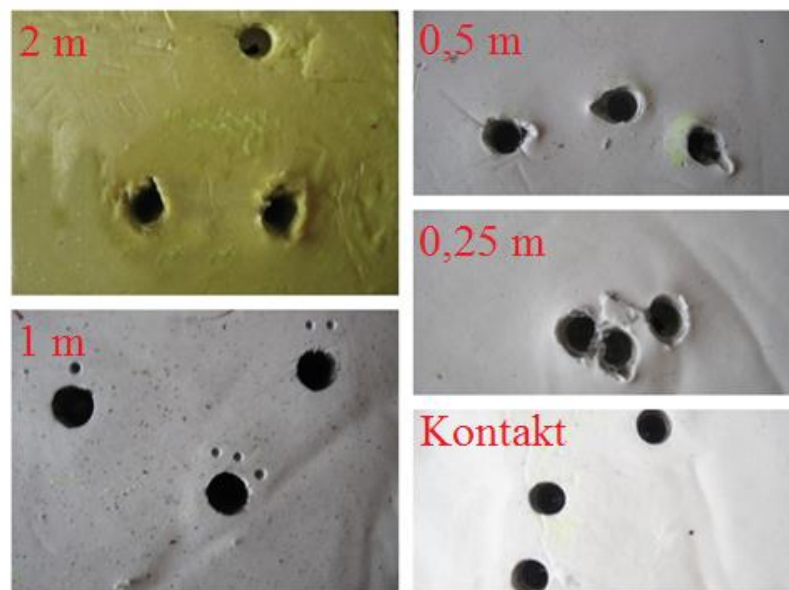
Obr. 65. Vzniklé zástřely v náhradním materiálu – diabolky PRO MATCH [vlastní zdroj]

Výsledky při použití diabolek Cobra jsou uvedeny v tabulce (Tab. 31). Z té vyplývá, že **největší zástřel** vznikl při střelbě na vzdálenost 2 metrů a jeho průměrná velikost je  $11,1 \pm 0,5$  mm. **Nejmenší zástřel** vznikl při střelbě na vzdálenost 0,25 m, u které je průměrná hloubka zástřelu  $4,4 \pm 0,2$  mm. U obou uvedených vzdáleností zůstaly všechny diabolky v první vrstvě náhradního materiálu.

Tab. 31. Ranivý potenciál diabolek Cobra [vlastní zdroj]

Měření č.	Kontaktní vzdálenost	Vzdálenost 0,25 m	Vzdálenost 0,5 m	Vzdálenost 1 m	Vzdálenost 2 m
1	4,4 mm	4,1 mm	7,1 mm	7,8 mm	9,9 mm
2	4,7 mm	4,7 mm	7,6 mm	6,3 mm	10,4 mm
3	4,8 mm	4,4 mm	7,4 mm	6,8 mm	11,1 mm
<b>Průměr</b>	4,6 mm	4,4 mm	7,4 mm	6,8 mm	11,1 mm
<b>Směr. odch.</b>	0,2 mm	0,2 mm	0,2 mm	0,6 mm	0,5 mm
<b>Rel. chyba měř.</b>	3,7 %	5,6 %	2,8 %	9,0 %	4,7 %

Obrázek (Obr. 66) ukazuje jednotlivé zástřely, jež vznikly při měření ranivého potenciálu.



Obr. 66. Vzniklé zástřely v náhradním materiálu – diabolky  
Cobra [vlastní zdroj]

Pro měření ranivého potenciálu byly vybrány čtyři střelné zbraně a šest druhů střeliva. U dvou střelných zbraní bylo použito dvou druhů střeliva, u zbývajících dvou pouze jednoho. Náboje typu Flobert do flobertového revolveru způsobí na vzdálenost 2 m největší zástřel u obou druhů střeliva. Liší se pouze nejmenší hloubka zástřelu, která je u prvního druhu nábojů typu Flobert ze vzdálenosti na 0,25 m a u druhého na 0,5 m. Airsoftová zbraň s plastovými sférickými střelami a paintballová zbraň s paintballovými střelami způsobily na náhradním materiálu pouze nástřel v nejmenší hloubce  $0,4 \pm 0,1$  mm a v největší hloubce nástřel  $3,3 \pm 0,3$  mm. Obě hodnoty se týkají paintballových střel. Airsoftová zbraň má vyrovnané hodnoty na měřené vzdálenosti a rozdíl mezi největším a nejmenším nástrelem je pouhých  $0,8 \pm 0,1$  mm. S klesající vzdáleností klesá i nástřelná hloubka. Závěr podkapitoly se týkal měření ranivého potenciálu vzduchové pistole. U obou použitých druhů diabolek ve vzduchové pistoli je pořadí hloubek zástřelů stejné a liší se jen ve velikosti zástřelné hloubky. Tento efekt je způsoben tvarem jednotlivých druhů diabolek a jejich pronikajícími vlastnostmi do náhradního, či jiného materiálu.

#### 5.4. Měření povýstřelových zplodin expanzní pistole Umarex Walther P22

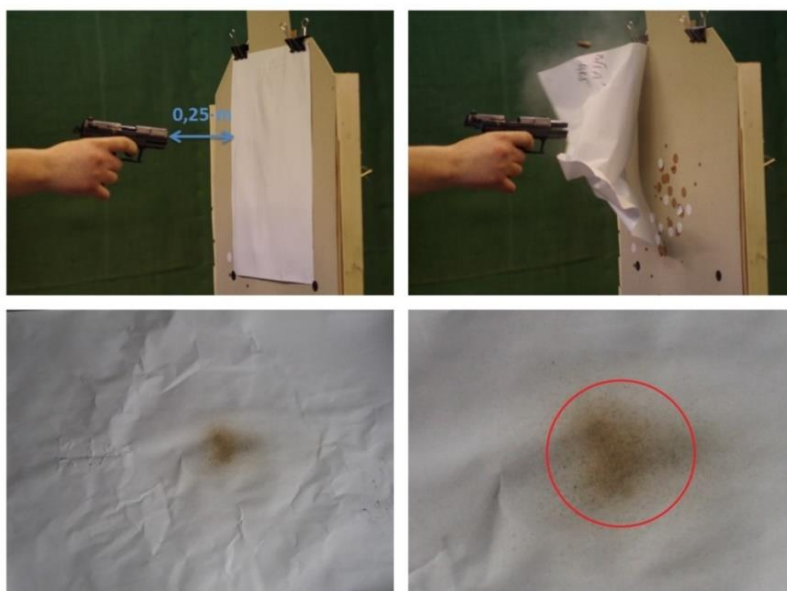
Účelem čtvrtého měření bylo zjistit velikost zasažené plochy povýstřelovými zplodinami ze tří druhů nábojek na vzdálenost **0,25; 0,5; 1; 1,5 a 2 m** od ústí hlavně. Použitou

expanzní zbraní byla pistole Umarex Walter P22. Pro měření bylo použito papíru **KOH-I-NOOR Pop Sketch**, který byl natřen lepidlem **Herkules** z důvodu přilepení povýstřelových zplodin. **Plocha papíru** odpovídá **1247 cm<sup>2</sup>**. Natřený papír byl připevněn na dřevěný držák, který se posouval dle vzdálenosti.

#### 5.4.1. Akustická nábojka Super Flash

Jako první byla použita akustická nábojka se světelným efektem Super Flash.

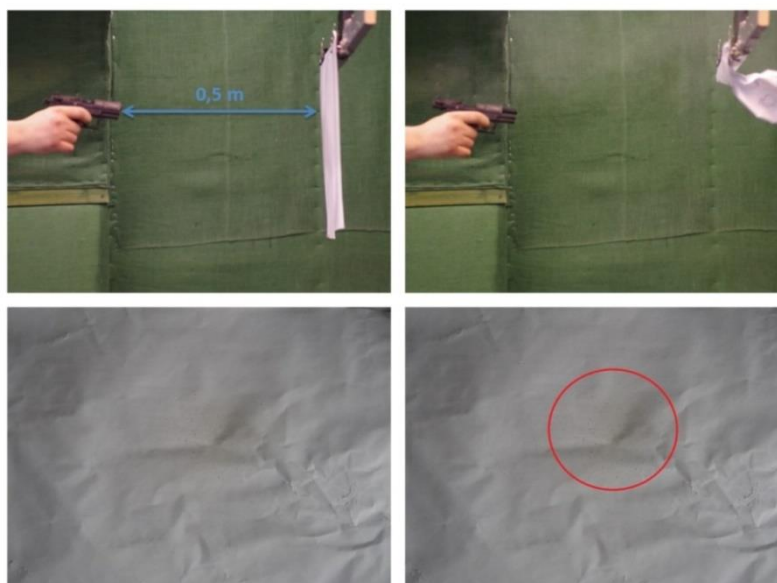
Střelba na vzdálenost **0,25 m** vytvořila obrazec povýstřelových zplodin, který se rozléhá na ploše **113,4 cm<sup>2</sup>**, což činí **9,1 %** plochy papíru.



*Obr. 67. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 0,25 m [vlastní zdroj]*

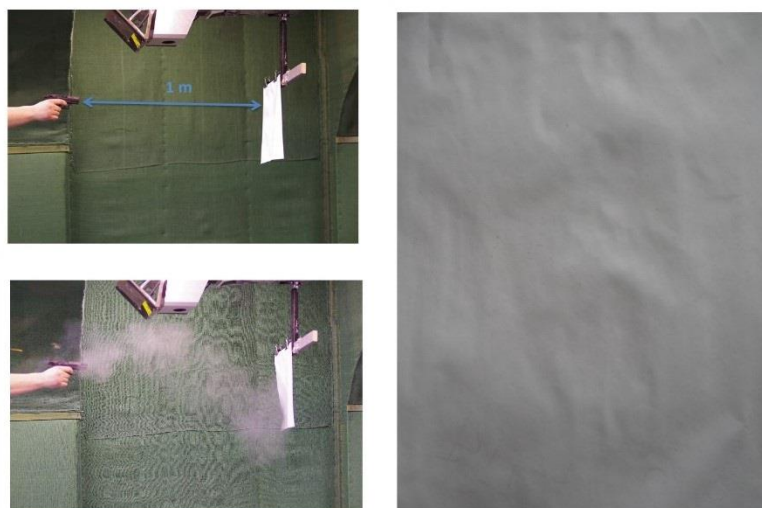
Na vzdálenost **0,5 m** se vytvoří obrazec povýstřelových zplodin o ploše **153,9 cm<sup>2</sup>**, což činí **12,3 %** z celkové plochy papíru. Tyto povýstřelové zplodiny lze z fotografie špatně identifikovat, protože zasažená plocha je větší.





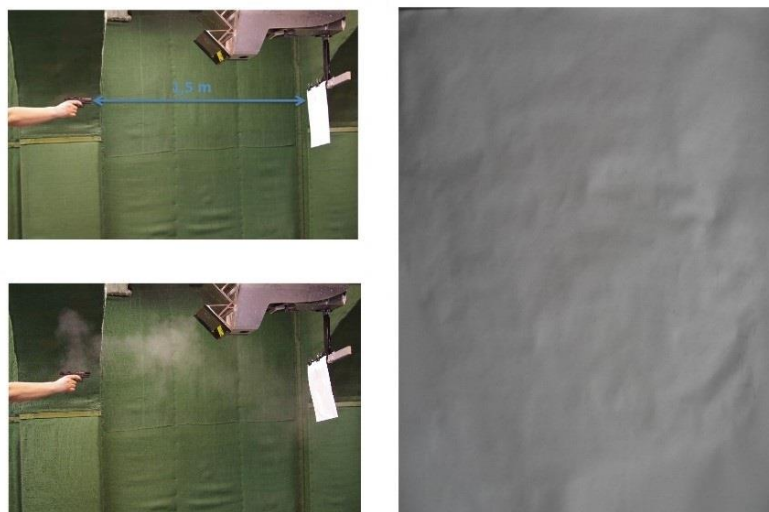
Obr. 68. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 0,5 m  
[vlastní zdroj]

Při vzdálenosti **1 m** od ústí hlavně již nelze mluvit o zasažené ploše, protože nelze přesně identifikovat, zda všechna zrnka povýstřelových zplodin doletěla na tuto vzdálenost. U této vzdálenosti se dají jednotlivá **zrnka** zachycená na papíře spočítat a je jich tam **94**.



