

Vizualizace povýstřelových zplodin

Jan Sedlář

Bakalářská práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Jan Sedlář**
Osobní číslo: **A11052**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Vizualizace povýstřelových zplodin**

Zásady pro vypracování:

- 1. Seznamte s problematikou rozptylu povýstřelových zplodin, unikajících po výstřelu z krátké palné kulové zbraně (dále jen KPKZ).**
- 2. Analyzujte směry úniku povýstřelových zplodin (dále jen PoZ), při výstřelu standardním střelivem, ze základních konstrukcí KPKZ.**
- 3. Specifikujte hlavní a vedlejší směry úniku PoZ z hlediska jejich orientační koncentrace.**
- 4. Zpracujte vizualizační materiál úniku PoZ při výstřelu z KPKZ.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **VYORAL, Pavel.** Problematika rozptylu povýstřelových zplodin. Zlín, 2013. A11300. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, Ústav bezpečnostního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Zdeněk Maláník, DCv.
2. **VÁVRA, Rudolf a Tomáš KMJEČ.** Nové poznatky o zkoumání rozptylových obrazců povýstřelových zplodin. Bezpečnostní teorie a praxe. Praha: Policejní akademie České republiky, 2008, č. 4, s. 10. ISSN 1801-8211.
3. **PLANKA, Bohumil.** Kriminalistická balistika. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 660 s. ISBN 978-807-3800-369.
4. **ŠTŮLOVÁL, Kristýna.** Využití LA-ICP-MS ve forenzní analýze ? analýza povýstřelových zplodin Brno, 2012. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav chemie. Vedoucí práce Mgr. Tomáš Vaculovič, Ph.D.
5. **WALLACE JS.** Chemical analysis of firearms, ammunition, and gunshot residue, Taylor & Francis Group, 2008. ISBN 978-1-4200-6966-2.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Zdeněk Maláník

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

7. března 2014

Termín odevzdání bakalářské práce:

10. června 2014

Ve Zlíně dne 7. března 2014


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
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 s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- 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 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

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá problematikou povýstřelových zplodin. Cílem bylo vytvořit obrazový materiál povýstřelových zplodin z krátkých palných zbraní. V práci je objasněn pohyb povýstřelových zplodin ze 7 konstrukčně odlišných zbraní a zároveň bylo porovnáno šíření zplodin při výstřelu. Samotné snímání zplodin probíhalo v uzavřeném prostoru střelnice s kamerou GoPro Hero 3. Pro účel práce byly vybrány tyto zbraně: CZ 75, Glock 17, Dan Wesson Pointman Seven 1911, Alfa Steel 3541, Ruger Mark 3 Target, TCP Taurus PT738.

Klíčová slova: povýstřelové zplodiny, kriminalistická balistika, střelivo, palné zbraně

ABSTRACT

The Bachelor's thesis deals with the issue of after firing fumes. The aim was made visual material of after firing fumes, fired from short firearms. In thesis is explained move of after firing fumes from seven different constructed guns and it was also compare a dispersion of fumes when was fired. Record of after firing fumes conducted was in a closed area of shooting range with GoPro Hero 3 Camera. For purpose of thesis was choose these guns: CZ 75, Glock 17, Dan Wesson Pointman Seven 1911, Alfa Steel 3541, Ruger Mark 3 Target, TCP Taurus PT738.

Keywords: after firing fumes, forensic ballistic, ammunition, firearms

Děkuji panu Ing. Zdeňku Maláníkovi za poskytnutí cenných rad a informací při vypracování bakalářské práce a za ochotu a trpělivost.

Děkuji střelnici TRRIGER Service, s.r.o v Brně za poskytnutí zbraní, střeliva, prostoru a ideálních podmínek pro vizualizaci.

Dále bych chtěl poděkovat své rodině, která mě podporovala při studiu a při vypracování bakalářské práce. Mé poděkování patří také Martinu Přívozníkovi za rady a výpomoc při praktické části.

OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 ZÁKLADNÍ POJMY	11
1.1 KRIMINALISTIKA A HISTORIE.....	11
2 KRIMINALISTICKÁ BALISTIKA.....	12
2.1 DĚLENÍ BALISTIKY	12
2.1.1 Vnitřní balistika.....	12
2.1.2 Přechodová balistika	13
2.1.3 Vnější balistika.....	13
2.1.4 Terminální balistika	13
2.1.5 Moderní balistika	13
2.1.6 Biobalistika	13
2.2 STŘELIVO	14
2.2.1 Druhy nábojů.....	15
2.2.2 Nábojnice	16
2.2.3 Zápalka.....	16
2.2.4 Hnací slož.....	17
2.2.5 Střela	18
2.3 STŘELNÉ ZBRANĚ	20
2.3.1 Zbraně mechanické a plynové.....	20
2.3.2 Zbraně palné.....	20
2.4 KRÁTKÉ PALNÉ KULOVÉ ZBRANĚ	20
2.4.1 Pistole.....	20
2.4.2 Revolver	22
3 POVÝSTŘELOVÉ ZPLODINY	24
3.1 POVÝSTŘELOVÉ ZPLODINY V KRIMINALISTICE	24
3.2 DĚLENÍ POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN	24
3.3 VÝSKYT POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN.....	24
3.4 CHEMICKÉ SLOŽENÍ POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN	25
3.5 METODY ZAJIŠŤOVÁNÍ POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN.....	25
3.5.1 Snímání („olepení“) povrchu	25
3.5.2 Stěry na vatové tampony	26
3.5.3 Výsavky pomocí filtračního nástavce	26
3.5.4 Stěry na čistý hřeben s gázou	27
3.5.5 Zaslání oděvů a věcí „in natura“	27
3.6 STÁLOST POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN	27
3.7 METODY DETEKCE POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN.....	27
3.8 ŠÍŘENÍ A ROZPTYL POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN	28
II PRAKTICKÁ ČÁST	30
4 VIZUALIZACE POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN	31

4.1	ZÁZNAMOVÉ ZAŘÍZENÍ	31
4.2	PODMÍNKY VIZUALIZACE	31
4.3	METODIKA VIZUALIZACE	33
4.4	GRAFICKÉ ZPRACOVÁNÍ SNÍMKŮ	33
4.5	ZBRANĚ.....	34
4.5.1	CZ 75.....	35
4.5.2	Glock 17	38
4.5.3	Dan Wesson Pointman Seven 1911	41
4.5.4	Alfa Steel 3541	45
4.5.5	Taurus PT738 TCP.....	48
4.5.6	Ruger Mark 3 Target	51
5	ZPRACOVÁNÍ A ANALÝZA SNÍMKŮ.....	54
5.1	HLAVNÍ A VEDLEJŠÍ SMĚRY ÚNIKU PZ.....	54
5.2	ANALÝZA CHARAKTERISTIKY PZ	55
	ZÁVĚR	58
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	60
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	62
	SEZNAM OBRÁZKŮ	63

ÚVOD

Dnešní trh s palnými zbraněmi je poměrně velký a nabízí nepřehledné množství zbraní. Žijeme v době, kdy se palné zbraně stávají nedílnou součástí našich životů. Přesto, že zbraně nebereme tolik v potaz, můžeme se s nimi setkat každý den u policistů nebo lidí, kteří nosí zbraň skrytě na svou obranu. Díky tomu vznikají situace, kdy je použita palná zbraň, jako obraný nebo útoční prostředek a je zapotřebí analyzovat a posoudit použití této zbraně. Existuje mnoho metod pro analýzu výstřelu ze střelné zbraně a jednou z nich je zkoumání povýstřelových zplodin. Díky nim mohou kriminalisté identifikovat osobu, která střílela nebo stála v blízkosti střelby. Téma povýstřelových zplodin je samo o sobě zajímavé a zatím nebylo zdokumentováno jejich šíření z hlediska obrazového materiálu, který by jasně ukázal šíření zplodin v závislosti na typu zbraně. Zplodiny se využívají především v kriminalistice, například k identifikaci střelce nebo zjišťování, zda šlo o sebevraždu.

Téma práce jsem si vybral hned z několika důvodů. Jednak mám kladný vztah k problematice střelných zbraní a jednak i proto, že problematika povýstřelových zplodin není dostatečně zmapována a existuje jen málo zdrojů na toto téma.

Hypotéza: Chtěl jsem dokázat, že hlavní směr šíření povýstřelových zplodin je ve směru výstřelu a jejich šíření je viditelné a jde vizualizovat.

Cílem proto bylo, vytvořit vizualizační materiál povýstřelových zplodin z krátké palné kulové zbraně a následně analyzovat směry úniku a šíření ze základních konstrukcí.

Celá práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část nejprve čtenáře seznámí s problematikou krátkých střelných zbraní a následně s problematikou povýstřelových zplodin. Druhá polovina práce (praktická část) se zaměřuje na samotnou vizualizaci zplodin a její analýzu. Porovnává šíření zplodin z hlediska délky hlavně, pistole a revolveru nebo velikosti ráže. Snímání probíhalo za pomoci videokamery o rychlosti snímání 120 snímků/sek, a poté byli jednotlivě vybrané snímky upraveny v grafickém programu a následně analyzovány. Snímání probíhalo opakovaně, celkem 8krát u každé zbraně.

Tento materiál může posloužit pro pracovníky odboru kriminalistické techniky a expertízy (OKTE) nebo pro znalce krajského soudu, při zkoumání povýstřelových zplodin. Kriminalisté si můžou díky snímkům povýstřelových zplodin ujasnit svou představu o šíření a rozptylu zplodin.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZÁKLADNÍ POJMY

Kapitola se zabývá stručně kriminalistikou a historií kriminalistiky. Popisuje, čím se kriminalistika zabývá a úskalí spojené s historií kriminalistiky.