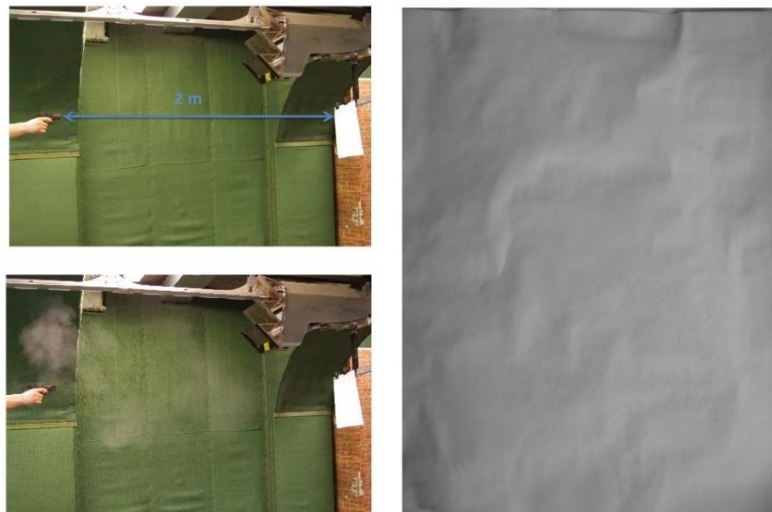
Obr. 69. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti  
1 m [vlastní zdroj]

U vzdálenosti **1,5 m** je vidět podobnost se vzdáleností 1 metru, taktéž nelze zkontrolovat dolet všech zrněk na zasaženou plochu. Na takovouto vzdálenost se na celé ploše papíru zachytilo pouze **48 zrněk** povýstřelových zplodin.



*Obr. 70. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 1,5 m [vlastní zdroj]*

U vzdálenosti **2 metrů** je stav srovnatelný s předchozími dvěma. S rostoucí vzdáleností klesá i počet zachycených zrněk povýstřelových zplodin. Při této vzdálenosti je zachyceno pouhých **31 zrněk** výstřelových zplodin na celé ploše papíru.



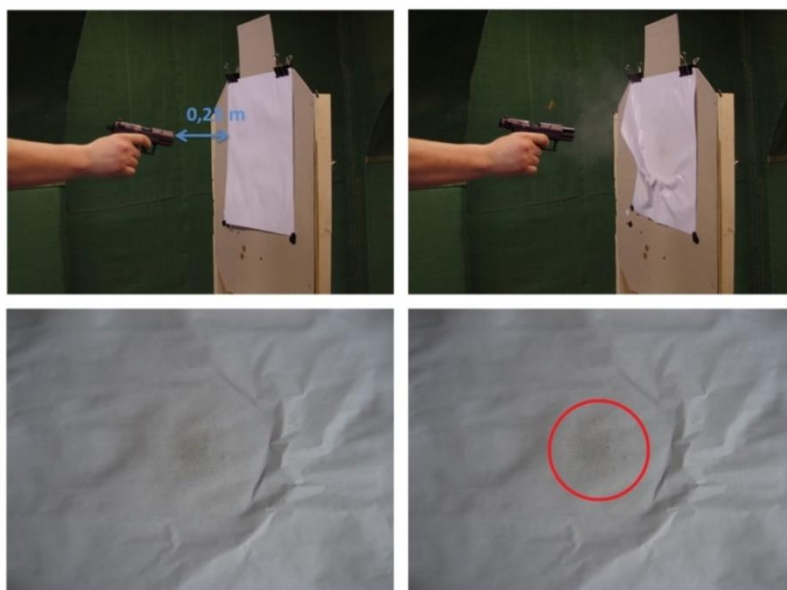
*Obr. 71. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 2 m [vlastní zdroj]*

#### **5.4.2. Akustická nábojka**

Následovala akustická nábojka od společnosti Umarex.

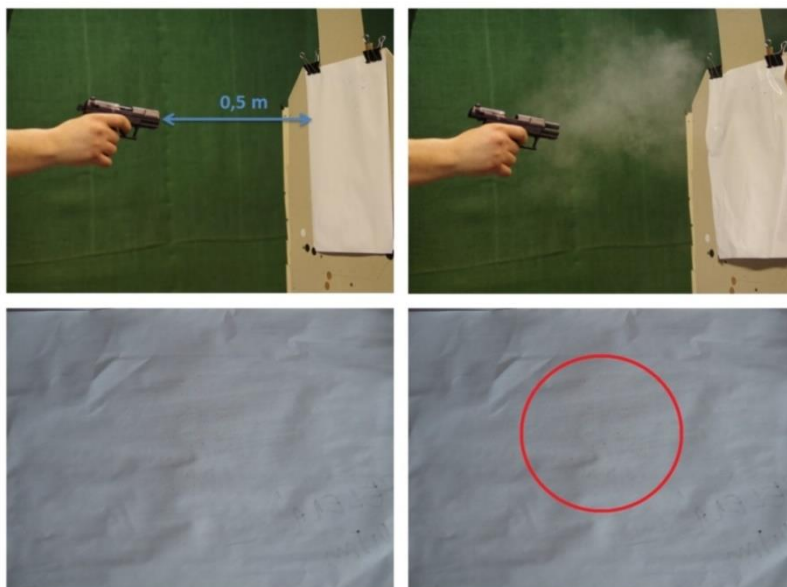
U střelby na vzdálenost **0,25 m** vznikl obrazec povýstřelových zplodin, který zasáhl plochu **113,4 cm<sup>2</sup>**, což odpovídá **9,1 %** plochy celého papíru. Proti výše zmíněné nábojce není

tento vzniklý obrazec tak výrazný, jako u předchozí akustické nábojky se světelným efektem Super Flash.



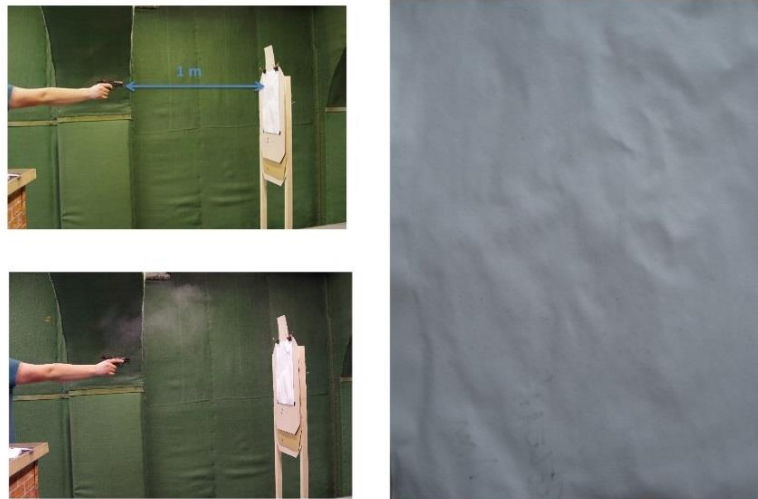
*Obr. 72. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 0,25 m [vlastní zdroj]*

Při výstřelu z akustické nábojky na vzdálenost **0,5 m** došlo k vytvoření obrazce povýstřelových zplodin, který je na ploše **132,7 cm<sup>2</sup>**, což odpovídá **10,6 %** plochy papíru.



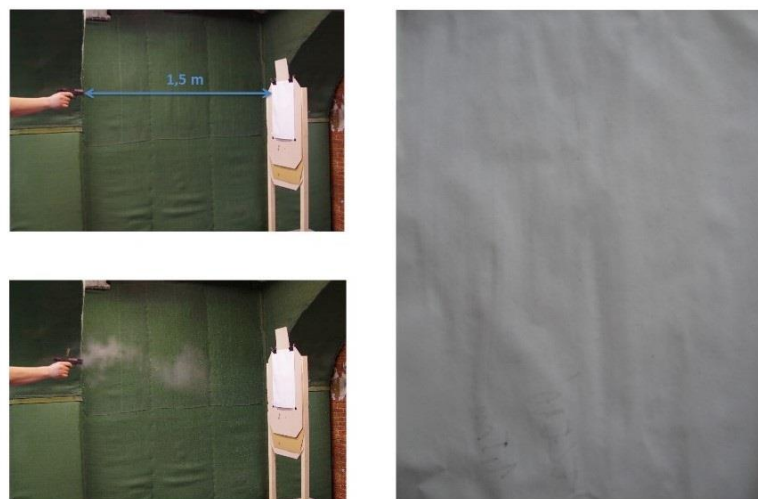
*Obr. 73. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 0,5 m [vlastní zdroj]*

Vzdálenost **1 m** je vzdálenost, při které již nedochází k souvislému zasažení plochy papíru. Na celé ploše utkvělo pouze **111 zrněk** povýstřelových zplodin.



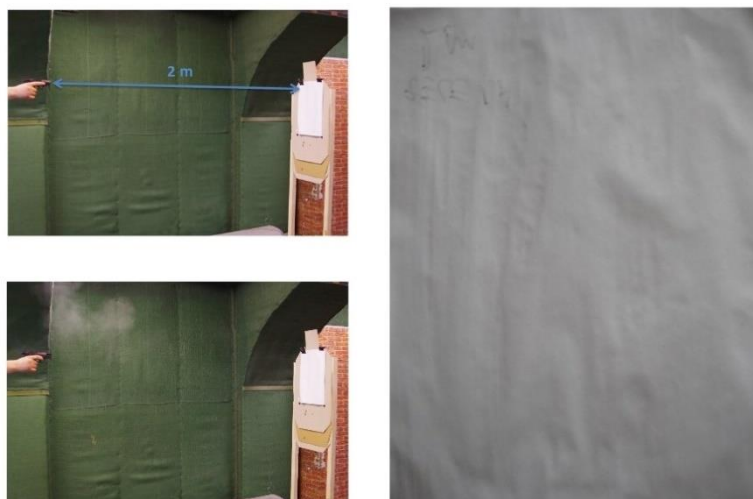
*Obr. 74. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 1 m [vlastní zdroj]*

Rostoucí vzdálenost u akustické nábojky znamená i snižující se uchycení povýstřelových zplodin. Vzdálenosti **1,5 m** odpovídá **59 zrněk** zachycených na ploše papíru povýstřelových zplodin.



*Obr. 75. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 1,5 m [vlastní zdroj]*

Výstřel z akustické nábojky na **2 m** je již skoro nezatelný, protože na celé ploše papíru je zachyceno pouze **13 zrněk** povýstřelových zplodin.

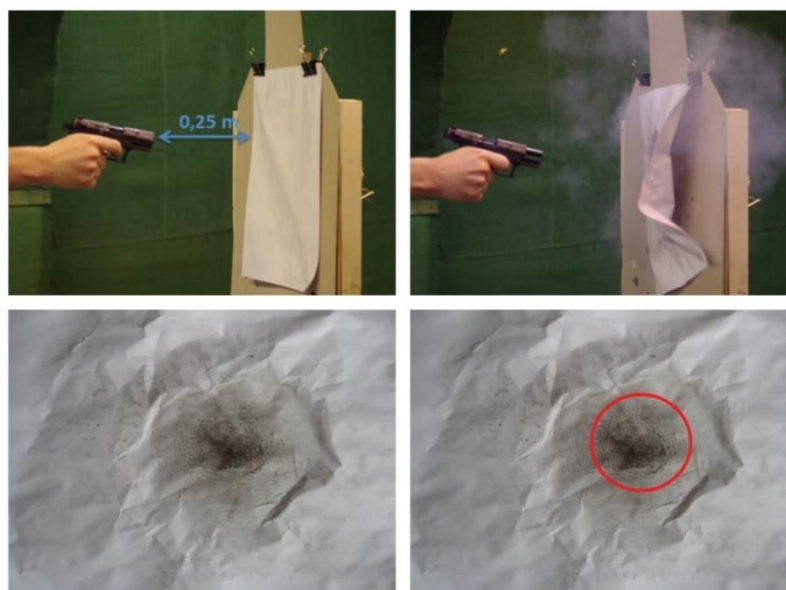


Obr. 76. Obrázek povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 2 m [vlastní zdroj]

#### 5.4.3. Pepřová nábojka

Jako poslední nábojka pro měření povýstřelových zplodin byla použita pepřová nábojka.

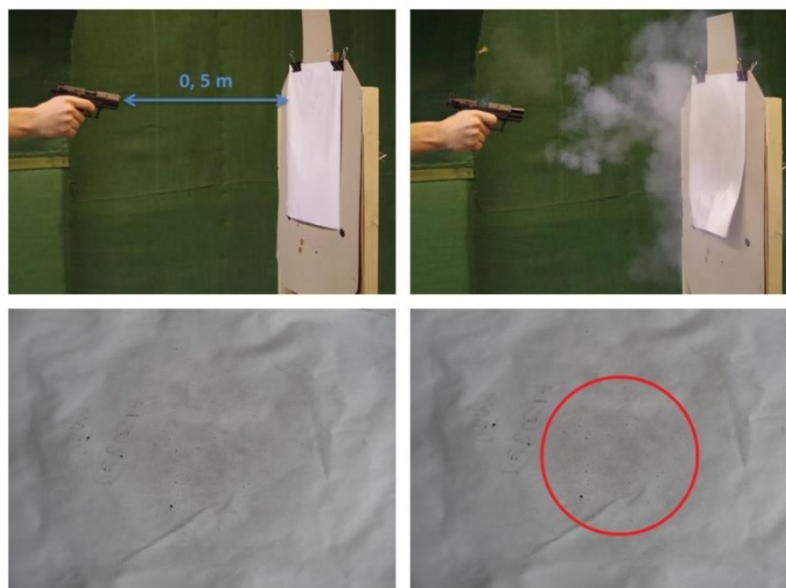
První měření povýstřelových zplodin pepřové nábojky bylo provedeno na vzdálenost **0,25 m**, kde došlo k vytvoření obrazce povýstřelových zplodin. Ten zasáhl plochu **226,9 cm<sup>2</sup>**, které odpovídá **18,2 %** celé plochy papíru.