1.1 Kriminalistika a historie

Kriminalistika se zabývá zkoumáním, zákonitostmi vzniku, objasňováním nebo předcházením trestných činů využitím různých metod ke zkoumání stop v souladu s trestním zákonem a řádem. Kriminalistika jako taková bojuje proti kriminální činnosti a napomáhá jejímu odhalování. Vyvíjí ucelený systém metod, které se poté zavádí do soudní a vyšetřovací praxe. Je to poměrně rozsáhlá věda, která využívá mnoha jiných věd, jako například fyzikálních, psychologických nebo chemických. Dělení kriminalistiky je rozsáhlé, ale její základní části jsou kriminalistická balistika, kriminalistická technika a kriminalistická taktika. [9]

Kriminalistika je poměrně mladá věda a své počátky jsou datovány začátkem 19. Století. Ještě dříve, než se začaly psát dějiny kriminalistiky, základem objasňování trestných činů bylo vyslýchání svědků a obviněných. Samotné metody přiznání nebo vyslýchání byly drastické a přiznání se dosahovalo za pomoci mučení. S vývojem společnosti ustoupilo mučení a jiné formy nátlaku a byla nastolena pevná pravidla, která určovala, jak naložit s obviněnými. Zrušení mučících metod naopak zvedlo vlnu kriminality, kterou bylo potřeba korigovat. Díky rozvoji vědeckých metod došlo ve 20. století i k rozvoji kriminalistiky. Jeden z velkých průlomů nastal, když bylo možné použít DNA k identifikaci osob. První použití DNA v kriminalistice bylo v roce 1986 v Anglii, kdy byl Richard Buckland zproštěn viny za zabití a znásilnění poté, co DNA z otisku prstu neodpovídalo jeho DNA, přestože se k činu přiznal. [10]

Kriminalistika má využití nejen proti kriminalitě, ale také jako prostředek k objasňování sebevražd, prekriminality, přestupků nebo ke hledání ztracených osob. Uplatnění našla i v objasňování historických faktů. [9]

2 KRIMINALISTICKÁ BALISTIKA

Balistika je věda zabývající se studiem pohybu střely, vystřelené z hlavně zbraně od prvotního stisku kohoutku, letu střely, až po zasažení cíle. Využívá poznatku matematiky, fyziky, chemie, mechaniky aerodynamiky a dalších oborů dynamiky a prakticky všechny obory technických věd. [3,4] Součástí kapitoly je dělení balistiky, popis střelných zbraní, střeliva, jevy vznikající při výstřelu a v neposlední řadě i funkce zbraně a fáze výstřelu.

Využití balistiky je poměrně rozsáhlé. Balistika souvisí se všemi obory spojenými se zbrojní technikou. Balistika se poté uplatňuje především ve vojenství, kriminalistice, sportu, lovectví a kosmonautice. Balistika se nezabývá jen samotným výstřelem a letem střely, ale také funkčností a spolehlivostí zbraní, nábojů nebo také působení střely na lidský organismus. Balistika je velmi důležitou součástí pro kriminalistiku, která ji velmi často využívá. [4]

2.1 Dělení balistiky

Balistiku můžeme dělit podle různých hledisek jako např., podle zaměření na vnitřní, přechodovou, vnější, terminální, postterminální, moderní a biobalistika. Touto balistikou se zabývá hlavně kriminalistika, která jí používá na objasňování trestných činů, ve kterých figurují střelné zbraně. [3, 4]

Balistika je poměrně široká a komplikovaná věda, která do sebe propojuje mnoho dalších odvětví. [3]

2.1.1 Vnitřní balistika

Vnitřní balistika zkoumá všechny jevy a procesy, které vzniknou při stisku kohoutku, až po opuštění střely z hlavně zbraně. Řeší pohyb střely v hlavní a příčiny tohoto pohybu. Do vnitřní balistiky tedy patří například: hoření střelného prachu, funkce závěru, dynamikou expanze spalných plynů, uvedení střely do pohybu, samočinné vyhazování nábojnice, kmitáním hlavně, vznik stop na střele. [3]

Vnitřní balistiku využívá hlavně kriminalistika, která využívá stopy na střele a nábojnici k identifikaci (příslušnosti) zbraně. Důležitá část vnitřní balistiky je analýza anomálií a anomálních jevů, které mohou způsobit zničení zbraně. Je to například překážka v hlavní, únava materiálu, nepřiměřené laborace střeliva. [3]

2.1.2 Přechodová balistika

Zkoumá děje probíhající před ústí zbraně v důsledku prudce vycházejících spalín plynů, které ovlivňují střelu tak, že ji zrychlují a předbíhají. Bylo vyzkoumáno, že tyto plyny do-
datečně působí na střelu ve vzdálenosti 10 až 20 ráží od ústí hlavně. Rychlost střely se na konci přechodové charakteristiky zrychlí o 1-2%. [5] Přechodová balistika zkoumá i jejich případné vnikání do cíle v bezprostřední blízkosti nebo stopy úst'ového zařízení jako např. tlumič, stopy kolem vniknutí střely do cíle. Všechno zkoumání kolem přecho-
dové balistiky je spíše experimentálně, jelikož se velmi složitě popisuje matematicky. [3, 4]

2.1.3 Vnější balistika

Vnější balistika zkoumá dráhu střely od chvíle, kdy opustí hlaveň zbraně, až do dopadu nebo zasažení cíle. Zabývá se pohybem střely v odporujícím prostředí, hodnocením přes-
nosti střelby a celkovou analýzou stability střely. Vnější balistika může obsahovat mnoho náhodných proměnných, které mohou ovlivnit dráhu střely. Výsledkem vnější balistiky je určení dráhy střely. Tohoto využívá ve velké míře znova kriminalistika ve, a to například při určení polohy střelce, vzdálenost střelce od cíle nebo při celkové rekonstrukci. [3, 4, 5]

2.1.4 Terminální balistika

Termální balistika nebo také koncová balistika studuje pohyb střely uvnitř cíle a to jak v živém, tak v neživém. Samostatným odvětvím balistiky, která studuje pohyb střely, jen v živém cíli je **ranivá balistika**. Zkoumání termální balistiky může být někdy složité, proto-
že cíle mohou mít různorodé fyzikální a balistické vlastnosti. Termální balistika se dále zabývá účinky na cíl a je úzce spojena se soudním lékařstvím, které pomáhá při řešení trestných činů týkajících se střelných poranění. [3, 4]

2.1.5 Moderní balistika

Moderní balistika je charakterizována nástupem výpočetní techniky a digitalizace. Díky ní je možno zkoumat děje a vlastnosti v reálném čase. Klasickou balistikou lze dohlédnout jen nepřímo, zprostředkovaně. [3]

2.1.6 Biobalistika

Je to poměrně samostatné odvětví balistiky zabývající se interaktivní vazbou **zbraňový systém – člověk**. Zabývá se například modelováním účinků střelné zbraně na náhradních

biologických cílech. Spojuje některé soudně-lékařské a soudně-balistické otázky ranivé balistiky. Zasahuje do oblasti experimentální balistiky a zabývá se nejen účinkem střely na živý cíl, ale také účinkem cíle na střelu: například biokoroze střely, probíhající v tělech postřelených osob, umožňuje stanovit dobu přežívání postřeleného. Biobalistika se celkově zajímá o fyzikální vlastnosti biologických tkání z pohledu cílového materiálu. [3]

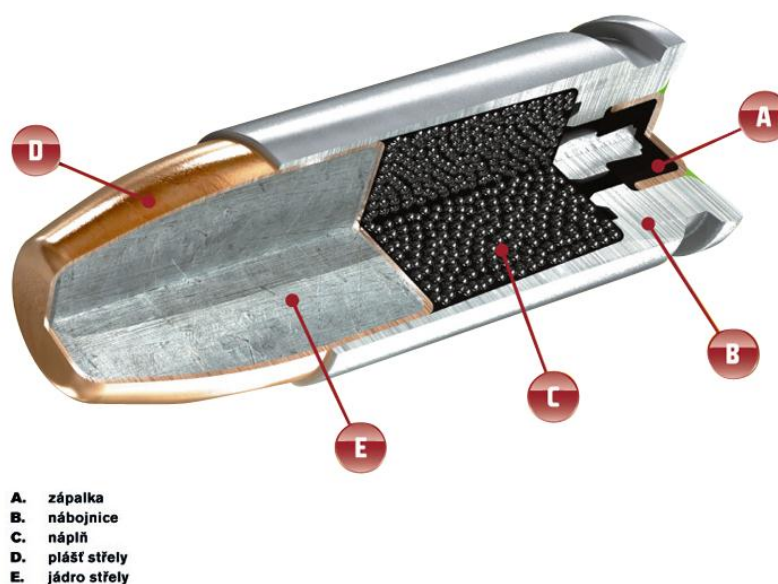
2.2 Střelivo

Další podstatnou podkapitolou je střelivo, které je nedílnou součástí balistiky. Tato podkapitola se zabývá dělením nábojů, jednotlivými částmi nábojů a jejich využitím.

Jako všechny dnešní vynálezy, tak i náboje prošli určitým vývojem, avšak podstata náboje zůstává až do dneška stejná. Chemickou reakcí a její přeměnou náplně hořením, získáme energii tepelnou a poté energii mechanickou, která uvádí střelu do zrychleného pohybu za účelem poškodit cíl. Dříve se zbraně nabíjeli hlavní zepředu a každá část se nabíjela samostatně. Celý proces zjednodušeně vypadal takto: nasypání střelného prachu do hlavně, poté ucpávka a až pak střela. Toto je tzv. dělené střelivo, které se používalo před rokem 1870, avšak bylo nepraktické a nabíjení bylo zdlouhavé. Dnešní náboje tvoří zabalený komplet střely, náplně a společně s nábojnicí a iniciátorem. Přesnější definice hovoří o tom, že pokud máme střelu a nábojku pevně spojenou v jeden celek, mluvíme o **jednotném náboji**. [4, 3]

Jednotný náboj tvoří běžně 4 části:

- **střela** (hmotný zpravidla kulový objekt, který účinkuje na cíl),
 - **hnací slož** (tvoří střelný prach, který dává střele potřebnou energii k zrychlenému pohybu),
 - **zápalka** (iniciátor, který zapálí hnací slož),
 - **nábojnice** (uzavírá celý komplet náboje a při výstřelu utěsní nábojovou komoru).
- [3]



Obr. 1 Průřez a popis jednotného pistolového náboje [7]

Dnešní náboje jsou vyráběné především sériově, i když se můžeme setkat s podomácký přebíjeným střelivem. Současný trh nabízí nepřeberné množství střeliva a jeho různých ráží. Každý náboj musí splňovat určité kritéria, a tím hlavním je ráže, která je při výběru náboje směrodatná.[6] Každý náboj splňuje určité standardy a díky sériové výrobě je možné použít různá střeliva stejné ráže pro jednu zbraň k tomu určenou. [3]

2.2.1 Druhy nábojů

Existuje mnoho různých druhů nábojů a dělí se podle ráže zpravidla v milimetrech nebo palcích. Některé se dělí i podle střely, ale to není tak běžné a známé. Podstatným parametrem je také energie, kterou střela získá z hnací složky. Většinou platí, že čím více hnací složky, tím větší získá střela energii, ale nemusí to tak vždy být. [7]

Zcela jiným druhem nábojů používaným u brokovnic jsou tzv. brokové náboje, které namísto klasické střely obsahují desítky až stovky broků o rozměru 5 – 10mm. Jsou určeny na kratší vzdálenosti než jednotné náboje. Vystřelený brokový náboj má velký rozptyl. [7]

Dalším zcela odlišným střelivem jsou plynové nábojky používané do expanzních zbraní. Plynové nábojky nemají zpravidla smrtící účinky. Tyto nábojky nejsou primárně konstruovány pro zničení nebo usmrcení cíle, ale spíše pro zneškodnění a zastavení cíle. Náboj v sobě ukrývá látku v podobě aerosolu nebo krystalické látky a při výstřelu dochází ke zkapalnění látky uvnitř náboje a vystřelení v podobě oblaku plynu. [3]

2.2.2 Nábojnice

Nábojnice jsou většinou vyrobeny z kovu jako mosaz nebo hliník, a to i brokovnicové, které jsou zhotoveny převážně z plastu nebo papíru, avšak mají vždy kovové dno. Pro kriminalistiku je nábojnice klíčová při zajišťování důkazů trestných činů, protože nábojnice obsahuje mnoho stop z hlediska identifikace zbraně pachatele. Kriminalisté mohou zjistit typ zbraně podle vyraženého tvaru úderníku na zápale, podle zajištěné nábojnice na místě činu. Nábojnice, které byly už jednou použity, mohou být znova přebité a použité jinou zbraní. Toto může znesnadnit nebo naopak pomoci při identifikaci zbraně. [3]

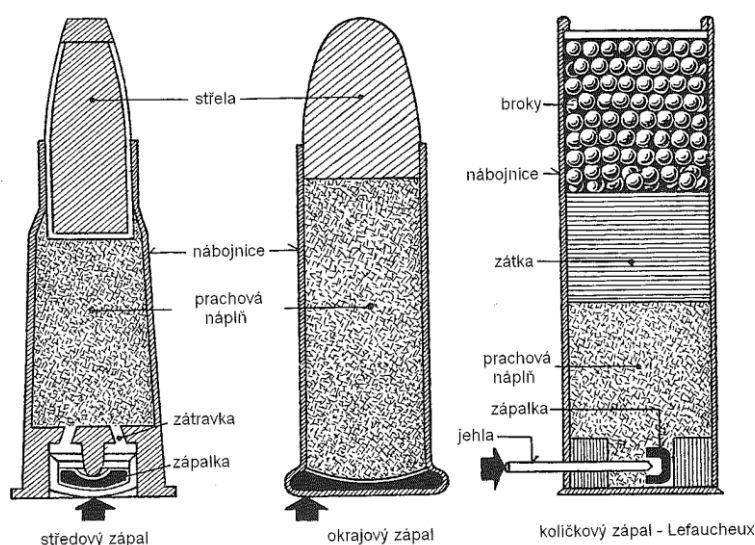
2.2.3 Zápalka

Zápalka slouží jako iniciátor k zažehnutí hnací slož. U moderních zbraní jsou používány dva způsoby iniciace a to: okrajovým a středovým zápalem. Okrajový zápal se používá především u sportovních a loveckých zbraní ráže .22 Short nebo .22 LR. U tohoto typu zápalky je zápalková slož vetřena na okraje dna nábojnice. [3]

Zápalkovou slož je tvořena malým množstvím třaskaviny. Dříve byla používána slož SINOXID, která obsahovala olovo, tetrazen a dusičnan barnatý. U dnešních zbraní se používá slož SINTOX, která nahrazuje olovo diazolem a dusičnan barnatý. [3]

Naopak způsob středovým zápalem je nejpoužívanější a převládá u většiny revolverových, pistolových nábojů a expanzních nábojek. Tento způsob dále dělíme na dva druhy, a to Berdan a Boxer. [3]

Berdan má tvar kalíšku, do kterého se umísťuje třaskavá slož a je určena pro nábojnice, které mají na dně vylisovanou kovadlinu pro zápalku. Po úderu úderníku vyšlehne iniciační plamen dvěma nebo jedním kanálkem k hnací slož. Zápalka typu Berdan není vhodná pro přebíjení, protože vylisovaná kovadlina má omezenou trvanlivost. Boxer má naopak vlastní, integrovanou kovadlinu s jedním kanálkem o větším průměru. V dřívějších dobách byl používán také jehlový zápal, který se už dnes nepoužívá. [3]



Obr. 2 Středový zápal, okrajový zápal, količkový zápal u brokového náboje [3]

2.2.4 Hnací slož

Důležitou součástí náboje je i hnací slož a slouží jako prvek, který uvádí střelu do pohybu. Po zažehnutí hnací složy dochází k rychlému hoření (přibližně 6 m/s), kdy se slož v podobě zrn, přemění v plyn o vysokém tlaku. Tento tlak způsobí vytlačení střely z nábojnice následující povýstřelovými zplodinami. Běžně se používá střelný prach na bázi nitrocelulózy Nc, nebo také dvousložkový střelný prach na bázi nitroglycerínu Ng, popřípadě diglikolu Dg. Některé z hnacích složů dokonale neshoří a zrna střelného prachu zůstávají usazena na zbrani nebo vně zbraně. Proto je důležité pravidelně udržovat zbraň jejím pročišťováním. Existují různé tvary hnacích složů a každý tvar ovlivňuje rychlost hoření, čímž se mění balistické vlastnosti náboje. Na obr. 3 je dobře vidět různé tvary hnacích složů a jejich velikost. [3, 14]

Druhy prachového zrna podle tvaru:

- Destičkový (dp),
- Páskový (pp),
- Trubičkový (tp),
- Jednoděrový,
- Víceděrový,
- Sedmiděrový (7d),
- Kotoučový (kp),
- Válečkový (vp),
- Sférický,
- Válcový sférický. [3]



Obr. 3 Průřez náboje s hnací složi, Pistolový náboj (1) a puškový náboj (2) [8]

2.2.5 Střela

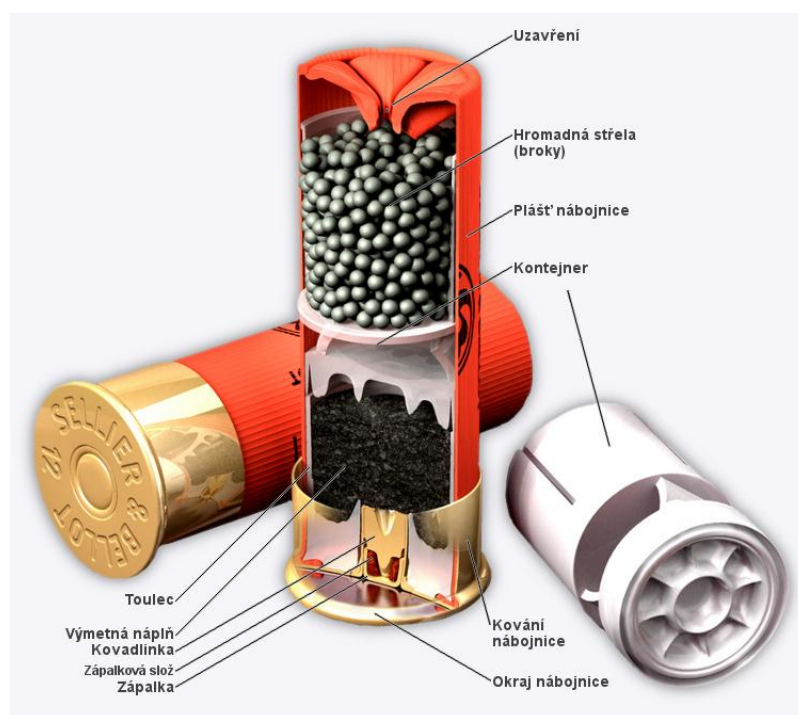
Střela jako taková je objekt vystřelený ze zbraně za účelem zničit nebo poškodit cíl. Střela musí mít určitou hmotnost, aby dokázala využít energii, kterou předá při nárazu cíli. Musí mít i optimální aerodynamický tvar, aby dokázala lépe odolávat odporu vzduchu a neztrácela směr i rychlost. Střely můžeme dělit do několika kategorií: střela jednotná, hromadná, plynová a speciální. [3]

1) Střela jednotná

Pro různá odvětví střelby se používá různý typ střely. Pro sportovní střelbu se používá nejčastěji celoolověná střela, naopak pro vojenské účely se používají střely s olověným pláštěm, díky lepší průbojnosti a lépe odolávají vyšším rychlostem. Plášť střely se vyrábí nejčastěji z mědi nebo jeho slitiny. Jádro střely je zpravidla z olova, ale používají se i jiné materiály a konstrukce jádra. Podle konstrukce je můžeme dělit na poloplášťové, celoplášťové, tříštivé. Poloplášťové střely mají přední část olověného jádra odkrytou, a tím jsou zajištěny lepší deformační účinky střely a lepší předání energie cíli. Ještě lepší deformační účinky mají střely tříštivé, které mají v přední části střely tzv. expanzní dutinku. Ta zaručuje lepší tříštivost střely a lepší předání energie cíli, avšak má horší balistické vlastnosti. [3, 5]

2) Střela hromadná

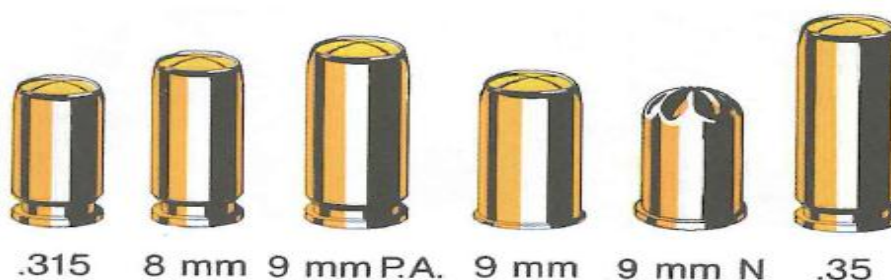
Účel hromadné střely je zasáhnout cíl s větší pravděpodobností než u jednotné střely. Vyštrelená hromadná střela obsahuje desítky, někdy až stovky kulových střel. Hromadné střely jsou nejčastěji součástí brokového náboje. Broky můžou mít různé velikosti, a to zpravidla od 3 – 9 mm. Co se týče kriminalistiky, hromadná střela je těžce identifikovatelná, protože broky procházející hlavní nezanechávají vždy stejné stopy, jako je tomu u jednotného náboje. [3]



Obr. 4 Průřez brokovým nábojem [5]

3) Plynová střela

Samotná střela je v podstatě plyn uložený v nábojnici v podobě aerosolu nebo krystalické látky, která se po výstřelu zkapalní. Nejčastěji se používá směs látek chlor-acetofenu, o-chlorbenzylidenmalononitril (CS) a nonivamimd (PV), nazývaný jako technický pepř.