Obr. 77. Obrázek povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 0,25 m [vlastní zdroj]

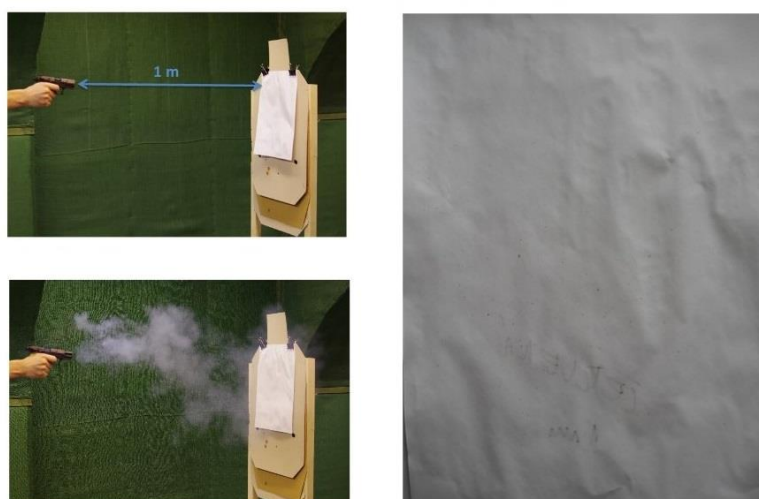


Vzniklý obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti **0,5 m** se nachází na ploše **346,2 cm<sup>2</sup>**. Tato zasažená plocha odpovídá z **27,8 %** ploše celého papíru.



*Obr. 78. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 0,5 m  
[vlastní zdroj]*

Jak tomu bylo u předešlých dvou nábojek, tak označená plocha ve vzdálenosti **1 m** čítá pouze zrnka, nejde již o plochu zasažené oblasti. Na celém papíře se zachytilo **236 zrněk** povýstřelových zplodin.



*Obr. 79. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 1 m  
[vlastní zdroj]*

Klesající trend pokračuje i při vzdálenosti **1,5 m**, kde je zachyceno pouze **69 zrněk** povýstřelových zplodin v celé oblasti zkoumaného papíru.



*Obr. 80. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 1,5 m [vlastní zdroj]*

Závěrečné měření pepřové nábojky se uskutečnilo na vzdálenost **2 m**. U této vzdálenosti zůstalo na papíře uchyceno **30 zrněk** povýstřelových zplodin.



*Obr. 81. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 2 m [vlastní zdroj]*

Měření povýstřelových zplodin potvrdilo předpoklad, že se s rostoucí vzdáleností bude zvětšovat průměr zasažené plochy a bude se zmenšovat množství zrněk povýstřelových zplodin na testovacím papíře. Na jednotlivých obrázcích z měření je vidět oblak

povýstřelových zplodin, který se rozprostírá do prostoru. Z tohoto důvodu nedopadají všechna zrnka povýstřelových zplodin na připravený papír.

## 5.5. Měření ranivého potenciálu a ranivého účinku expanzní pistole Umarex Walther P22

Závěrečné měření bylo provedeno na zjištění ranivého potenciálu na náhradním materiálu. Dále je popsán praktický ranivý účinek na měkké tkáni (vepřové maso s kůží). Celé experimentální měření bylo provedeno expanzní pistolí Umarex Walther P22, u které bylo ústí hlavně přiloženo k testovanému materiálu.

### 5.5.1. Náhradní materiál - modelovací hmota KOH-I-NOOR 131501

Do expanzní pistole Umarex Walther P22 byla vložena akustická nábojka se světelným efektem (Super Flash). Ústí hlavně bylo přiloženo k náhradnímu materiálu o známých vlastnostech viz bod 4.4.3. Náhradní materiál. Na obrázku (Obr. 82) je vidět zástřel způsobený zmíněnou nábojkou v náhradním materiálu. Tento **zástřel** má **průměr 17,2 mm** a jeho **hloubka je 6,6 mm**.



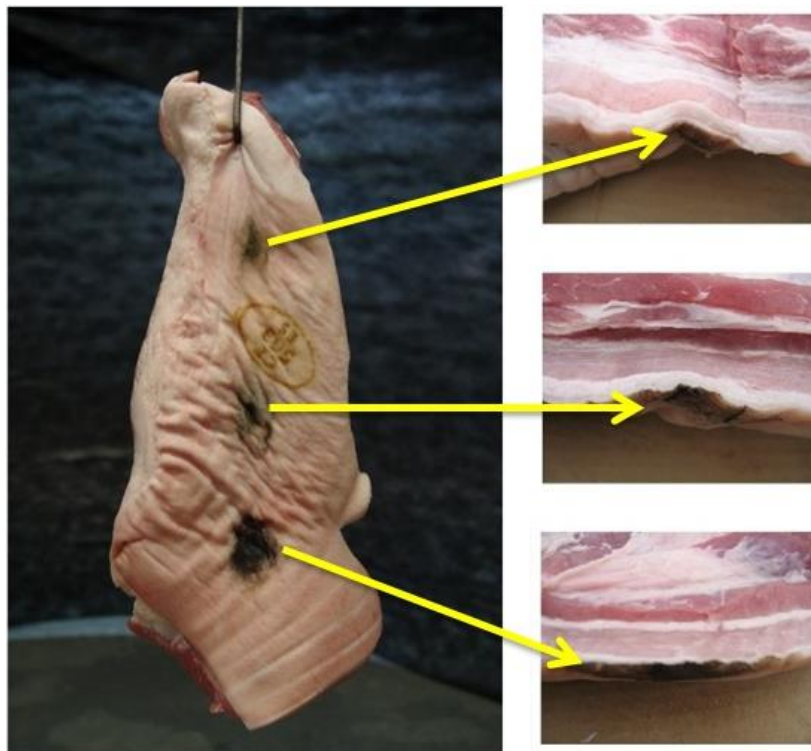
Obr. 82. Zástřel v náhradním materiálu [vlastní zdroj]

### 5.5.2. Měkká tkáň – vepřové maso s kůží

Byla použita expanzní pistole Umarex Walther P22, do které byly vloženy všechny nábojky uvedené v bodě 4.3.2. Nábojky. Ústí hlavně bylo přiloženo k měkké tkáni (vepřové maso s kůží). Na obrázku (Obr. 83) je v horní části vidět **nástřel** způsobený akustickou nábojkou se světelným efektem, povýstřelové zplodiny vytvořily obrazec o



ploše cca  $0,9 \text{ cm}^2$ . Uprostřed je **nástřel** způsobený akustickou nábojkou, povýstřelové zplodiny zůstaly na ploše přibližně  $7,1 \text{ cm}^2$ . Úplně dole je **nástřel** od pepřové nábojky. U této nábojky se zachovaly povýstřelové zplodiny na ploše  $13,3 \text{ cm}^2$ .



*Obr. 83. Nástřely na měkké tkáni [vlastní zdroj]*

Pro demonstraci a určení kvalifikovaného odhadu ranivého účinku z ranivého potenciálu na náhradní materiál, který bude popsán v závěrečné kapitole, bylo použito měkké tkáně. Žádná z nábojek na kontaktní vzdálenost neprošla přes kůži vepřového masa a vznikl pouze nástřel. Na obrázku (Obr. 83) je vidět silnější vrstvu vepřové kůže, než je kůže lidská. Proto vepřové maso s kůží nábojkám odolalo, ale lidská tkáň s kůží by již neodolala. V oblastech krku, obličeje a dutiny břišní by se mohlo jednat i o smrtelné poranění, i když nábojky neobsahují pevnou střelu.

Předposlední kapitola diplomové práce se týkala experimentálního měření na náhradním materiálu. U vybraných střelných zbraní kategorie D byla zjištěna průměrná rychlost střel a rozmezí, ve kterém se mohou pohybovat. Bylo použito jednoho nebo dvou druhů střeliva. Následovalo měření ke zjištění přesnosti střelby jednotlivých vybraných střelných zbraní. Z každé střelné zbraně bylo vystřeleno  $3\times$  na standardní pistolový terč a na různé vzdálenosti. Byl zjištěn střední bod zásahu a rozptyl. Další měření bylo zaměřeno na zjištění ranivého potenciálu na náhradním materiálu. Z tohoto měření vyplynulo,

že střela z náboje typu Flobert pronikne do náhradního materiálu nejhlouběji na vzdálenost 2 m. U dalších dvou střelných zbraní (airsoftová a paintballová zbraň) vznikly pouze nástřely. Tyto střelné zbraně jsou konstruovány na nástřely, nikoliv zástřely či dokonce průstřely, měřením se ověřila jejich schopnost neproniknout do náhradního materiálu. Poslední střelnou zbraní tohoto měření byla vzduchová pistole a potvrdilo se, že může způsobit zástřel nebo průstřel. Diabolky použité do vzduchové pistole měly různé tvary a tím i rozdílnou pronikající schopnost do náhradního materiálu. Následné měření bylo provedeno z expanzní zbraně, pro kterou bylo vytvořeno samostatné měření povýstřelových zplodin. A to z toho důvodu, že nedisponuje pevnou střelou. Z tohoto měření se potvrdil předpokládaný výsledek, že s rostoucí vzdáleností se bude zvětšovat průměr zasažené plochy a zmenšovat množství zrněk povýstřelových zplodin přilepených na papíře. Při výstřelu se vytvoří oblak dýmu, který se rozprostírá do prostoru. Závěr kapitoly se zabýval měřením ranivého potenciálu na náhradním materiálu a zjištěním možného ranivého účinku na měkké tkáni pro určení kvalifikovaného odhadu ranivého účinku. Z měření vyplynulo, že vepřová měkká tkáň s kůží je značně odolná proti expanzní zbraní. To je způsobeno tím, že je silnější než lidská kůže. Z tohoto důvodu neprošla vepřovou kůží žádná nábojka. Na měkké tkáni nevznikl průstřel ani zástřel, ale pouze nástřel. Rozdílná situace je u lidské měkké tkáně s kůží, u které by na kontaktní vzdálenost mohlo vzniknout i smrtelné poranění v oblasti hlavy (obličeje), krku a dutiny břišní.

## 6. ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ

Cílem závěrečné kapitoly v této práci, je zhodnocení výsledků z jednotlivých částí experimentálních měření. Na základě zhodnocení budou zvoleny vhodné střelné zbraně kategorie D pro vybrané pracovní pozice v PKB.

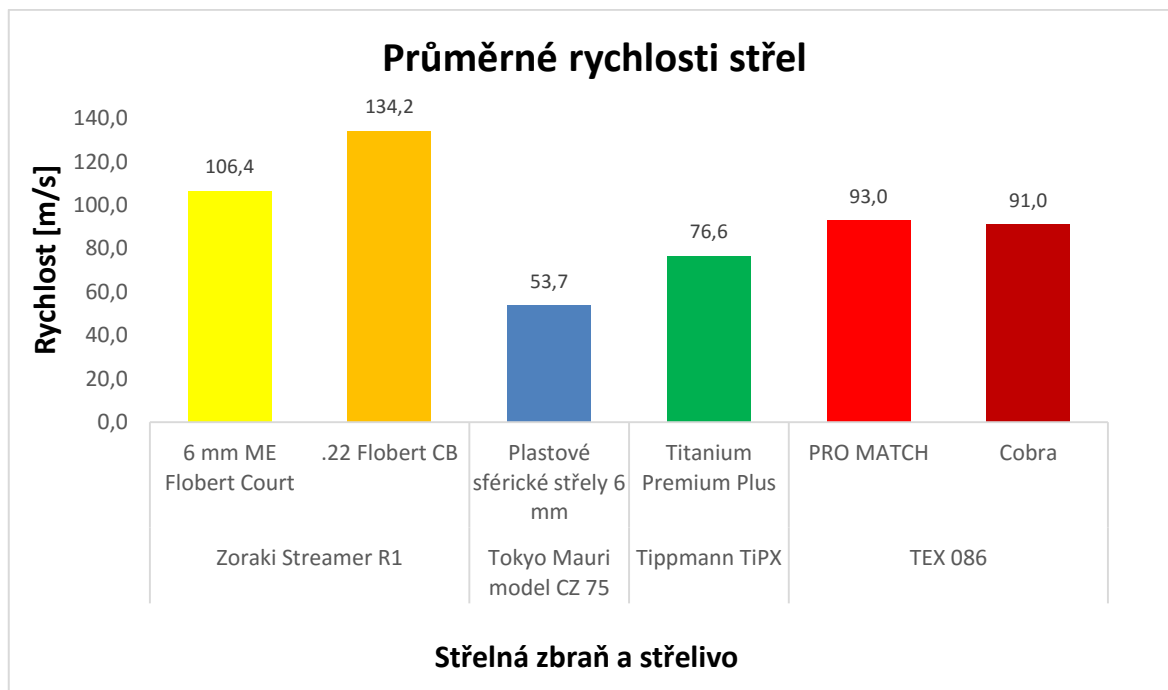
### 6.1. Zhodnocení experimentálních měření

Na základě vyhodnocení jednotlivých experimentálních měření, která byla provedena v páté kapitole, je náplní této části kapitoly jejich zhodnocení. To zahrnuje určení pořadí střelných zbraní a střeliva z měření rychlostí střel, orientačního rozptylu a ranivého potenciálu, ze kterého je odhadnut možný ranivý účinek. Poslední zhodnocení se zabývá určením množství povýstřelových zplodin při různých vzdálenostech.