Obr. 5 Různé druhy plynových nábojek [3]

2.3 Střelné zbraně

Typickým znakem moderní palné zbraně je použití náboje (sestavy zápalky, nábojnice, projektilu a prachové složky) nebo nábojky (sestava neobsahující střelu) – například akustická nábojka pro expanzní zbraň nebo plynová nábojka s obsahem dráždivé látky. [3]

Za střelnou zbraň se dá považovat vše, co určitou silou vrhá těleso o dostatečné hmotnosti, aby bylo dosaženo zasáhnutí cíle za účelem poškodit nebo zneškodnit. V dřívějších dobách byly střelné zbraně používány na lovení zvěře, například pomocí luku. S evolucí přicházela i modernizace technologií a vývoj střelných zbraní. Přelom nastal v 15. století, kdy byl objeven střelný prach. V 16. Století se objevují první střelné zbraně. [3, 11]

2.3.1 Zbraně mechanické a plynové

Mezi nejzákladnější zbraně patří ty mechanické a využívají nahromaděné mechanické energie k vrhu tělesa nejčastěji pákami, převody a pružinami. Mezi mechanické zbraně patří kuše, praky a luky. [3]

Dalším typem zbraní jsou plynové zbraně, které jsou nejbližší ke konstrukci palných zbraní, avšak nemají takovou ničivou sílu a jsou zpravidla používány pro jiný účel než zbraně palné. Princip plynové zbraně je v působení stlačeného vzduchu nebo plynu, který je v okamžiku výstřelu rychle uvolněn. Mezi plynové zbraně patří vzduchovka, paintballová zbraň nebo větrovka CO₂. [3]

2.3.2 Zbraně palné

Nejtypičtější a zároveň nejpoužívanější jsou zbraně palné. Palná zbraň využívá nahromaděnou energii shořením hnací složky. Dají se třídit podle několika kritérií, například na sportovní, civilní a vojenské, lovecké, samočinné, automatické, moderní nebo historické. [3]

2.4 Krátké palné kulové zbraně

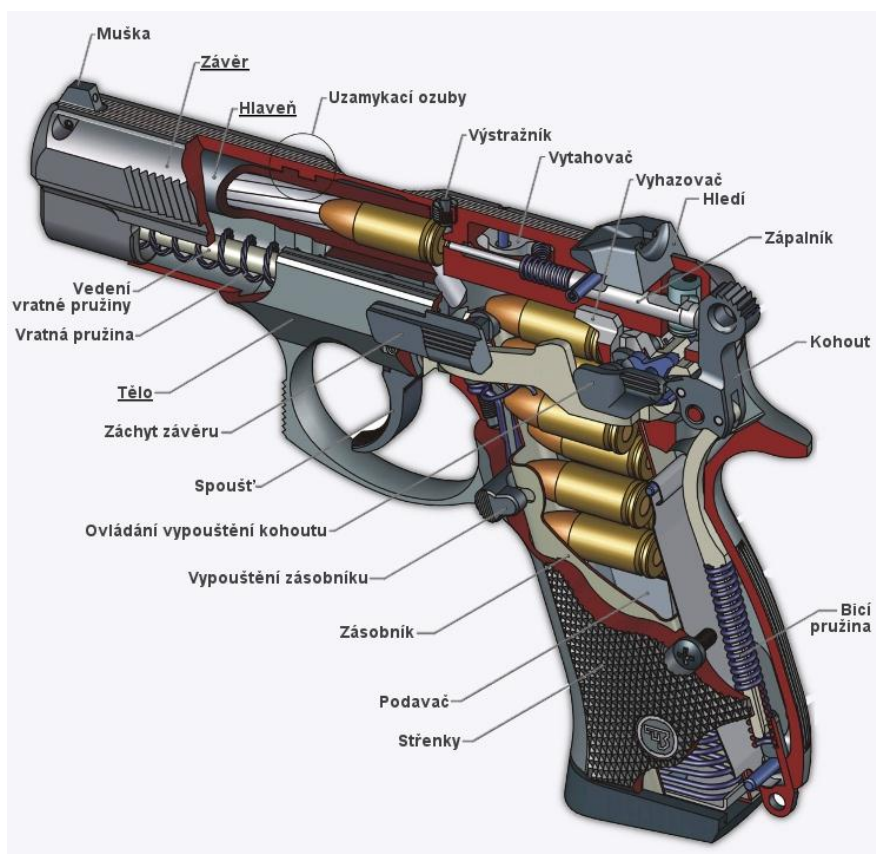
„Krátká palná zbraň je definována jako palná zbraň, jejíž délka hlavně nepřesahuje 300 mm nebo jejíž celková délka nepřesahuje 600 mm. Do této kategorie se řadí obecně pistole a revolvery.“ [3]

2.4.1 Pistole

Jednoranová nebo víceranová zbraň s nábojovou komorou v hlavní může být jednohlavňová, popřípadě vícehlavňová. Slouží na osobní obranu, sportovní střelbu nebo jako vojenská

zbraň, určená pro střelbu do cca 50 m. Typické ráže pro pistole jsou 9 mm Luger, 9 mm Browning Court, 6,35 mm, 7,65 mm Browning. Dnešní moderní pistole bývají samonabíjecí a nábojnice je po výstřelu vyhozena tzv. výhozovým otvorem. Většina dnešních pistolí má pojistku. Jednak je to pojistka mechanická, která je ovládaná člověkem a slouží k tomu, aby nedošlo ke spuštění bicího mechanismu, při stisknutí spouště. Dále jsou to konstrukční pojistky (obvykle 2 – 3), které nejsou ovládané člověkem a slouží k tomu, aby zbraň nevystřelila při pádu na zem nebo jiné nehodě. [3]

Dnešní pistole se nejčastěji vyrábějí ve třech velikostních kategoriích. Služební velké pistole s délkou hlavně okolo 12 cm, které jsou určeny pro ozbrojené složky. Tyto pistole mají většinou dvojčinný spouštěcí mechanismus (DA/SA). Pistole mají nejčastěji kovový nebo plastový rám, na který jsou připojeny další díly – bicí, popřípadě spouštěcí mechanismus, páka manuální pojistky, páka záchytu uzávěru a střenky rukojeti. Kompletací těchto částí vzniká tělo pistole, které tvoří jeden z hlavních celků zbraně. [3]



Obr. 6 Popis krátké pistole [11]

2.4.2 Revolver

Je to víceranová, opakovací zbraň, která je vybavena otočným nábojovým válcem s komorami pro 5, 6 nebo 8 kusů nábojů. Nemá tedy typickou pistolovou nábojovou komoru. Rozdíl mezi revolverem a pistolí je ten, že revolver nemá závěr, samostatný zásobník a výhozné okénko v závěru. Typické ráže pro revolvery jsou .38 Special, .22 Long Rifle, .44 Magnum, .357 Magnum a 45. Long Colt. Při střelbě se nábojový válec otáčí tak, že nábojová komora s nábojem a vývrt hlavně jsou v jedné ose. Po vypálení náboje se nábojový válec otočí. [3]

Rám revolverů bývá většinou kovový, uzavřený nebo dělený. Plastové rámy se u revolverů zatím neujaly. Nejčastější a také nejznámější způsob nabíjení je pomocí výklopného válce, který se po stisknutí záchyty válce odklopí. Prodloužená osa válce slouží jako vyhazovač nábojnic. Zatlačením zepředu na osu dojde k vyhození všech nábojnic najednou a po nabití všech nábojů se válec mechanicky zaklopí zpět. Pro rychlejší nabíjení se dá použít přípravek tzv. rychlonabíječ, na kterém jsou připevněny náboje do tvaru válcové komory a není potřeba tak nabíjet každý náboj zvlášť. Další, už méně používané a známé revolvery jsou zlamovací revolvery. Jejich nabíjení spočívá, jak název napovídá v zalomení revolveru. Při stisku uzamykacího tlačítka se hlaveň společně s válcem odklopí nahoru nebo později používaný způsobem dolů. Pomocí centrálního vyhazovače se vyhazovaly prázdné nábojnice, jako je tomu u moderních revolverů. Dnes se už zlamovací revolvery zpravidla nepoužívají, protože jejich konstrukce se považuje za nevyhovující pro dnešní silné náboje. [3]



Obr. 7 Popis revolveru [11]

Manuální pojistka se u revolverů zpravidla nepoužívá, protože náhodnému výstřelu brání automatická pojistka v podobě přenosové blokovací kulisy, nebo tzv. odskoku bicího kohoutku. Některé revolvery jsou vybaveny pojistkou proti nechtěnému výstřelu při nabíjení revolveru a vyklouznutí palce, aniž by byl kohout v zcela napnuté poloze, tzv. bezpečnostní záchyt na bicím kohoutku. [3]

Podstatou revolverů je jejich jednoduchost a tím také spolehlivost. Revolvery jsou mechanické a závislé pouze na manipulaci střelce. Samonabíjecí pistole jsou naopak závislé na kvalitě střeliva a mohou mít snadněji závadu při nabíjecím cyklu. Nespornou výhodou pistolí oproti revolverům je v kapacitě zásobníku, která je 8 – 17, někdy až 30 kusů. [3]

Tato kapitola shrnuje základní poznatky, které se týkají problematiky balistiky, palných zbraní a střeliva, které jsou úzce spojeny s kriminalistikou. Kapitoly a podkapitoly jsou zaměřeny na stručné seznámení čtenáře s funkcí pistolí, revolverů, nábojů a střeliva. Nedílnou součástí kapitoly je i dělení balistiky.

3 POVÝSTŘELOVÉ ZPLODINY

Kapitola seznámí čtenáře s pojmem povýstřelové zplodiny (dále jen „PZ“) a nastíní jejich zásadní funkci pro kriminalistiku. Tato část se zabývá i tím, za jakým účelem se PZ zkoumají a analyzují. Nedílnou součástí je pak i podkapitola, která se zabývá chemickým složením PZ.