#### 6.1.1. Zhodnocení průměrných rychlostí střel

Ze zjištěných průměrných rychlostí střel z vybraných střelných zbraní kategorie D, viz bod 5.1. Měření rychlostí střel, lze vidět na grafu (Graf 1) všechny průměrné hodnoty, včetně směrodatných odchylek. Tabulka s hodnotami průměrných rychlostí je uvedena v příloze **P III: Průměrné rychlosti střel**.

Nejvyšší průměrnou rychlost mají střely nábojů typu Flobert .22 Flobert CB určené do flobertového revolveru, které dosáhly průměrné rychlosti  $134,2 \pm 15,5$  m/s, což je rychlejší o 20 % než náboje typu Flobert 6 mm ME Flobert Court. Dále následovaly diabolky PRO MATCH a Cobra, které se používají ve vzduchové pistoli. Rozdíl průměrných rychlostí mezi diabolkami činí 2 %. Další v pořadí jsou paintballové střely, určené do paintballové pistole. Jako poslední se umístily plastové sférické střely určené do mechanické airsoftové pistole u níž je průměrná rychlost  $57,3 \pm 0,4$  m/s. Rozdíl mezi nejrychlejšími a nejpomalejšími střelami činí  $80,5 \pm 15,1$  m/s.



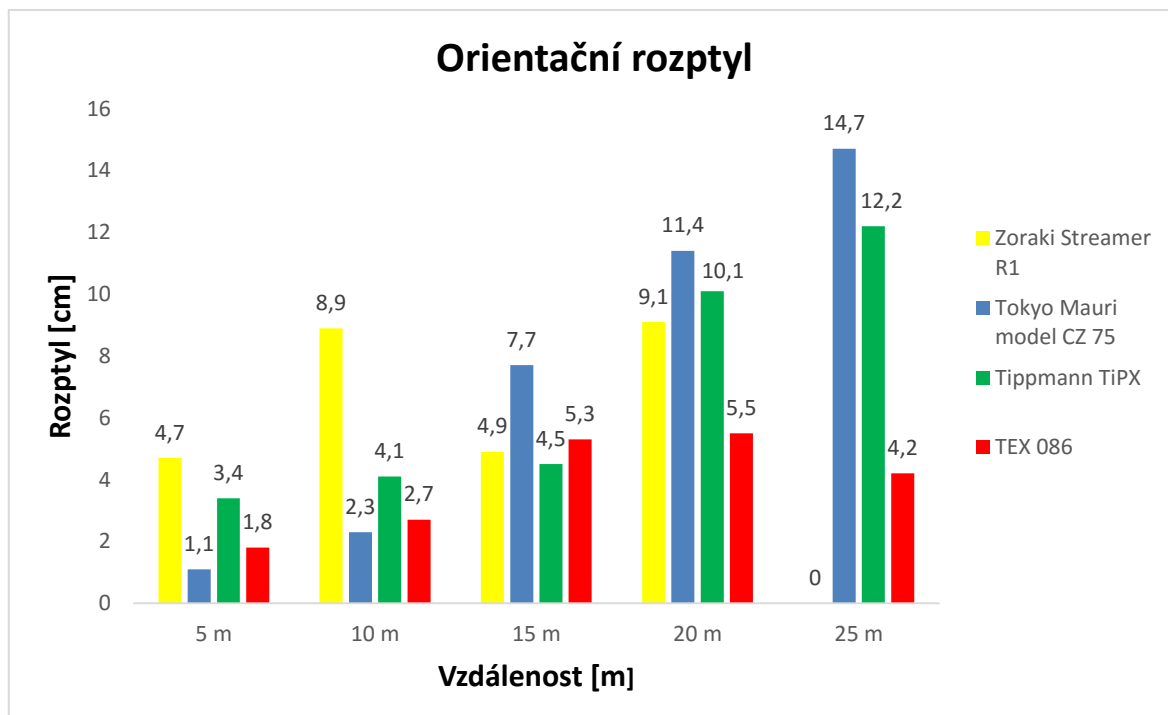
*Graf 1. Průměrné rychlosti střel [vlastní zdroj]*

### 6.1.2. Zhodnocení orientačního rozptylu

Výsledné orientační rozptyly vybraných střelných zbraní kategorie D, které byly změřeny na předem definované vzdálenosti, lze vidět na grafu (Graf 2). Hodnoty, z nichž vyplývá zmíněný graf, jsou uvedeny v příloze **P IV: Orientační rozptyl**.

Největší rozptyl na vzdálenost 5 m má flobertový revolver, kde byly použity náboje typu Flobert 6 mm ME Flobert Court. Druhý největší rozptyl na tuto vzdálenost byl naměřen u paintballové pistole, v níž byly použity paintballové střely Titanium Premium Plus. U vzduchové pistole byly použity diabolky PRO MATCH a výsledný rozptyl je druhý nejmenší. Nejmenší rozptyl na vzdálenost 5 m má mechanická airsoftová pistole, ve které byly použity plastové sférické střely. U rozptylu na vzdálenost 10 m je výsledné pořadí vybraných střelných zbraní stejné jako u vzdálenosti na 5 m. Na vzdálenost 15 m má největší rozptyl mechanická airsoftová pistole, kterou následuje vzduchová pistole, u níž je rozptyl menší o 2,2 cm. Za ní se nachází flobertový revolver, jehož rozptyl je pouze o 0,4 cm menší než u nejmenšího rozptylu, který měla paintballová pistole. Při střelbě na 20 m má největší rozptyl mechanická airsoftová pistole, za ní se nachází paintballová pistole. Menší naměřený rozptyl než u předešlých dvou byl vyhodnocen u flobertového revolveru a nejmenší u vzduchové pistole. Na nejdlejší vzdálenost, která činila 25 m, se nepodařilo změřit orientační rozptyl u flobertového revolveru,

protože v měřeném terči zůstal pouze jeden zásah, ze kterého nelze určit střední bod zásahu ani orientační rozptyl. Proto největší rozptyl na tuto vzdálenost má mechanická airsoftová pistole. Za ní následuje s menším rozptylem paintballová pistole. Nejmenší rozptyl na tuto vzdálenost má vzduchová pistole. Rozdíl mezi střelnými zbraněmi při měření rozptylu na 25 m odpovídá 10,5 cm.

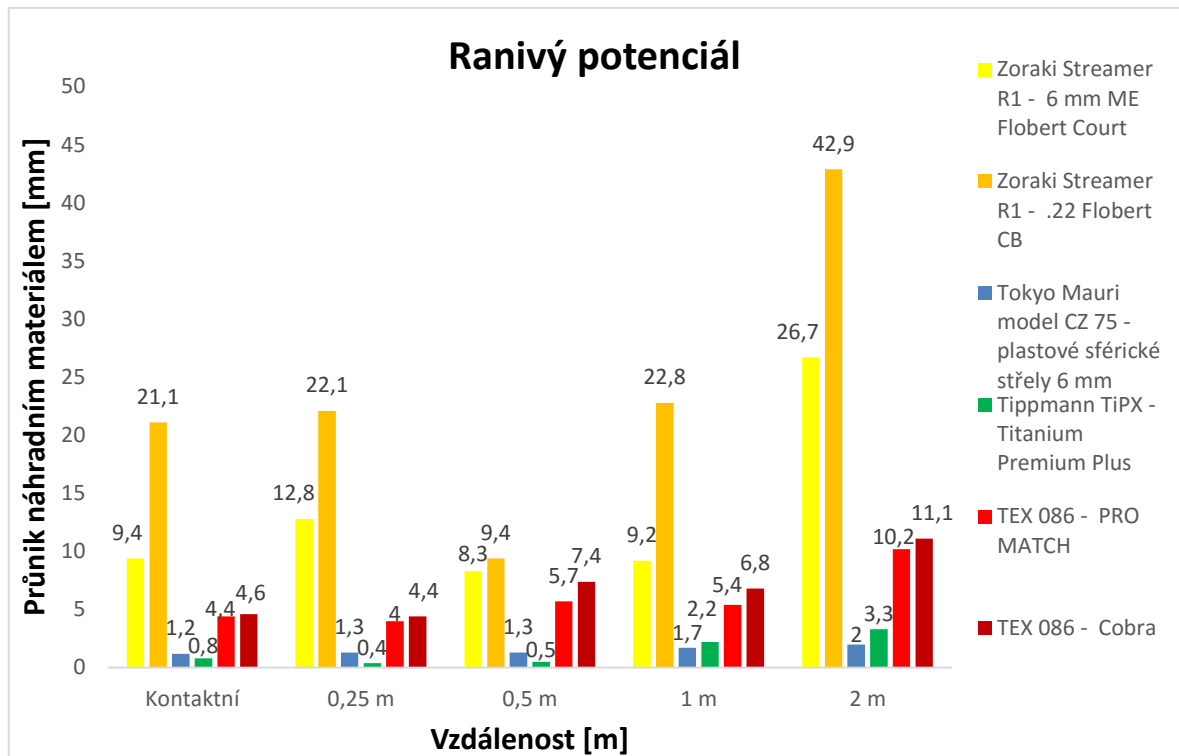


Graf 2. Orientační rozptyl [vlastní zdroj]

### 6.1.3. Zhodnocení ranivého potenciálu na náhradním materiálu

Průměrné hodnoty průniku střel do náhradního materiálu, popsané v bodě 5.3. Měření ranivého potenciálu na náhradním materiálu, ze kterých je vytvořen graf (Graf 3), jsou umístěny v příloze **P V: Ranivý potenciál**.

Největší ranivý potenciál způsobí flobertový revolver s nábojem typu Flobert .22 Flobert CB, poté následuje náboj typu Flobert 6 mm ME Flobert Court. Obdobně to platí i u vzduchové pistole, u které má největší ranivý potenciál diabolka PRO MATCH. Dále následuje diabolka Cobra. Tyto střelné zbraně s testovaným střelivem mají stejné pořadí u všech měřených vzdáleností. U prvních měřených vzdáleností, což odpovídá kontaktní vzdálenosti a vzdálenostem 0,25 a 0,5 m, má větší ranivý potenciál mechanická airsoftová pistole než paintballová pistole. Zmiňované střelné zbraně si své pořadí při zbývajících dvou vzdálenostech vyměnily.



Graf 3. Ranivý potenciál [vlastní zdroj]

Na základě změřených výsledků, uvedených v bodě 5.5. Měření ranivého potenciálu a ranivého účinku expanzní pistole Umarex Walther P22, je dále kvalifikovaně odhadnut možný ranivý účinek z ranivého potenciálu.

Při jeho odhadu se zanedbal fakt, že člověk má části těla (trup a končetiny) chráněny oděvem. To může způsobit snížení ranivého účinku zejména v zimních měsících, kdy člověk používá více vrstev oblečení. Rovněž je důležité vzít v potaz rozdílnou sílu kůže na lidském těle.