PZ jsou z hlediska kriminalistiky zásadním prvkem ke zkoumání trestných činů. PZ jsou používány ke zjišťování toho, kdo střílel ze zbraně nebo jestli daná osoba byla v blízkosti střelby. Zplodiny vznikají jako vedlejší produkt výstřelu a obsahují kovové i nekovové prvky. Hlavním směrem úniku a šíření PZ je směr výstřelu. U různých typů zbraní dochází k rozdílnému rozptylu. Například u revolverů létají zplodiny nejen z hlavně, ale taky mezerou mezi otočným válcem a hlavní. U klasické krátké pistole létají zplodiny naopak především z hlavně a menší část z výhozného okénka. [5]

3.1 Povýstřelové zplodiny v kriminalistice

PZ zkoumá zejména kriminalistická balistika, která jí využívá k objasnění trestných činů, při kterých byla použita střelná zbraň. Kriminalistika využívá PZ pro stanovení vzdáleností střelby nebo pro zjištění, zda konkrétní osoba byla v blízkosti střelby, popřípadě jestli osoba sama střílela. [2]

3.2 Dělení povýstřelových zplodin

PZ můžeme dělit do několika kategorií podle různých kritérií, a to například podle chemického složení, technologie nebo velikosti. [2]

PZ se dělí nejčastěji na dva základní typy. Jeden typ PZ je ten, který vzniká po shoření prachové složky. Tento typ obsahuje částice, které měří přibližně od 0,5 – 50 mikrometrů kulového tvaru a jsou okem jen nepatrně viditelné. Naopak druhý typ zplodin jsou zplodiny, které jsou z větší části tvořeny kovovými částicemi pocházejícími ze střely, nábojnice a z vývrtu hlavně. Tento typ už je dobře viditelný lidským okem. [2]

3.3 Výskyt povýstřelových zplodin

Pro kriminalistické zkoumání je výskyt PZ klíčový a to hned z několika důvodů. Samotní pachatelé často nevědí, kde se PZ nachází nebo o nich ani nevědí. Tím je větší pravděpodobnost, že kriminalisté najdou zplodiny na pachateli i po delší době. Bylo zjištěno, že nejčastější místa ulpívání PZ jsou na palci, ukazováčku, hřbetu ruky, obličej, vousech,

částech oblečení, zavazadlech, na místech, kde byla zbraň položena a v nejbližším okolí. Při zkoumání je důležité brát v potaz to, že PZ můžou být přeneseny z osoby na osobu, například při zatýkání. [2]

3.4 Chemické složení povýstřelových zplodin

Chemické složení PZ má zásadní význam při zkoumání PZ. Zplodiny se ve větší míře shodují s náplní nábojnice. Prvky, obsahující PZ jsou jak kovové, tak nekovové a chemické prvky obsažené v PZ se mohou měnit v závislosti na typu náboje a jeho náplně. Přesto PZ obsahují charakteristickou skupinu chemických prvků jako Pb, Sb, Sn, S, Ba, případně Ca nebo Si. Tyto prvky vznikají při shoření hnací složky. Další typické prvky, které obsahují povýstřelové zplodiny jsou mikročástice z povrchu střely nebo nábojnice. Jsou to kovové prvky jako nikl, měď, zinek, železo, popřípadě další kovy. Další netypické látky, které můžou být obsaženy v PZ jsou nečistoty vymetené z hlavně zbraně, případně různé konstrukční materiály zbraně nebo náboje jako plasty nebo laky. [1, 13, 5]

PZ můžou obsahovat také prvky, které jsou pro ně atypické, protože každý výrobce používá při výrobě nábojů jiný typ materiálů. [2]

3.5 Metody zajišťování povýstřelových zplodin

V dnešní době používá kriminalistika k zajišťování PZ pět metod. Metody se volí podle situace a podle míst, ze kterých se odebírá. Aby nedošlo k znehodnocení stop, kriminalisti odebírající PZ musí dodržovat určité zásady. Zajišťování stop se provádí vždy čistýma rukama nebo lékařskými rukavicemi. Nezbytnou součástí je i nekontaminovaný oděv, nejlépe jednorázová biologická kombinéza. [2, 9]

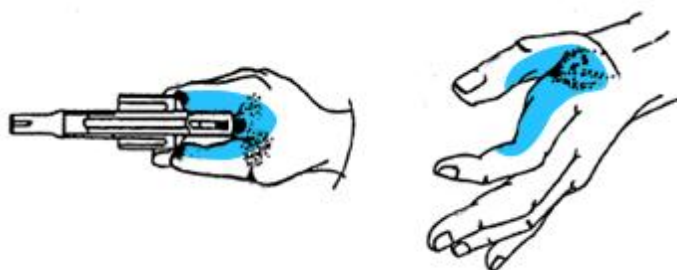
Další důležitou zásadou je, že zajišťování stop musí být na místech, kde je vyloučena předchozí manipulace s palnou zbraní. Někdy je také důležité zajistit společně s PZ i nábojnici. Odběry PZ se provádějí z míst, kde je předpokládán výskyt mikročástic zplodin. [2, 9]

3.5.1 Snímání („olepení“) povrchu

Ke snímání se používají terčíky s uhlíkovou adhezní vrstvou. Snímají se nejčastěji plochá místa tváře, rukou a jiných menších ploch. Nejtypičtější a také nejčastější místo odběru je hřbet ruky, tedy plocha mezi palcem a ukazovákem. Snímá se dvacetkrát místo vedle místa. Nasnímá se nejprve hřbet ruky, a to jak pravou, tak i levou ruku, protože pachatel může držet zbraň v obou rukách. Poté se nasnímají dlaně a obličej. [2, 9]



Obr. 8 Sada terčků na snímání PZ [1]



Obr. 9 Místa odběru PZ na hřbetu ruky [5]

3.5.2 Stěry na vatové tampony

Tyto stěry na vatové tampony se používají u velkých ploch, jako například volant nebo sklo vozidla. Dále se používají tam, kde je povrch nerovnoměrný a nedají se použít terčíky s rovnou plochou. Jde také použít při stěrech zpod nehtů. Velikost tamponů nemůže být příliš velká. Odebraný vzorek se vkládá společně se špejlí a tamponem do připravených polyetylenových sáčků nebo speciálních obalů. [9]

3.5.3 Výsavky pomocí filtračního nástavce

Další způsob odběru a zajišťování PZ je za pomoci filtračního nástavce. Používá se hlavně u velkých textilních ploch a předmětů s nepravidelným povrchem, jako například záclony, oděvy nebo sedadla vozidel. Vysavač, zvaný ELEVAK obsahuje filtrační nástavec tzv. filtrační patronu, která obsahuje sestavu kruhových filtrů a terčků. PZ projdou kruhovým

filtrem a jsou zachyceny na ploše terčíku. Filtrační patronu lze použít jen jednou a po odebrání jsou patrony odeslány na analýzu. [15]



Obr. 10 Vysavač ELEVAK s filtračním nástavcem [15]

3.5.4 Stěry na čistý hřeben s gázou

K odběru PZ lze použít také hřeben s namotanou gázou, která se namočí do lihu a několikrát se hřebenem pročešou vlasy. Gáza se pak vloží do polyetylenového sáčku. [9]

3.5.5 Zaslání oděvů a věcí „in natura“

V případech, kdy nelze odebrat vzorek přímo na místě jsou celé oděvy a předměty posílány rovnou ke zkoumání. Každý jednotlivý předmět je zabalen do polyetylenových, popřípadě papírových sáčků. Pokud je oděv znečištěn například krví, musí se oděv nejprve vysušit. [9]

3.6 Stálost povýstřelových zplodin

PZ jsou uvolňovány z těla průběžně a bylo zkoumáno, mnoha forenzními analytiky, že stopy PZ zůstávají na těle 1 až 24 hodin po výstřelu. Obecně se zastává názor, že nejideálnější je snímat zplodiny 1 až 3 hodiny po dané události. Předpokládá se, že stopy PZ přetrvávají déle na obličeji a ve vlasech než na rukou. Je to způsobeno tím, že na rukou dochází častěji k mechanickému tření. Při omytí těla nebo vyprání oděvu dochází k okamžitému odstranění PZ. [2]

3.7 Metody detekce povýstřelových zplodin

Metod pro identifikaci PZ je hned několik. Už v 60. letech byl použit tzv. test podle Harrisona a Gilroye. Tento test byl založen na barevné reakci odebraného vzorku na vatový

tamponek, který byl namočen v roztoku HCl. Postup byl založen na postupném navlhčení tamponu v různých roztocích, které indikovali přítomnost prvků typických pro PZ. Roztok jodid trifenylmethyларsonia indikoval přítomnost antimonu oranžovými skvrnami, roztok rhozidonátu indikoval přítomnost barya červenými skvrnami. Nevýhodou bylo, že takto odebraný a analyzovaný vzorek PZ byl znehodnocen. Další nevýhodou byla nedostatečná specifičnost testu. [2]

O pár roků později byla vyvinuta metoda NAA (neutronová aktivační analýza), která se obecně používá pro analýzu většiny prvků, ale je nevhodná pro analýzu olova, které je jednou z hlavních složek PZ. Jednou z hlavních nevýhod je vysoká pořizovací cena laboratorního vybavení, které je pro NAA metodu nutné. Podobnou metodou NAA je metoda GFAAS (atomová absorpční spektrometrie v grafitové trubici). Laboratorní zařízení pro GFAAS jsou výrazně levnější než NAA a dají se zkoumat i malé množství Pb. Přesto mají obě metody nevýhodu a to v nedostatečné specifičnosti. Další metoda je test pomocí rhozidonátu sodného, který využívá podobného principu jako test Harrisona a Gilroye. V praxi je stále používán, vzhledem k jeho jednoduchosti. Je vhodný jen pro detekci Pb a Ba. Zvlhčený tampon s roztokem HCl o pH 2,7 se nastříká roztokem rhozidonátu sodného. Fialové skvrny indikují Pb. [2]

Mezi nejúspěšnější metodu patří skenovací elektronová mikroskopie, která využívá rentgenový analyzátor (SEM-EDX). Vzorky jsou odebírány na ploché terčíky, které jsou poté analyzovány. Velkou výhodou oproti všem ostatním metodám je, že nedochází k znehodnocení odebraného vzorku a zůstává tak nedotčen. [2]

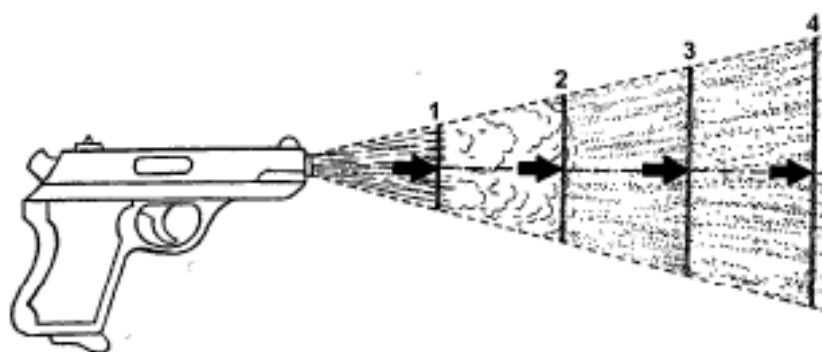
3.8 Šíření a rozptyl povýstřelových zplodin

U každé zbraně se šíření a jejich rozptyl liší, přesto mají své charakteristické znaky. Největší část zplodin je šířena ve směru výstřelu a postupně jsou rozptylovány ve vertikálním směru. Vytváří tak kužel, který má vrchol na ústí hlavně. Samotný plamen a horké plyny, které vycházejí z ústí zbraně, můžou způsobit ožehnutí nebo tržné rány, pokud je zbraň v dostatečné blízkosti k cíli. U krátké palné zbraně je to přibližně do 1,5 m a u dlouhé až 3 m. Zplodiny je možno nalézt i v přilehlém okolí od výstřelu, protože nejmenší prachové částice jsou ve vzduchu přibližně 8-10 minut. [5]



Obr. 11 Výlet střely z hlavně a šíření PZ [5]

Na obrázku č. 12 je dobře vidět jednotlivé fáze vzniku vedlejších produktů výstřelu. V první fázi vzniká plamen, v druhé potom dým a v poslední fázi saze, které obsahují polospálené částice, případně prachová zrna nebo kovové částice. [5, 6]



Obr. 12 Schéma vzniku vedlejších produktů výstřelu [5]

Kapitola se snaží nastínit čtenáři problematiku PZ. První polovina kapitoly se zaměřuje na využití PZ, na jejich dělení nebo na chemické složení. V druhé polovině kapitoly se čtenář seznámí s metodami, které se používají pro hledání a analyzování PZ. V kapitole je stručně vysvětlen význam PZ pro kriminalistiku, a jakým způsobem jsou PZ zpracovávány. Nedílnou součástí kapitoly je i rozptyl PZ, který je zde obecně popsán.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 VIZUALIZACE POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN

První polovina kapitoly obsahuje postup snímání povýstřelových zplodin a problematiku s tím spojenou. Druhá kapitola obsahuje samotný obrazový materiál nasnímaných zbraní. Ke každé zbraní je uvedena stručná analýza šíření zplodin.