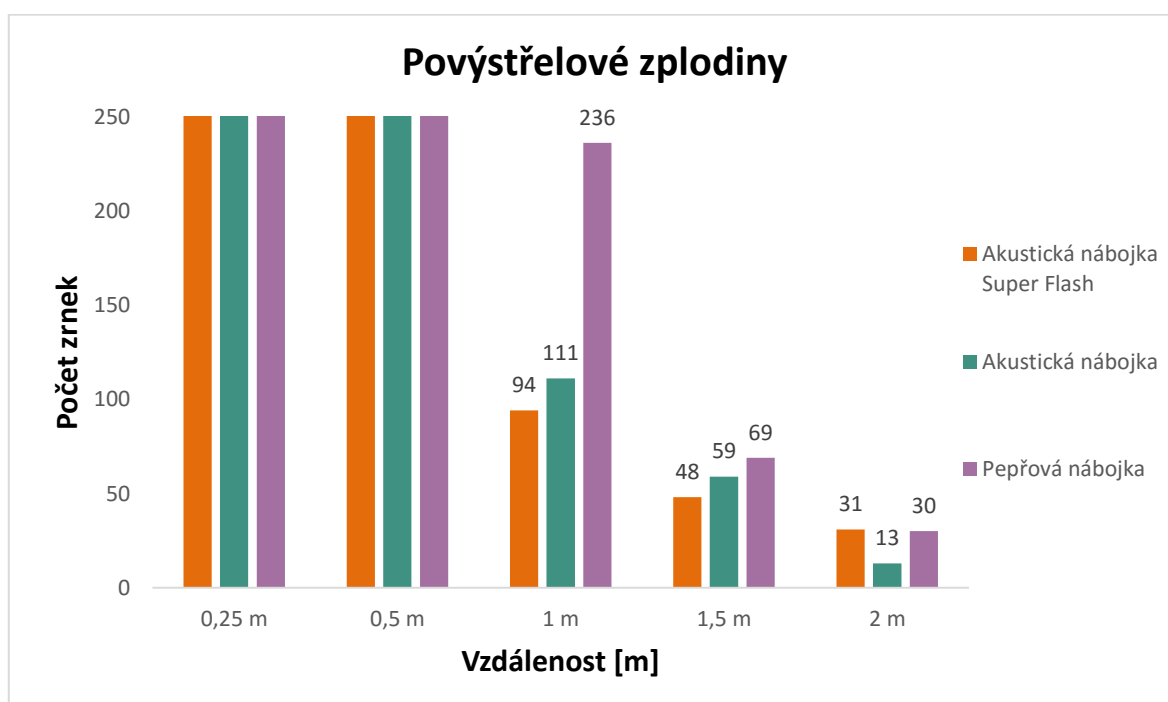
Byly určeny tři intervaly ranivého účinku střelného poranění. První interval je v rozmezí **0 – 4 mm**, což odpovídá nástřelu, který způsobí **hematom (modřina)**. Do tohoto intervalu se řadí mechanická airsoftová pistole a paintballová pistole. U vzdálenosti 0,25 m může způsobit nástřel i vzduchová pistole s diabolkou PRO MATCH, kterou lze též řadit do druhého intervalu. Tento interval je **od 4 do 7 mm** a odpovídá nástřelu, postřelu či zástřelu. To může způsobit otevřený střelný kanál na povrchu kůže, případně roztržení kůže, což odpovídá **lehkému střelnému poranění**. Z měřených střelných zbraní v tomto intervalu sem ještě patří vzduchová pistole s oběma druhy diabolek. Při použití diabolek Cobra na vzdálenosti 0,5 m a obou druhů diabolek na vzdálenosti 2 m, vznikne střelné poranění, které bylo zařazeno do třetího intervalu. Třetí interval je **od 7 mm** výše a jedná

se o zástřel nebo průstřel, střela pronikne přes kůži do měkké tkáně, kde zůstane nebo projde skrz. Záleží na překážkách v dráze střely, např. kosti. Takto vzniklé střelné poranění může odpovídat **středně těžkému střelnému poranění** (naštípnutí nebo zlomení kostí, krvácení v dutině břišní, pneumotorax, zástřel nebo průstřel svalů) způsobené flobertovým revolverem.

#### 6.1.4. Zhodnocení povýstřelových zplodin u expanzní pistole Umarex Walther P22

Na papírech, které byly použity při měření povýstřelových zplodin, byl zjištěn určitý počet zrnok povýstřelových zplodin. Jejich počet lze vidět na grafu (Graf 4), který je vytvořen z tabulky uvedené v příloze **P VI: Povýstřelové zplodiny**.

U všech tří nábojek při vzdálenostech 0,25 a 0,5 m se nedá určit počet jednotlivých zrnok povýstřelových zplodin. Největší počet zrnok povýstřelových zplodin je na vzdálenost 1 a 1,5 m u pepřové nábojky, za ni se řadí akustická nábojka. Nejméně zrnok povýstřelových zplodin je u akustické nábojky Super Flash, rozdíl mezi akustickými nábojkami činí pouhých 17 zrnok povýstřelových zplodin. Při střelbě na vzdálenost 2 m je největší počet zrnok povýstřelových zplodin u akustické nábojky Super Flash. O jedno zrno méně má pepřová nábojka. Nejmenší počet zrnok povýstřelových zplodin je u akustické nábojky.



Graf 4. Povýstřelové zplodiny [vlastní zdroj]

Podkapitola se zabývala zhodnocením jednotlivých experimentálních měření. Bylo zjištěno, že nejvyšší průměrnou rychlost mají náboje typu Flobert určené do flobertového revolveru. Druhé nejrychlejší jsou diabolky. Následují paintballové střely. Nejpomalejší jsou plastové sférické střely. Dále byl zhodnocen orientační rozptyl v závislosti na vzdálenosti a střelné zbraní. Následovalo zhodnocení ranivého potenciálu a kvalifikovaný odhad možného ranivého účinku. Největší ranivý účinek má flobertový revolver, u kterého by mohlo vzniknout až středně těžké poranění. Lehké střelné poranění může způsobit vzduchová pistole a hematomy může vyvolat mechanická airsoftová pistole a paintballová pistole. Poslední zhodnocení se zabývalo povýstřelovými zplodinami jednotlivých nábojek, přesným počtem zrněk, zachycených při výstřelu na papír. Ze všech vzdáleností se na papír zachytilo nejvíce zrněk povýstřelových zplodin u pepřové nábojky, kromě vzdálenosti 2 m. Na tuto vzdálenost se zachytilo nejvíce zrněk povýstřelových zplodin od akustické nábojky Super Flash.

## **6.2. Návrh vhodných střelných zbraní kategorie D pro vybrané pracovní pozice v průmyslu komerční bezpečnosti**

Podkapitola se zabývá návrhem vhodných střelných zbraní, které byly vybrány pro experimentální měření a mohou být využity pracovníky v PKB.

Na základě provedených zhodnocení experimentálních měření byly zvoleny tři typy střelných zbraní kategorie D, které mohou mít uplatnění v PKB. Jedná se především o flobertový revolver, expanzní a paintballovou pistoli.

Navrhované střelné zbraně lze využít pro pracovní pozice, jež využívají střelné zbraně na základě charakteru zvolené zakázky. Jedná se především o soukromého kurýra, soukromého detektiva a strážného.

Pro soukromého kurýra lze navrhnout flobertový revolver a expanzní pistoli. Důvodem použití flobertového revolveru je především jeho podobný vzhled a účinnost (ranivý účinek) jako u „ostrých“ zbraní. Účinnost je dána především vhodným výběrem nábojů typu Flobert, což se prokázalo při experimentálním měření. Flobertky se rovněž dají využít k nácvičku střelby a manipulaci se zbraní. Expanzní pistole nebo expanzní revolvery je možné použít z obdobného důvodu. Za výhodu u expanzních zbraní lze považovat možnost volby z více druhů nábojek s rozdílnými účinky, což ovlivní výsledné použití této zbraně.



U soukromého detektiva, vzhledem k jeho pracovním činnostem, které většinou nejsou podmíněny používáním střelných zbraní, je možno doporučit všechny navrhované střelné zbraně. Hlavním důvodem k využití všech tří střelných zbraní kategorie D je demonstrativní účel. Dále může tyto střelné zbraně využít k sebeobraně.

Strážným, vzhledem k jejich pracovním činnostem, lze navrhnout použití expanzní nebo paintballové pistole. Pokud střeží významnější objekty, je možné doporučit použít flobertový revolver. I zde mají navrhované střelné zbraně kategorie D demonstrativní účinek. Případně je lze použít na plašení zvěře.

I když expanzní pistole byla doporučena pro všechny tři pracovní pozice, je třeba vyvarovat se použití pepřové nábojky v uzavřené místnosti a ve venkovních podmínkách za protivětru. Toto doporučení je z důvodu zasažení střelce (pokud je astmatik, může být vyvolán až astmatický záchvat).

V podkapitole byly navrženy střelné zbraně kategorie D pro konkrétní pracovní pozice v PKB, které při plnění svých pracovních povinností využívají střelné zbraně na základě charakteru zakázky. Také byly uvedeny jejich výhody a důvody výběru.

Závěrečná kapitola se zabývala zhodnocením a porovnáním použitých střelných zbraní a střeliva na základě jednotlivých experimentálních měření. Z toho vyplynulo, že nejúčinnější vybranou střelnou zbraní kategorie D je flobertový revolver, následuje vzduchová pistole. Nejméně účinné jsou paintballová a airsoftová pistole. V expanzní pistoli se používají nábojky, které nemají pevnou střelu. Proto ji nelze porovnávat s výše zmíněnými střelnými zbraněmi kategorie D. Další část se zabývala výběrem doporučených střelných zbraní kategorie D a určením vhodnosti těchto zbraní pro pracovní pozice v průmyslu komerční bezpečnosti.

## ZÁVĚR

Obsahem první kapitoly bylo definovat základní terminologii, pracovní pozice a právní předpisy v oblasti PKB. Dále byly popsány pojmy, jako je ochrana a obrana, sebeobrana a profesní obrana. Bylo zjištěno, že ze znalostí sebeobrany vychází bojové umění, sport nebo bojový systém, přičemž profesní obrana se rozděluje na obranu státu a komerční obranu. V následující části kapitoly bylo uvedeno rozdělení pracovních pozic v PKB do tří různých kategorií a to na základě využití střelných zbraní. V poslední části kapitoly jsou popsány právní předpisy trestního zákoníku s využitím ustanovení o krajní nouzi a nutné obraně. Následuje popis zákona o střelných zbraních a střelivu s uvedením stěžejních ustanovení, kterými jsou kategorie zbraní.

Druhá kapitola se zabývala střelnými zbraněmi a střelivem do těchto zbraní. Byly určeny střelné zbraně kategorie D podle právního předpisu a normy ČSN 39 5002-1. Byl proveden výběr střelných zbraní kategorie D, které jsou stanoveny podle zadání diplomové práce. Jednalo se o palné a plynové zbraně. Do vybraných střelných zbraní byl zvolen jeden či dva druhy střeliva.

Poslední kapitola teoretické části práce se zabývala popisem balistiky, která ke svému zkoumání využívá poznatků z různých oblastí. Balistika byla rozdělena na 10 variant a 4 oblasti. Jednou z oblastí je ranivá balistika, zabývající se dopadem střely na živý cíl. Ta se mimo jiné zabývá i mechanismem střelného poranění, který lze zkoumat ze dvou hledisek, a to technického a lékařského. Technické hledisko zkoumá děje, vznikající při dopadu střely na živý cíl. Lékařský pohled zahrnuje poznatky lékařů při hodnocení střelných poranění. Dále byly vysvětleny pojmy, jako je ranivý potenciál a ranivý účinek. U ranivého účinku byly popsány faktory a složky, které ho ovlivňují. Pro experimentální zjišťování ranivého účinku se používají náhradní biologické materiály mající podobné vlastnosti jako lidské tělo. Náhradními biologickými materiály jsou nejčastěji zvířata, jejich izolované orgány nebo lidské mrtvoly. Pro experimentální zjišťování a posuzování ranivého potenciálu se používají tuhé nebo plastické materiály, což je především plastelína, želatina, mýdlo a směs petrolátu a parafinu. Mezi tuhé náhradními materiály pro měření ranivého potenciálu se používá nejčastěji dřevo a hlína (jíl).

V rámci čtvrté kapitoly byly popsány použité přístroje, pomůcky, ale i další nezbytné věci, týkající se přípravy experimentálního měření. Jednalo se o vybrané střelné zbraně

kategorie D a jejich vhodné střelivo. Materiály, na kterých bude provedeno experimentální měření, byly vybrány na závěr kapitoly.

Pátá kapitola diplomové práce se týkala experimentálního měření na náhradním materiálu. U všech vybraných střelných zbraní kategorie D byla zjištěna průměrná rychlost střel a rozmezí, ve kterém se mohou pohybovat (např. diabolky PRO MATCH mají průměrnou rychlost  $93,0 \pm 4,5$  m/s). Následovalo měření ke zjištění přesnosti střelby, přičemž z každé střelné zbraně bylo vystřeleno  $3 \times$  na standardní pistolový terč a na různé vzdálenosti. Byl vyhodnocen střední bod zásahu a rozptyl (např. mechanická airsoftová pistole má rozptyl na 15 m 7,7 cm). Dále bylo provedeno měření zaměřené na zjištění ranivého potenciálu na náhradním materiálu. Z tohoto měření vyplynulo, že náboje typu Flobert určené do flobertového revolveru proniknou do náhradního materiálu nejhlouběji na vzdálenost 2 m (průměrná hloubka zástřelu u náboje typu Flobert .22 Flobert CB je  $42,9 \pm 9,8$  mm). U dalších dvou střelných zbraní (airsoftová a paintballová zbraň) vznikly pouze nástřely, pro které jsou konstruovány, nikoliv zástřely či dokonce průstřely. Měřením se ověřila jejich schopnost neproniknout do náhradního materiálu. Poslední střelnou zbraní tohoto měření byla vzduchová pistole, u které se potvrdilo, že může způsobit zástřel nebo průstřel. Diabolky použité do vzduchové pistole měly různé tvary a tím i rozdílnou pronikající schopnost do náhradního materiálu. Pro expanzní pistoli bylo provedeno samostatné měření povýstřelových zplodin, protože nedisponuje pevnou střelou. Z tohoto měření se potvrdil předpokládaný výsledek, že s rostoucí vzdáleností se bude zvětšovat průměr zasažené plochy a zmenšovat množství zrnok povýstřelových zplodin přilepených na papíře. Při výstřelu se totiž vytvoří oblak dýmu, který se rozprostírá do prostoru. Závěr kapitoly se věnoval měření ranivého potenciálu na náhradním materiálu a zjištění možného ranivého účinku na měkké tkáni pro určení kvalifikovaného odhadu ranivého účinku. Z měření vyplynulo, že vepřová měkká tkáň s kůží je značně odolná proti expanzní zbraní. Je to způsobeno tím, že je silnější než lidská kůže. Proto nepronikla vepřovou kůží žádná nábojka. Na měkké tkáni nevznikl průstřel ani zástřel, ale pouze nástřel. Rozdílná situace je u lidské měkké tkáně s kůží, u které by na kontaktní vzdálenost mohlo vzniknout i smrtelné poranění v oblasti hlavy (obličej), krku a dutiny břišní.

Poslední kapitola byla zaměřena na zhodnocení a porovnání použitých střelných zbraní a střeliva na základě jednotlivých experimentálních měření. Z toho vyplynulo, že nejúčinnější je flobertový revolver, následuje vzduchová pistole. Nejméně účinné jsou paintballová a airsoftová pistole. Do expanzní pistole lze použít jen nábojku

neobsahující pevnou střelu. Z tohoto důvodu ji nelze porovnávat s výše zmíněnými střelnými zbraněmi. Důvodem tohoto pořadí je to, že náboj typu Flobert .22 Flobert CB obsahuje menší množství střelného prachu spolu se zápalkovou složi, které udají střele rychlost. Náboj typu Flobert 6 mm ME Flobert Court obsahuje pouze zápalkovou slož, proto má menší rychlost. Druhým nejrychlejším druhem střeliva jsou diabolky do vzduchové pistole, protože po stisku spouště dojde k uvolnění pístu, což má za následek, že píst před sebou tlačí vzduch a ten udělí energii diabolce. Další v pořadí jsou paintballové střely, kterým uděluje počáteční rychlost plyn  $\text{CO}_2$ . Poslední střelnou zbraní, která je nejpomalejší, je mechanická airsoftová pistole. Rychlost plastových sférických střel je závislá na síle poháněné pružiny. Následoval výběr doporučených střelných zbraní kategorie D a určení vhodnosti pro pracovní pozice v průmyslu komerční bezpečnosti.

Stanovená hypotéza, která byla uvedena v úvodu práce, se potvrdila v jednotlivých částech práce. Jedná se zejména o velmi kvalitní napodobeniny „ostrých“ zbraní. Na vzdálenost 2 m není možné s jistotou určit, zda se jedná o „ostrou“ či jinou střelnou zbraň. Na schopnosti určení střelné zbraně mají vliv i světelné podmínky.

Co se týká vzniklého střelného poranění, tak střelné zbraně kategorie D nedokáží způsobit takové střelné poranění, jako „ostré“ zbraně, ale i tak některé mohou zapříčinit vážná střelná poranění nebo až smrt.

V této práci při kvalifikovaném určování ranivého účinku z ranivého potenciálu vyplynul problém, což je neexistující ekvivalentní přepočítání mezi nimi. Ranivý účinek lze odhadnout pouze na základě experimentálního měření. Zaměření práce je na krátké střelné zbraně kategorie D. Další prací by mohlo být zjištění ranivých účinků dlouhých střelných zbraní kategorie D a porovnání výsledků s krátkými střelnými zbraněmi kategorie D. Následujícím námětem pro další zkoumání je zjištění a určení zastavovacího a ranivého účinku při použití krátké či dlouhé střelné zbraně kategorie D přes letní nebo zimní části oblečení.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] ČESKÁ REPUBLIKA. Zákon č. 119/2002 Sb.: O střelných zbraních a střelivu. In:48/2009. Praha: Tiskárna Ministerstva vnitra, 2002, částka 16, číslo 119/2002, s. 48. ISSN 1211-1244. Dostupné také z: [www.mvcr.cz](http://www.mvcr.cz). S úpravou k 1.7.2014.
- [2] ČSN 39 5002-1. Civilní střelné zbraně a střelivo. Všeobecné termíny a definice. Praha: ÚNMZ, 1996.
- [3] HEARD, Brian J. Handbook of firearms and ballistics: examining and interpreting forensic evidence. Hoboken, NJ: Wiley-Blackwell, 2008, xiv, 402 p. ISBN 0470694602.
- [4] KNEUBUEHL, Beat P. Balistika: střely, přesnost střelby, účinek. Vyd. 1. Praha: Naše vojsko, 2004, 235 s. ISBN 80-206-0749-8.
- [5] LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management I. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2011, 316 s. ISBN 978-80-87500-05-7.
- [6] LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management II. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2012, 386 s. ISBN 978-80-87500-19-4.
- [7] LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management III. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2013, 456 s. ISBN 978-80-87500-35-4.
- [8] LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management IV. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2014, 390 s. ISBN 978-80-87500-57-6.
- [9] LUKÁŠ, Luděk. Bezpečnostní technologie, systémy a management V. 1. vyd. Zlín: VeRBuM, 2015, 368 s. ISBN 978-80-87500-67-5.
- [10] MALÁNÍK, Zdeněk. Obranná situace a pracovník průmyslu komerční bezpečnosti (I). *Bezpečnostní zpravodaj* [online]. 2013 [cit. 2016-02-28]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostni-zpravodaj.cz/obranna-situace-a-pracovnik-prumyslu-komerčni-bezpecnosti-i/>
- [11] MAKSIMOV, Alexey. *Řešení obranných situací soukromým kurýrem*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2010, 74 s. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/14269>. Tomas Bata University in Zlín. Faculty of Applied Informatics, Ústav elektrotechniky a měření. Vedoucí práce Maláník, Zdeněk.

- [12] PAVLICA, Tomáš. *Způsoby hodnocení pracovníků průmyslu komerční bezpečnosti ve střelbě*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012, 83 s. (98 040 znaků). Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/18775>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky, Ústav elektroniky a měření. Vedoucí práce Maláník, Zdeněk.
- [13] KOVAČOVIC, Mário. *Problematika plnění úkolů bezpečnostním pracovníkem ve společenských zařízeních*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2012, 65 s. (10 254). Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/22083>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky, Ústav bezpečnostního inženýrství. Vedoucí práce Maláník, Zdeněk.
- [14] Česká republika. Trestní zákoník. In: *40/2009 Sb.* 08. 01. 2009, č. 11, 2009.
- [15] PLANKA, Bohumil. *Kriminalistická balistika*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010, 660 s. ISBN 978-80-7380-036-9.
- [16] Nauka o zbraních. *Zbrankvalitne.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://zbrankvalitne.cz/zbrojni-prukaz/nauka-o-zbranich/>
- [17] Flobertky. *Streleckyraj.cz* [online]. Brno, 2016 [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://www.streleckyraj.cz/flobertky/>
- [18] Flobertka: Ahoj, já jsem flobertka. *Zbraně Šubrt.cz* [online]. České Budějovice, 2014 [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://www.flobertka.cz/>
- [19] Plynovky. *Streleckyraj.cz* [online]. Brno, 2016 [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://www.streleckyraj.cz/plynovky/pistole/plynovky/>
- [20] Plynovky - plynové pistole - plynové revolvery. *Supra.cz* [online]. Praha, 2011 [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://www.supra.cz/plynovky/>
- [21] O airsoftu. *Airsoft.cz* [online]. 2011 [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: <http://airsoft.cz/co-je-to-airsoft/o-airsoftu>
- [22] CO JE TO AIRSOFT ZBRANĚ. *Divertanti.cz* [online]. 2004 [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: [http://www.divertanti.cz/definice\\_zbrane](http://www.divertanti.cz/definice_zbrane)
- [23] Funzionamento dell'Hopup Stampa. *Softairgun.it* [online]. 2014 [cit. 2016-04-13]. Dostupné z: [http://www.softairgun.it/index.php?option=com\\_content&view=article&id=40:funzionamento-dell-hopup&catid=22&Itemid=154](http://www.softairgun.it/index.php?option=com_content&view=article&id=40:funzionamento-dell-hopup&catid=22&Itemid=154)

- [24] Kuličky. *Perlot.cz* [online]. Nové Dvory, 2016 [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <http://www.perlot.cz/paint.htm>
- [25] O paintballu. *Paintball-milovice.cz* [online]. 2007 [cit. 2016-04-14]. Dostupné z: <http://www.paintball-milovice.cz/o-paintballu/>
- [26] Typy vzduchovek. *Strelectvi.info* [online]. [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.strelectvi.info/cz200s/zaklady.htm>
- [27] Vzduchovky, větrovky a vše kolem – podrobný rozbor. *Postapo.cz* [online]. 2013 [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://postapo.cz/nutne-k-preziti/zbrane-a-pasti/vzduchovky-vetrovky-a-vse-kolem-podrobny-rozbor/>
- [28] Parts of a Cartridge: A rifle cartridge has four parts. *Internacional Hunter Education Association (IHEA)* [online]. 2002 [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <http://homestudy.ihea.com/ammo/04cartridge.htm>
- [29] KADLEČEK, Petr. *Hodnocení osobních chemických obranných prostředků*. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2014. Dostupné také z: <http://hdl.handle.net/10563/29940>. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky, Ústav elektroniky a měření. Vedoucí práce Maláník, Zdeněk.
- [30] Diabolky. *Colosus.cz* [online]. Třinec, 2016 [cit. 2016-04-09]. Dostupné z: <http://www.colosus.cz/zbrane/diabolky/cal-4-5mm/>
- [31] Support material. *Gamo* [online]. Barcelona, 2016 [cit. 2016-04-15]. Dostupné z: <http://www.gamo.com/wp-content/uploads/Pellets-Poster.pdf>
- [32] Broky No. 11 4,5mm 300ks. *ArmyPrerov.cz* [online]. 2013 [cit. 2016-04-11]. Dostupné z: <http://www.armyprerov.com/detail/2279824-Broky-No-11-45mm-300ks>
- [33] PLANKA, Bohumil a Jiří STRAUS. *Praktická cvičení z kriminalistické balistiky*. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2010, 172 s. ISBN 978-80-7251-320-8.
- [34] JUŘÍČEK, Ludvík. *Ranivá balistika I: (úvod do studia ranivé balistiky)*. Vyd. 1. Brno: Vysoká škola Karla Engliše, 2013, 111 s. ISBN 978-80-86710-69-3.
- [35] PLÍHAL, Bohumil. *Přechodová balistika hlavních zbraní*. Vyd. 1. Brno: Univerzita obrany, 2007, ii, 117 s. ISBN 978-80-7231-242-9.

- [36] JUŘÍČEK, Ludvík. *Ranivý potenciál malorážových střel a jeho hodnocení*. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2015. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-222-8.
- [37] KLEIN, Leo a Alexander FERKO. *Principy válečné chirurgie*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-0735-7.
- [38] Hradla Shooting Chrony Beta Master pro měření rychlosti. *Gun.cz* [online]. Brno, 2016 [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: [http://gun.cz/29541-Hradla\\_Shooting\\_Chrony\\_Beta\\_Master\\_pro\\_mereni\\_rychlosti/](http://gun.cz/29541-Hradla_Shooting_Chrony_Beta_Master_pro_mereni_rychlosti/)
- [39] POWERFIX® Messsschieber digital. *Lidl* [online]. Neckarsulm, 2016 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.lidl.de/de/powerfix-messsschieber-digital/p22458>
- [40] Matrix™. *Battenfeld Technologies.com* [online]. Jižní Karolína, 2016 [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://www.battenfeldtechnologies.com/caldwell/catalog.asp/?product=matrix>
- [41] Svinovací metry Tylon™ - metrická/palcová stupnice. *STANLEY* [online]. Praha, 2016 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.stanleyworks.cz/products/detail/M%C4%9B%C5%99en%C3%AD+a+zn a%C4%8Den%C3%AD/Svinovac%C3%AD+metry/Svinovac%C3%AD+metry+Tylon%E2%84%A2++metrick%C3%A1fwdslashpalcov%C3%A1+stupnice>
- [42] Záchrana pro všechny kutily – HERKULES 500g. *Herkules* [online]. 2016 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.herkules-lepidlo.cz/rsc5351-zachrana-pro-vsechny-kutily-herkules-500g>
- [43] Atak Arms - Flobertka Zoraki Streamer R1 3 inch, cal. 6mm, matný chrom. *Alfa tactical.cz* [online]. Plzeň, 2016 [cit. 2016-03-26]. Dostupné z: <http://www.alfatactical.cz/atak-arms-flobertka-zoraki-streamer-r1-3-inch-cal-6mm-matny-chrom.html>
- [44] Plynová pistole Walther P22 černá cal.9mm. *Colosus.cz* [online]. Třinec, 2016 [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://www.colosus.cz/plynova-pistole-umarex-walther-p22-cerna/#popis>
- [45] CZ 75, First Model, HG, s Hop, Tokyo Marui. *AirsoftGuns.cz* [online]. Ústí nad Orlicí, 2016 [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://www.airsoftguns.cz/cz-75-tokyo-marui>