4.1 Záznamové zařízení

První zásadní věcí pro zaznamenání PZ bylo použít kvalitní záznamové zařízení, které by dokázalo zaznamenat zplodiny v dostatečné kvalitě a zároveň i rychlosti. Na trhu je nepřehledné množství kamer, které dokážou snímat v dostatečné kvalitě, ale v dostatečné rychlosti už ne. Se zvyšujícím se počtem snímků za sekundu dochází u většiny kamer, k zhoršování kvality. Volba padla na dobře známou kameru GoPro, která je určena zejména pro sportovní účely. Kamera nejenom že zvládla snímat rychlostí až 240 snímků/sek., ale dokázala snímat obraz v dostatečné kvalitě. PZ nedosahují rychlosti střely a rychle ztrácí svojí energii, proto nebylo zapotřebí použít vysokorychlostní kameru.

Pro samotnou vizualizaci pak stačilo nastavit kameru na rozlišení 720p při snímání 120 snímků/sek. Při zkoušení se ukázalo, že toto nastavení je nejlepším kompromisem mezi rychlostí a kvalitou.



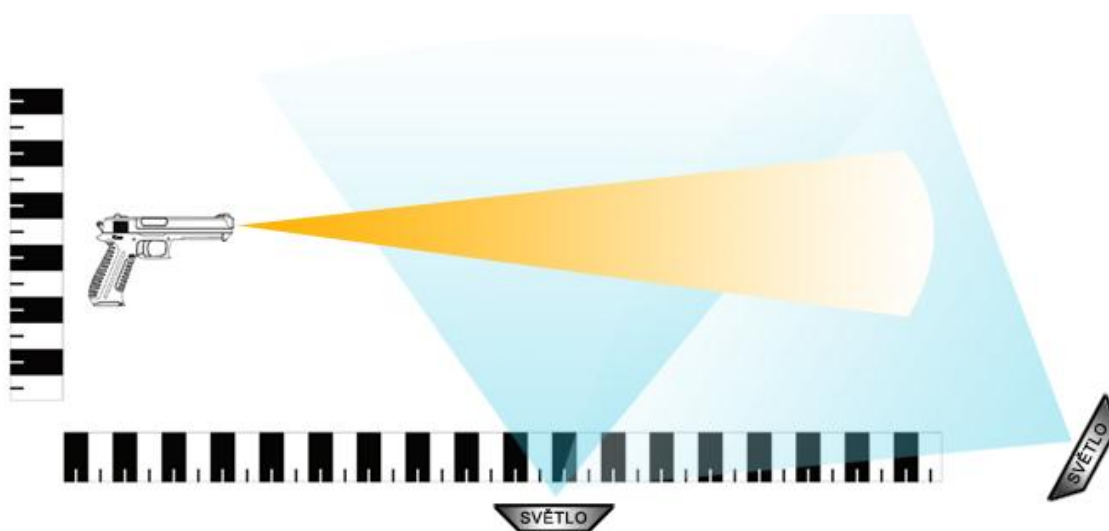
Obr. 13 Kamera GoPro Hero 3 [16]

4.2 Podmínky vizualizace

Další neméně důležitou součástí bylo vyřešit, kde a jak se bude vizualizace provádět. Jako prostor pro vizualizaci posloužila střelnice TRIGGER Servis v Brně. Střelnice poskytla dostatečné prostory a zázemí pro střelbu. Všechny záběry byly snímány v naprostém bez-

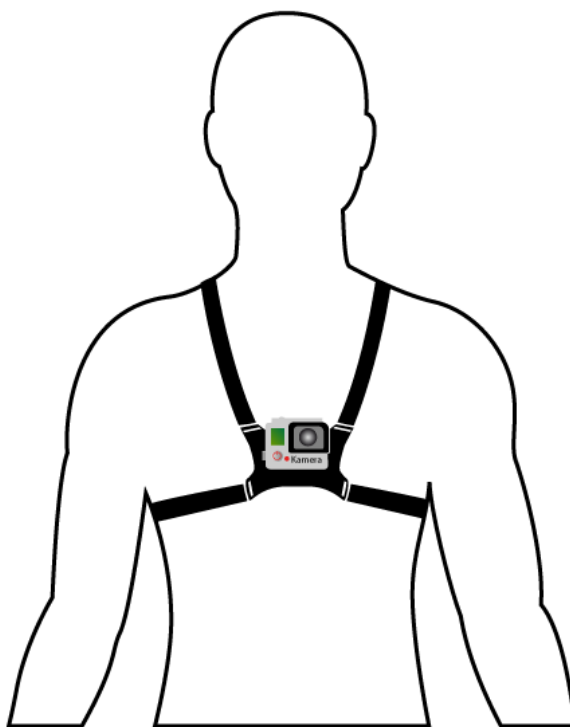
větrí. Aby byly PZ, co nejlépe vidět, bylo potřeba zajistit čisté pozadí. Jelikož jsou PZ převážně bílé, až světle šedé, zvolil jsem černé pozadí. Jako pozadí posloužila černá látka o rozměrech 7x2,5 m. Ta se pak natáhla na dřevěné boxy, které tvořily improvizovanou zeď. Střelnice se nachází v prostorách suterénu a bez oken, tudíž bylo potřeba dobře osvětlit scénu. K tomu posloužily dvě halogenové svítidly o výkonu 500W a 50W. Zásadní bylo nastavení světla, které by dobře zobrazovalo zplodiny. Jedno světlo bylo umístěno pod zbraní v místě, kde byl předpoklad, že bude největší koncentrace PZ. Takto byla zaručena dobrá viditelnost, díky kontrastu mezi prosvětlenými zplodinami a černým pozadím. Další světlo (silnější) bylo umístěno zepředu v mírném úhlu vůči stěně, aby nedošlo k stínění zbraně a rukou na plátno. Světlo bylo zapotřebí nastavit tak, aby scéna nebyla příliš pře-světlená a naopak, aby nebyla příliš tmavá. Právě správné nastavení světel bylo klíčové a ve výsledku zabralo třetinu času při vizualizaci. Samotné zkoušky střelby pak trvaly dva dny, než bylo možno nasnímat výsledné snímky.

Pro změření zplodin jsem použil dvě měřítka o délce 180 – 240 cm a 60 cm. Delší bylo položeno horizontálně a menší vertikálně. Měřítka byla dělena po 5 centimetrech a sloužila k vymezení prostoru, kde se zplodiny pohybovaly a hlavně k samotnému měření zplodin a to jak délky, tak šířky.



Obr. 14 Schéma scény pro vizualizaci

Jeden pohled pro zachycení rozptýlu zplodin nestačil, proto jsem našel způsob, jak zachytit zplodiny z pohledu střelce tak, aby se kamera blížila co nejvíc k ose hlavně. Pomocí speciálního pásu jsem upevnil kameru na hrud' střelce. Ta byla umístěna tak, aby snímala co nejlépe rozptýl zplodin. Střelec poté střílel do černého plátna, aby byl dobře viditelný kontrast mezi zplodinami a pozadím.



Obr. 15 Umístění kamery na hrud' pomocí speciálního pásu

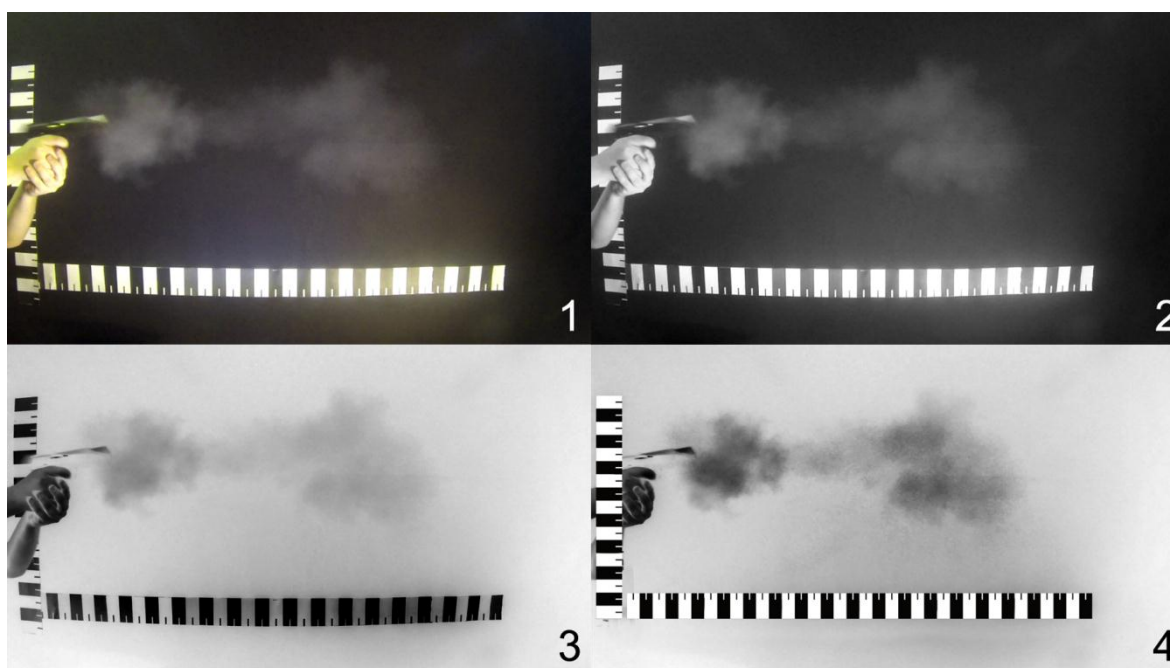
4.3 Metodika vizualizace

Než jsem začal snímat jednotlivé výstřely pro bakalářskou práci, odzkoušel jsem střelbu na nečisto a stanovil metodiku vizualizace. Střelba byla prováděna vždy ve stoje. S každou zbraní jsem naměřil celkem 8 záběrů, z toho 4 záběry kolmo na blízko, 2 kolmo na dálku a 2 s kamerou na hrudi.