- [46] TiPX Pistol. *Tippmann.com* [online]. Fort Wayne, 2016 [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://www.tippmann.com/p/tipx-pistol?pp=24>
- [47] TEX 086. *Vzduchovka.cz* [online]. 2008 [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://www.vzduchovka.cz/prehled/70000/70000.html>
- [48] Detail produktu 6 mm ME FLOBERT COURT: V355427. *Sellier-Bellot* [online]. Vlašim, 2016 [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://www.sellier-bellot.cz/produkty/naboje-s-okrajovym-zapalem/naboje-s-okrajovym-zapalem/seznam-produktu/detail/107/>
- [49] Detail produktu .22 FLOBERT CB: V355417. *Sellier-Bellot.cz* [online]. Vlašim, 2016 [cit. 2016-03-28]. Dostupné z: <http://www.sellier-bellot.cz/produkty/naboje-s-okrajovym-zapalem/naboje-s-okrajovym-zapalem/seznam-produktu/detail/97/>
- [50] Geco Super Flash 9mm PAK Knallpatronen für Schreckschuss. *Waffen-ostheimer.de* [online]. 2014 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.waffenostheimer.de/geco-9mm-pak-patronen-knall-super-flash-mit-blitzeffekt-schreckschuss-pistolen.html>
- [51] 9 mm P.A.K. UMAREX - akustická nábojka. *Zbraně a střelivo Liberec* [online]. Liberec, 2013 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.zbraneliberec.cz/obchod/strelivo/plynove-akusticke/-/9-mm-p.a.k.-umarex--50-ks-akusticka-nabojka>
- [52] Plynové nábojky PV Nonivamid Cal.9mm P.A. *Pistole.sk* [online]. Nižná na Orave [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.pistole.sk/peter/eshop/7-1-Naboje/29-2-Plyn-nabojky-PV-proti-zveri/5/118-Plynove-nabojky-PV-Nonivamid-Cal-9mm-P-A>
- [53] Kuličky BB 6mm 0,20g 2000 ks bílé Combat Zone. *Colosus.cz* [online]. Třinec, 2016 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.colosus.cz/kulicky-bb-6mm-0-20g-2000-ks-bile-combat-zone/>
- [54] Titanium Premium Plus Orange/Blue-Orange. *Paintballshop.cz* [online]. 2016 [cit. 2016-04-01]. Dostupné z: <https://www.paintballshop.cz/kulicky/titanium-premium-plus-orange-blue-orange>
- [55] Rozměry papíru formátu A4, A5, A6, A3, .. *Rozměry-velikosti.cz* [online]. [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.rozmary-velikosti.cz/papir-a4-a5.htm>
- [56] Skicák pro výtvarníky KOH-I-NOOR POP SKETCH A3 (110g/m<sup>2</sup>, 20archů). *Artmanie.cz* [online]. Praha, 2015 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z:

- <http://www.artmanie.cz/skicak-pro-vytvarniky-koh-i-noor-pop-sketch-a3-110g-m2-20archu>
- [57] Pistolový terč 50/20 zúžený. *Tiskárna Akord Chomutov* [online]. Chomutov, 2016 [cit. 2016-04-03]. Dostupné z: <http://www.akord.cz/Sablony/Detail?groupCode=St%C5%99eleck%C3%A9%20ter%C4%8De&itemCode=527>
- [58] Hmota modelovací 131501 bílá. *KOH-I-NOOR HARDTMUTH* [online]. České Budějovice, 2016 [cit. 2016-03-31]. Dostupné z: <http://www.koh-i-noor.cz/shop/hmota-modelovaci-131501-bila?rc=36>
- [59] Fonds d'écran Kung Fu PC et Tablettes. *Gentside sport* [online]. Paříž, 2016 [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://sport.gentside.com/kung-fu/wallpaper>
- [60] Site news: Taekwondo. *Monoux College* [online]. Londýn, 2016 [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://learn.sgmc.ac.uk/mod/forum/discuss.php?d=8127>
- [61] Seminář KRAV MAGA a IMPROVIZOVANÉ ZBRANĚ V SEBEOBRANĚ. *Mendelova Univerzita Brno* [online]. Brno, 2015 [cit. 2016-04-16]. Dostupné z: <http://csa.mendelu.cz/27048n-seminar-krav-maga-a-improvizovane-zbrane-v-sebeobrane>
- [62] *KENTAUR: Zbraně a střelivo* [online]. Praha, 2014 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.kentaurzbrane.cz/index.php?route=product/category&path=72>
- [63] *Streleckyraj.cz: Plynovky* [online]. Brno, 2016 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.streleckyraj.cz/plynovky/pistole/plynovky/>
- [64] *Airsoftguns: Airsoft zbraně* [online]. Ústí nad Orlicí, 2016 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.airsoftguns.cz/airsoft-zbrane>
- [65] *AERON CZ* [online]. Brno, 2016 [cit. 2016-04-17]. Dostupné z: <http://www.aczshop.cz/index.php>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

PKB	Průmysl komerční bezpečnosti
DPPC	Dohledové a poplachové přijímací centrum
SA	Single Action
DA	Double Action
ABS	Akrylonitrilbutadienstyren
HIPS	Houževnatý polystyren
CO <sub>2</sub>	Oxid uhličitý
Směr. odch.	Směrodatná odchylka
Rel. chyba měř.	Relativní chyba měření

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. 1. Dělení obrany [vlastní zdroj]</i> .....	14
<i>Obr. 2. Kung Fu [59]</i> .....	15
<i>Obr. 3. Taekwon – Do [60]</i> .....	15
<i>Obr. 4. Krav Maga [61]</i> .....	16
<i>Obr. 5. Popis částí pistole [vlastní zdroj]</i> .....	27
<i>Obr. 6. Popis částí revolveru [vlastní zdroj]</i> .....	28
<i>Obr. 7. Zástupci flobertových zbraní [62]</i> .....	29
<i>Obr. 8. Zástupci expanzních zbraní [63]</i> .....	30
<i>Obr. 9. Zástupci airsoftových zbraní [64]</i> .....	31
<i>Obr. 10. Fixní Hop – Up systém [23]</i> .....	32
<i>Obr. 11. Zástupci paintballových zbraní [25]</i> .....	33
<i>Obr. 12. Zástupci vzduchovek [62]</i> .....	34
<i>Obr. 13. Způsoby natahování vzduchovky [26]</i> .....	35
<i>Obr. 14. Zástupci větrovek [65]</i> .....	35
<i>Obr. 15. Druhy větrovek [26]</i> .....	36
<i>Obr. 16. Náboj [28]</i> .....	37
<i>Obr. 17. Druhy zápalek [15]</i> .....	38
<i>Obr. 18. Náboje typu Flobert [vlastní zdroj]</i> .....	39
<i>Obr. 19. Nábojka [vlastní zdroj]</i> .....	39
<i>Obr. 20. Plastové sférické střely [vlastní zdroj]</i> .....	42
<i>Obr. 21. Paintballová střela [vlastní zdroj]</i> .....	42
<i>Obr. 22. Druhy diabolek [31]</i> .....	43
<i>Obr. 23. Broky [32]</i> .....	43
<i>Obr. 24. Dělení balistiky [35]</i> .....	48
<i>Obr. 25. Typy střelných poranění [15]</i> .....	50
<i>Obr. 26. Plastelína [36]</i> .....	55
<i>Obr. 27. Želatína [36]</i> .....	55
<i>Obr. 28. Mýdlo [36]</i> .....	56
<i>Obr. 29. Směs petrolátu a parafínu [37]</i> .....	56
<i>Obr. 30. Hradla Shooting Chrony Beta Master [38]</i> .....	61
<i>Obr. 31. Digitální posuvné měřidlo Powerfix Z11155 [vlastní zdroj]</i> .....	62
<i>Obr. 32. Střelecká stolice Caldwell Matrix [vlastní zdroj]</i> .....	62

<i>Obr. 33. Svinovací metr Stanley Tylon [vlastní zdroj]</i> .....	63
<i>Obr. 34. Lepidlo Herkules [vlastní zdroj]</i> .....	63
<i>Obr. 35. Flobertový revolver Zoraki Streamer R1 [vlastní zdroj]</i> .....	65
<i>Obr. 36. Expanzní pistole Umarex Walther P22 [vlastní zdroj]</i> .....	66
<i>Obr. 37. Airsoftová pistole Tokyo Mauri model CZ 75 [vlastní zdroj]</i> .....	67
<i>Obr. 38. Paintballová pistole Tippmann TiPX [vlastní zdroj]</i> .....	68
<i>Obr. 39. Vzduchová pistole TEX 086 [vlastní zdroj]</i> .....	69
<i>Obr. 40. Náboj typu Flobert 6 mm ME Flobert Court [vlastní zdroj]</i> .....	70
<i>Obr. 41. Náboj typu Flobert .22 Flobert CB [vlastní zdroj]</i> .....	71
<i>Obr. 42. Akustická nábojka Super Flash [vlastní zdroj]</i> .....	71
<i>Obr. 43. Akustická nábojka [vlastní zdroj]</i> .....	72
<i>Obr. 44. PV nábojka [vlastní zdroj]</i> .....	72
<i>Obr. 45. Plastová sférická střela 6 mm [vlastní zdroj]</i> .....	73
<i>Obr. 46. Paintballová střela Titanium Premium Plus [vlastní zdroj]</i> .....	74
<i>Obr. 47. Diabolka PRO MATCH [vlastní zdroj]</i> .....	75
<i>Obr. 48. Diabolka Cobra [vlastní zdroj]</i> .....	75
<i>Obr. 49. Papír KOH-I-NOOR Pop Sketch [vlastní zdroj]</i> .....	76
<i>Obr. 50. Pistolový terč [57]</i> .....	76
<i>Obr. 51. Modelovací hmota KOH-I-NOOR [vlastní zdroj]</i> .....	77
<i>Obr. 52. Měkká tkáň – vepřové maso s kůží [vlastní zdroj]</i> .....	78
<i>Obr. 53. Trigger Service, s.r.o. [vlastní zdroj]</i> .....	79
<i>Obr. 54. Pracoviště pro měření rychlostí střel [vlastní zdroj]</i> .....	80
<i>Obr. 55. Pracoviště pro měření rozptylu [vlastní zdroj]</i> .....	84
<i>Obr. 56. Rozptyl flobertového revolveru Zoraki Streamer R1 [vlastní zdroj]</i> .....	85
<i>Obr. 57. Rozptyl airsoftové pistole Tokyo Mauri model CZ 75 [vlastní zdroj]</i> .....	86
<i>Obr. 58. Rozptyl paintballové pistole Tippmann TiPX [vlastní zdroj]</i> .....	87
<i>Obr. 59. Rozptyl vzduchové pistole TEX 086 [vlastní zdroj]</i> .....	88
<i>Obr. 60. Pracoviště při měření ranivého potenciálu [vlastní zdroj]</i> .....	89
<i>Obr. 61. Vzniklé zástřely v náhradním materiálu – nábojů typu Flobert 6 mm ME Flobert Court [vlastní zdroj]</i> .....	90
<i>Obr. 62. Vzniklé zástřely v náhradním materiálu – nábojů typu Flobert .22 Flobert CB [vlastní zdroj]</i> .....	91

<i>Obr. 63. Vzniklé nástřely v náhradním materiálu - plastové sférické střely v ráži 6 mm [vlastní zdroj] .....</i>	<i>92</i>
<i>Obr. 64. Vzniklé nástřely v náhradním materiálu – paintballové střely Titanim Premium Plus [vlastní zdroj] .....</i>	<i>93</i>
<i>Obr. 65. Vzniklé zástřely v náhradním materiálu – diabolky PRO MATCH [vlastní zdroj] .....</i>	<i>94</i>
<i>Obr. 66. Vzniklé zástřely v náhradním materiálu – diabolky Cobra [vlastní zdroj] .....</i>	<i>95</i>
<i>Obr. 67. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 0,25 m [vlastní zdroj] .....</i>	<i>96</i>
<i>Obr. 68. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 0,5 m [vlastní zdroj] .....</i>	<i>97</i>
<i>Obr. 69. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 1 m [vlastní zdroj] .....</i>	<i>97</i>
<i>Obr. 70. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 1,5 m [vlastní zdroj] .....</i>	<i>98</i>
<i>Obr. 71. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 2 m [vlastní zdroj] .....</i>	<i>98</i>
<i>Obr. 72. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 0,25 m [vlastní zdroj] .....</i>	<i>99</i>
<i>Obr. 73. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 0,5 m [vlastní zdroj] .....</i>	<i>99</i>
<i>Obr. 74. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 1 m [vlastní zdroj] .....</i>	<i>100</i>
<i>Obr. 75. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 1,5 m [vlastní zdroj] .....</i>	<i>100</i>
<i>Obr. 76. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 2 m [vlastní zdroj] .....</i>	<i>101</i>
<i>Obr. 77. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 0,25 m [vlastní zdroj] .....</i>	<i>101</i>
<i>Obr. 78. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 0,5 m [vlastní zdroj] .....</i>	<i>102</i>
<i>Obr. 79. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 1 m [vlastní zdroj] .....</i>	<i>102</i>
<i>Obr. 80. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 1,5 m [vlastní zdroj] .....</i>	<i>103</i>
<i>Obr. 81. Obrazec povýstřelových zplodin ze vzdálenosti 2 m [vlastní zdroj] .....</i>	<i>103</i>
<i>Obr. 82. Zástřel v náhradním materiálu [vlastní zdroj] .....</i>	<i>104</i>
<i>Obr. 83. Nástřely na měkké tkáni [vlastní zdroj] .....</i>	<i>105</i>