4.4 Grafické zpracování snímků

Úprava snímků, tak aby bylo zřetelné, kde se PZ pohybují, bylo klíčové a zabralo víc času. Bylo potřeba extrahovat jednotlivé snímky z videozáznamu. K tomu dobře posloužil program zvaný Avidemux, který slouží zejména pro přehrávání krátkých videí. Díky němu bylo možno posouvat video po jednotlivých snímcích a vybrat tak ty, které se hodí pro vizualizaci. Vybral jsem z každého videozáznamu nejméně 8 snímků, které byly dále upraveny. K úpravě snímků jsem použil grafický program Gimp, který měl všechny funkce potřebné pro úpravu snímků. Na snímky bylo použito několik funkcí, které zvýraznili PZ a místa, kterými se zplodiny šířili.

Nejprve jsem použil funkci, která změnila obrázek na černobílý, aby byl snímek jednotný. Dále jsem převrátil barvy pomocí funkce invertovat, aby vznikl bílý podklad a zplodiny měly černou barvu. Pak už jen stačilo zvýšit kontrast a pozměnit expozici pro zvýraznění zplodin. Osm vybraných obrázků jsem seřadil do jednoho obrázku pro potřebu bakalářské práce. Pro lepší viditelnost jsem upravil i pravítka, která sloužila pro přibližné měření zplodin. Ty jsem nahradil digitálními pravítky, která byla upravené tak, aby zachovaly původní měřítko.



Obr. 16 Jednotlivé fáze úpravy snímku pomocí grafického programu Gimp

4.5 Zbraně

Důležitou součástí bylo vybrat zbraně tak, aby byla vizualizace objektivní. Společně s mým vedoucím jsme vybrali šest konstrukčně rozdílných krátkých palných zbraní, které jsem nakonec při vizualizaci využil. Při vizualizaci byly vybrány ty nejpoužívanější zbraně v praxi. Vybral jsem tři konstrukčně odlišné pistole se stejnou délkou hlavně a rozdílnou ráží, jeden revolver s délkou hlavně jako předešlé tři zbraně, jednu pistoli s krátkou hlavní a poslední pistoli s dlouhou hlavní.

Pro vizualizaci byly použity tyto střelné zbraně:

- a) CZ 75 – SP-01 Shadow
- b) Glock 17 - 4. generace
- c) Dan Wesson Pointman Seven 1911
- d) Alfa Steel (revolver) – 3541
- e) Taurus PT738 TCP
- f) Ruger Mark 3 Target

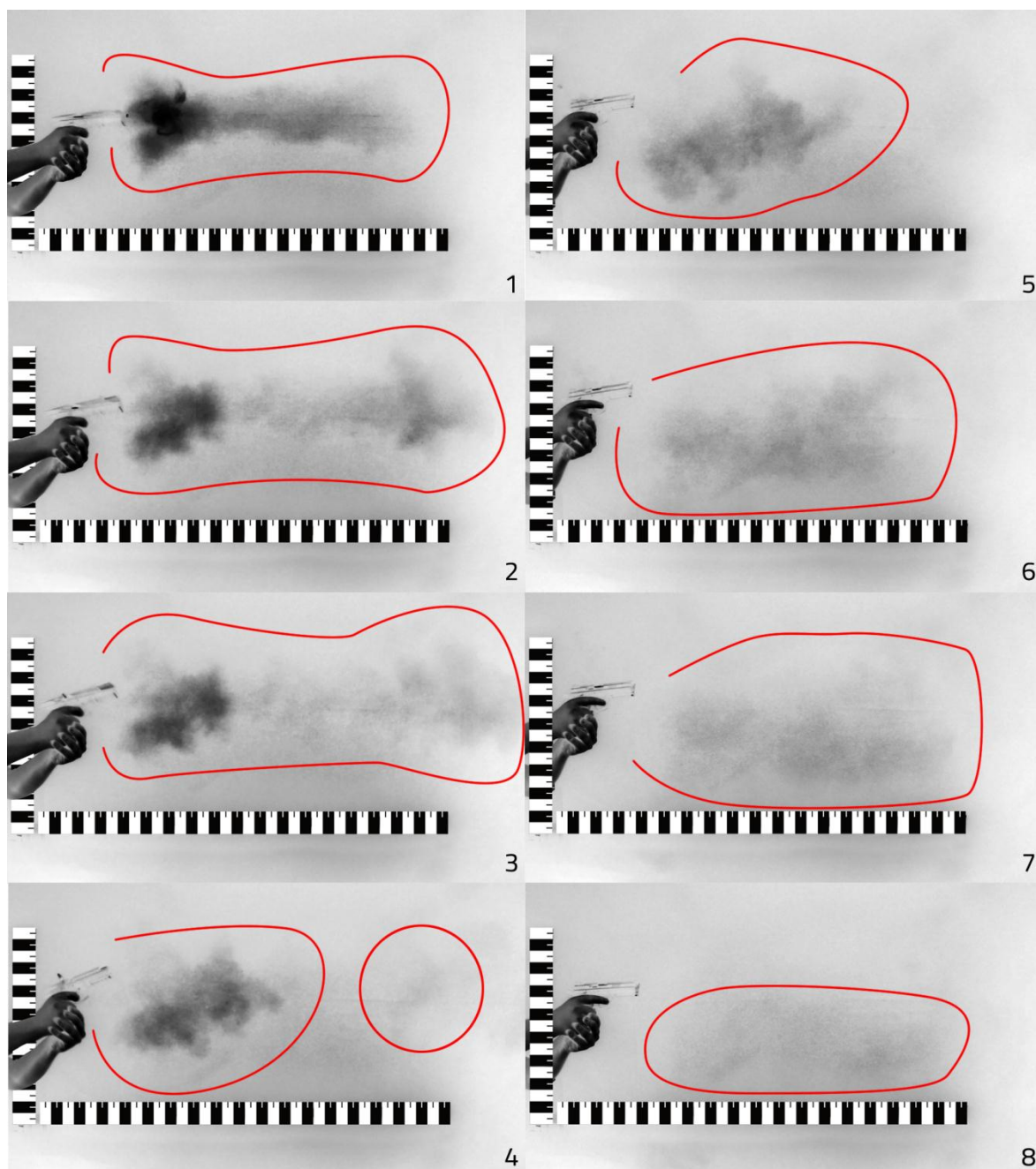
První tři zbraně jsou záměrně vybrány, protože právě z nich konstrukčně vychází většina ostatních krátkých palných zbraní. CZ vzor 75 nebyla dostatečně patentově ochráněna a konstrukce byla tak nadčasová, že se stala jednou z nejkopírovanějších pistolí. Podobně je na tom Dan Wesson Pointman Seven 1911, která je vyrobena a zkonstruována na bázi zbraně Colt 1911, který patří také mezi nejkopírovanější zbraně.

4.5.1 CZ 75

Pistole byla navrhována a vyrobena v roce 1973 Františkem Kouckým a představena až v roce 1975. Je to jedna z nejpoužívanějších zbraní vůbec. Dvojčinný spoušťový mechanismus byl ve své době nadčasový a díky nedostatečné patentové ochraně se pistole stala jednou z nejkopírovanějších zbraní na světě. Odhaduje se, že bylo vyrobeno 3x více kopií, než počet originálů v České zbrojovce. Zbraň je ráže 9 mm Luger. [6]

Pistole byla vyrobena v mnoha variantách. V dnešní době patří k nejpoužívanějším zbraním ve světě, díky svým jedinečným vlastnostem a kompaktnosti. Rozšířená je zejména na území Česka a Slovenska, kde je používána zejména policií a armádou. Oblíbená je zejména svou konstrukcí, přesností, jednoduchým ovládáním, výdrží a dobře padne do ruky. Hojně se pistole využívá ve sportovní střelbě nebo ve sféře osobní ochrany. Pistole je dále používána v zemích jako Turecko, Litva nebo USA. [6]

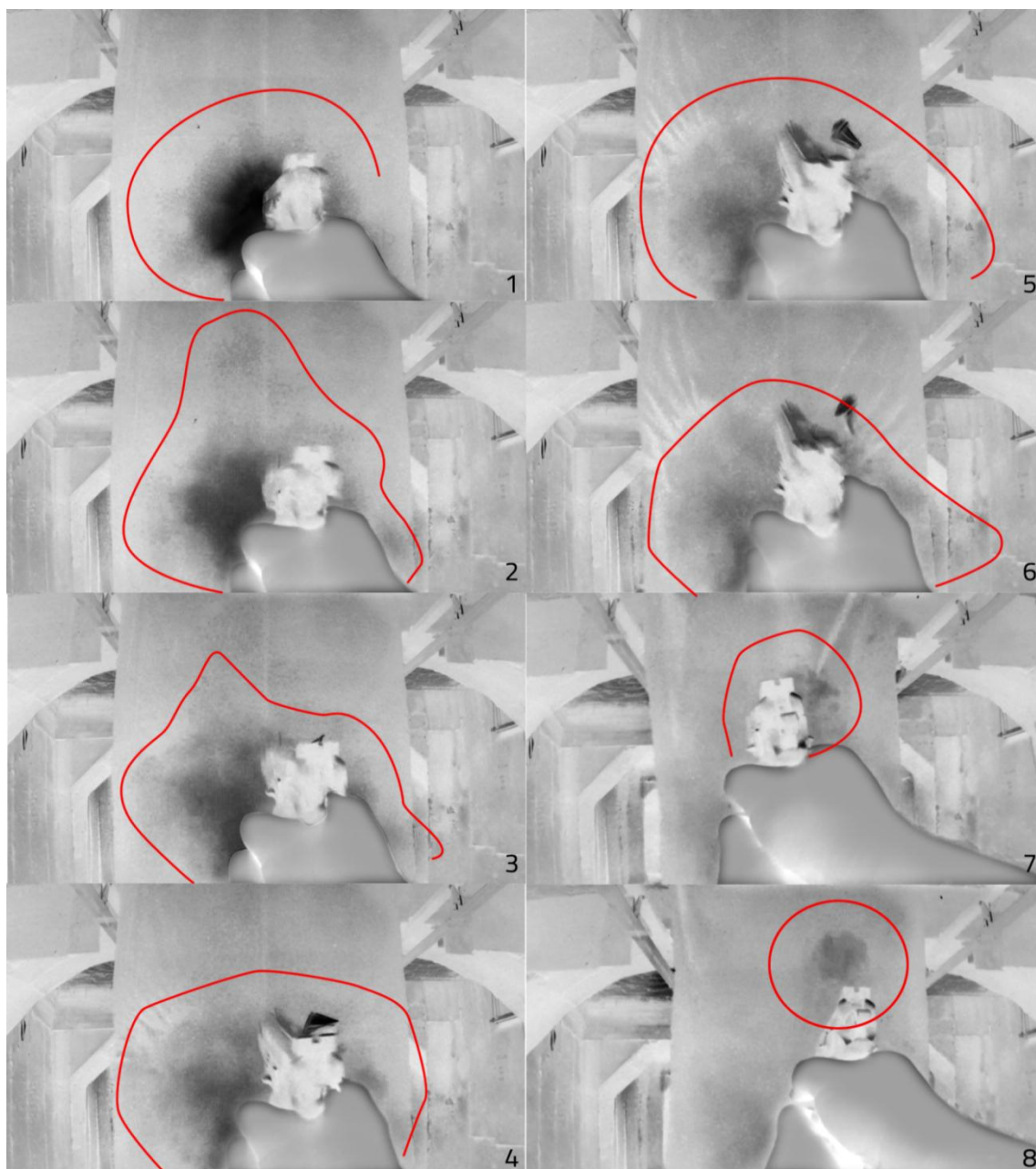
Námi použitý model pro snímání povýstřelových zplodin měl přesné označení CZ 75 SP-01 Shadow. Česká zbrojovka pistoli stále vyrábí a tento model vznikl na popud majitelů, kteří upozorňovali na menší konstrukční nedostatky předešlých modelů, které se snažila Česká zbrojovka vylepšit právě tímto modelem SP-01. Jedná se především o zvýšení komfortu střelby jen minimálními úpravami spoušťového mechanismu a dalších prvků, jako taktické hledí, vratná pružina, sražené hrany šachty zásobníku. I k tomuto modelu je možné dokoupit spousty doplňků jako k ostatním modelům SP-01.