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. 1. Fyzikální a mechanická vlastnosti náhradních materiálů [34, 36] .....</i>	<i>57</i>
<i>Tab. 2. Parametry hradla Shooting Chrony Bata Master [38] .....</i>	<i>60</i>
<i>Tab. 3. Parametry digitálního posuvného měřidla Powerfix Z11155 [39] .....</i>	<i>61</i>
<i>Tab. 4. Parametry střelecké stolice Caldwell Matrix [40] .....</i>	<i>62</i>
<i>Tab. 5. Parametry flobertového revolveru Zoraki Streamer R1 [43] .....</i>	<i>64</i>
<i>Tab. 6. Parametry expanzní pistole Umarex Walther P22 [44] .....</i>	<i>65</i>
<i>Tab. 7. Parametry airsoftové pistole Tokyo Mauri model CZ 75 [45] .....</i>	<i>66</i>
<i>Tab. 8. Parametry paintballové pistole Tippmann TiPX [46] .....</i>	<i>67</i>
<i>Tab. 9. Parametry vzduchové pistole TEX 086 [47] .....</i>	<i>68</i>
<i>Tab. 10. Parametry náboje typu Flobert 6 mm ME Flobert Court [48] .....</i>	<i>70</i>
<i>Tab. 11. Parametry náboje typu Flobert .22 Flobert CB [49] .....</i>	<i>70</i>
<i>Tab. 12. Parametry akustické nábojky Super Flash [50] .....</i>	<i>71</i>
<i>Tab. 13. Parametry akustické nábojky [51] .....</i>	<i>72</i>
<i>Tab. 14. Parametry PV nábojky [52] .....</i>	<i>72</i>
<i>Tab. 15. Parametry plastové sférické střely 6 mm [53] .....</i>	<i>73</i>
<i>Tab. 16. Parametry paintballové střely Titanium Premium Plus [54] .....</i>	<i>74</i>
<i>Tab. 17. Parametry diabolky PRO MATCH [vlastní zdroj] .....</i>	<i>74</i>
<i>Tab. 18. Parametry diabolky Cobra [vlastní zdroj] .....</i>	<i>75</i>
<i>Tab. 19. Parametry modelovací hmoty KOH-I-NOOR [58] .....</i>	<i>77</i>
<i>Tab. 20. Rychlost střel z nábojů typu Flobert 6 mm ME Flobert Court [vlastní zdroj] .....</i>	<i>80</i>
<i>Tab. 21. Rychlost střel z nábojů typu Flobert .22 Flobert CB [vlastní zdroj] .....</i>	<i>81</i>
<i>Tab. 22. Rychlost plastových sférických střel 6 mm [vlastní zdroj] .....</i>	<i>81</i>
<i>Tab. 23. Rychlost paintballových střel Titanium Premium Plus [vlastní zdroj] .....</i>	<i>82</i>
<i>Tab. 24. Rychlost diabolek PRO MATCH [vlastní zdroj] .....</i>	<i>83</i>
<i>Tab. 25. Rychlost diabolek Umarex Cobra [vlastní zdroj] .....</i>	<i>83</i>
<i>Tab. 26. Ranivý potenciál nábojů typu Flobert 6 ME Flobert Court [vlastní zdroj] .....</i>	<i>89</i>
<i>Tab. 27. Ranivý potenciál nábojů typu Flobert .22 Flobert CB [vlastní zdroj] .....</i>	<i>90</i>
<i>Tab. 28. Ranivý potenciál plastových sférických střel v ráži 6 mm [vlastní zdroj] .....</i>	<i>91</i>
<i>Tab. 29. Ranivý potenciál paintballových střel Titanium Premium Plus [vlastní zdroj] .....</i>	<i>92</i>
<i>Tab. 30. Ranivý potenciál diabolek PRO MATCH [vlastní zdroj] .....</i>	<i>93</i>
<i>Tab. 31. Ranivý potenciál diabolek Cobra [vlastní zdroj] .....</i>	<i>94</i>

---

<i>P III. Tab. 32. Průměrné rychlosti střel [vlastní zdroj] .....</i>	134
<i>P IV. Tab. 33. Orientační rozptyl [vlastní zdroj] .....</i>	135
<i>P V. Tab. 34. Ranivý potenciál [vlastní zdroj] .....</i>	136
<i>P VI. Tab. 35. Povýstřelové zplodiny [vlastní zdroj] .....</i>	137



**SEZNAM GRAFŮ**

<i>Graf 1. Průměrné rychlosti střel [vlastní zdroj] .....</i>	108
<i>Graf 2. Orientační rozptyl [vlastní zdroj] .....</i>	109
<i>Graf 3. Ranivý potenciál [vlastní zdroj] .....</i>	110
<i>Graf 4. Povýstřelové zplodiny [vlastní zdroj] .....</i>	111

**SEZNAM PŘÍLOH**

- P I Měření hustoty modelovací hmoty KOH-I-NOOR
- P II Měření tvrdosti modelovací hmoty KOH-I-NOOR
- P III Průměrné rychlosti střel
- P IV Orientační rozptyl
- P V Ranivý potenciál
- P VI Povýstřelové zplodiny

## PŘÍLOHA P I: MĚŘENÍ HUSTOTY MODELOVACÍ HMOTY KOH-I-NOOR

Měření hustoty modelovací hmoty KOH-I-NOOR				
Informace o měření				
Měřicí přístroj	KERN PLT 2000 - 3DM			
Teplota	22 °C			
Datum měření	20. 11. 2015			
Vzorek 1 MEŘ MENŠÍ 1				
Měření č.	Délka [mm]	Vnitřní průměr [mm]	Hmotnost přípravku a plastelíny [g]	Hmotnost přípravku [g]
1	20,95	16,04	16,564	8,149
2	20,98	16,03		
3	21,10	15,99		
4	21,02	16,05		
5	21,09	16,07		
6	21,03	16,02		
7	21,03	16,00		
8	20,99	16,00		
9	21,01	15,99		
10	20,99	16,02		
Průměrná hodnota	21,02	16,02		
Směrodatná odchylka	0,05	0,03		
Relativní chyba měření	0,22 %	0,17 %		

Výpočet objemu plastelíny:

$$V_{\text{plastelíny}} = \pi \times r^2 \times l \text{ [mm}^3\text{]}$$

$$r = \frac{d}{2} = \frac{16,02}{2} = 8,01 \text{ mm}$$

$$V_{plastelíny} = \pi \times 8,01^2 \times 21,02 = 4236,69 \text{ mm}^3$$

$$u_{V_{plastelíny}} = \sqrt{(2 \times \pi \times r \times l \times d_r)^2 + (2 \times \pi \times r^2 \times d_h)^2} =$$

$$= \sqrt{(2 \times \pi \times 8,01 \times 21,02 \times 0,015)^2 + (\pi \times 8,01^2 \times 0,05)^2} = 18,80 \text{ mm}^3$$

$$V_{plastelíny} = 4236,69 \pm 18,80 \text{ mm}^3$$

Výpočet hustoty plastelíny:

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m_{\text{přípravku + plastelíny}} - m_{\text{přípravku}}}{V_{plastelíny}} \text{ [g/mm}^3\text{]}$$

$$\rho = \frac{m}{V_{plastelíny}} = \frac{16,564 - 8,149}{4236,69} = 1,99 \times 10^{-3} \text{ g/mm}^3 = 1,99 \text{ g/cm}^3$$

$$u_{\rho} = \frac{m}{V_{plastelíny}^2} = \frac{8,415}{4236,69^2} = 8,81 \times 10^{-6} \text{ g/mm}^3 = 0,008 \text{ g/cm}^3 = 0,01 \text{ g/cm}^3$$

$$\rho = 1,99 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$$

Hustota plastelíny je  $1,99 \pm 0,01 \text{ g/cm}^3$ .

## PŘÍLOHA P II: MĚŘENÍ TVRDOSTI MODELOVACÍ HMOTY KOH-I-NOOR

Měření tvrdosti plastelíny KOH-I-NOOR		
Informace o měření		
Měřicí přístroj	OMAG ART 13	
Teplota	23 °C	
Datum měření	16. 11. 2015	
Vzorek 1		
Měření č.	Tvrdost [dle Shore 00]	
1	70,3	
2	69,9	
3	71,6	
4	72,4	
5	68,5	
6	68,7	
7	66,4	
8	67,6	
9	68,1	
10	72,2	
Průměrná hodnota	69,6	
Směrodatná odchylka	2,1	
Relativní chyba měření	2,9 %	

Tvrdost plastelíny je  $69,6 \pm 2,1$  dle Shore 00.

## PŘÍLOHA P III: PRŮMĚRNÉ RYCHLOSTI STŘEL

*P III. Tab. 32. Průměrné rychlosti střel [vlastní zdroj]*

Zbraň	Střelivo	Rychlost [m/s]
<b>Zoraki Streamer R1</b>	6 mm ME Flobert Court	106,4 ± 9,4
	.22 Flobert CB	134,2 ± 15,5
<b>Tokyo Mauri model CZ 75</b>	Plastové sférické střely 6 mm	53,7 ± 0,4
<b>Tippmann TiPX</b>	Titanium Premium Plus	76,6 ± 2,7
<b>TEX 086</b>	PRO MATCH	93,0 ± 4,5
	Cobra	91,0 ± 3,5

## PŘÍLOHA P IV: ORIENTAČNÍ ROZPTYL

*P IV. Tab. 33. Orientační rozptyl [vlastní zdroj]*

Zbraň	5 m	10 m	15 m	20 m	25 m
<b>Zoraki Streamer R1</b>	4,7	8,9	4,9	9,1	-
<b>Tokyo Mauri model CZ 75</b>	1,1	2,3	7,7	11,4	14,7
<b>Tippmann TiPX</b>	3,4	4,1	4,5	10,1	12,2
<b>TEX 086</b>	1,8	2,7	5,3	5,5	4,2

## PŘÍLOHA P V: RANIVÝ POTENCIÁL

*P V. Tab. 34. Ranivý potenciál [vlastní zdroj]*

Zbraň	Střelivo	Vzdálenost				
		Kontaktní	0,25 m	0,5 m	1 m	2 m
<b>Zoraki Streamer R1</b>	6 mm ME Flobert Court	9,4 ± 1,6 mm	12,8 ± 1,7 mm	8,3 ± 1,2 mm	9,2 ± 0,2 mm	26,7 ± 7,3 mm
	.22 Flobert CB	21,1 ± 3,0 mm	22,1 ± 1,6 mm	9,4 ± 1,2 mm	22,8 ± 2,2 mm	42,9 ± 4,8 mm
<b>Tokyo Mauri model CZ 75</b>	plastové sférické střely 6 mm	1,2 ± 0,1 mm	1,3 ± 0,1 mm	1,3 ± 0,1 mm	1,7 ± 0,1 mm	2,0 ± 0,2 mm
<b>Tippmann TiPX</b>	Titanium Premium Plus	0,8 ± 0,3 mm	0,4 ± 0,1 mm	0,5 ± 0,1 mm	2,2 ± 0,5 mm	3,3 ± 0,3 mm
<b>TEX 086</b>	PRO MATCH	4,4 ± 0,2 mm	4,0 ± 0,1 mm	5,7 ± 0,2 mm	5,4 ± 0,4 mm	10,2 ± 1,0 mm
	Cobra	4,6 ± 0,2 mm	4,4 ± 0,2 mm	7,4 ± 0,2 mm	6,8 ± 0,6 mm	11,1 ± 0,5 mm



## PŘÍLOHA P VI: POVÝSTŘELOVÉ ZPLODINY

*P VI. Tab. 35. Povýstřelové zplodiny [vlastní zdroj]*

Střelivo	Vzdálenost				
	0,25 m	0,5 m	1 m	1,5 m	2 m
<b>Akustická nábojka Super Flash</b>	nepočitatelné	nepočitatelné	94 zrněk	48 zrněk	31 zrněk
<b>Akustická nábojka</b>	nepočitatelné	nepočitatelné	111 zrněk	59 zrněk	13 zrněk
<b>Pepřová nábojka</b>	nepočitatelné	nepočitatelné	236 zrněk	69 zrněk	30 zrněk