Obr. 17 Snímky PZ z blízka - pistole CZ 75

Na prvním snímku je vidět záblesk, který vytváří typický tvar pro tento typ zbraně. PZ jsou u této zbraně CZ 75 poměrně přímočaré a mají jen malou tendenci k rozptylu a vracení se ke střelci. Na obrázcích je dobře vidět, jak se zplodiny šíří, zejména ve směru střely. Zplodiny pak rychle ztrácí svou energii a padají k zemi. Na snímcích 5 a 6 je vidět nepatrné množství zplodin, které se šíří z výhozného okénka směrem vzhůru k odlétající nábojnici.

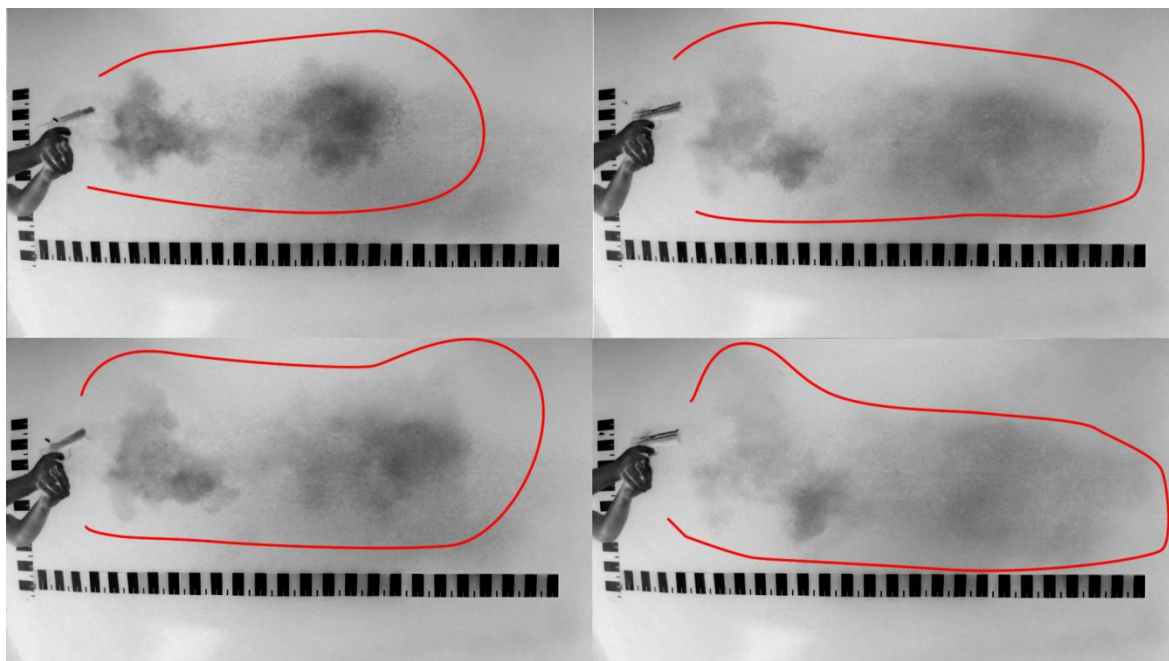
Lépe je tento jev vidět na snímcích z první osoby¹ (snímky 7 a 8) viz Obr. 18. Na snímcích z první osoby je vidět, že zplodiny nemají takový rozptyl, přesto se nepatrně šíří v horizontálním směru. Snímky z první osoby jsou záměrně upraveny tak, aby ruka, která překrývá větší část zplodin, nebyla rušivý element a bylo lépe vidět PZ.



Obr. 18 Snímky PZ z pohledu první osoby – pistole CZ 75

¹ Pohled z první osoby – tento pojem se používá nejčastěji ve spojení s počítačovou simulací, kdy člověk ovládající simulaci, vidí své ruce (simulovaný pohyb svých rukou) na monitoru. S tímto pojmem se můžeme setkat i v souvislosti s natáčením videa. Tento typ snímání se často používá při sportovních kláních nebo extrémních sportech.

Na Obr. 19 je vidět, jakou vzdálenost zplodiny dosáhnou. Po výstřelu se vytvoří dva oblaky, z toho ten první letí větší rychlostí. Zplodiny dosáhnou hranice přibližně 2 m, kdy se rychlost ustálí na minimum a začnou padat pomalu směrem k zemi. Během toho se nepatrně posouvají (letí) i směrem vpřed.

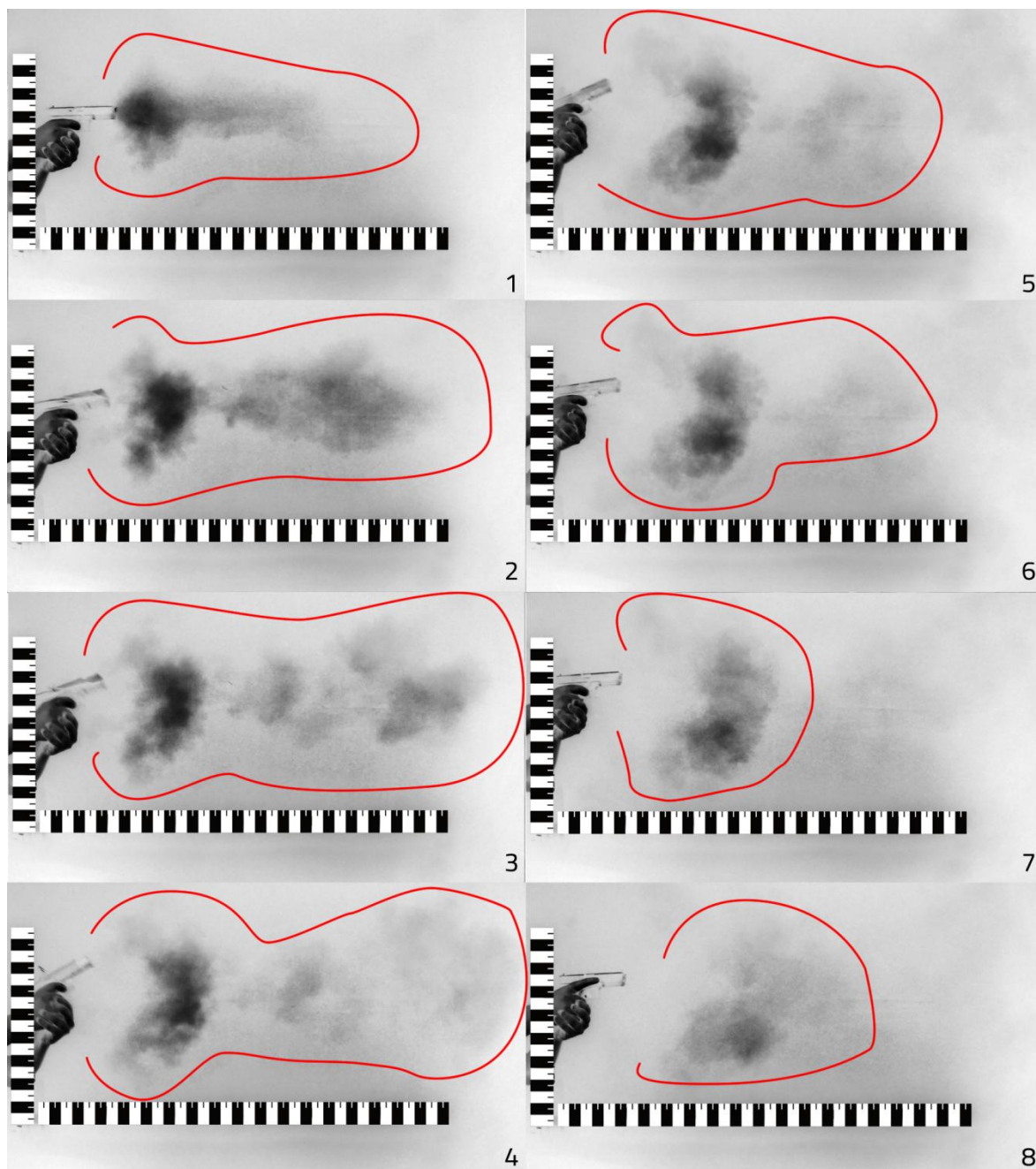


Obr. 19 Snímky PZ na větší vzdálenost – pistole CZ 75

4.5.2 Glock 17

Známa rakouská zbraň GLOCK byla vyrobena v roce 1980 za účelem nahradit tehdejší pistole rakouské armády Walther P38. GLOCK se stal okamžitě populární, díky jeho jedinečné konstrukci. Rám pistole je tvořen převážně z tvrzeného polymeru, který dělá zbraň kompaktní a lehkou. Pistole se vyrábí v mnoha rážích, jako například: 9 mm, .40, .357, .380, .45 a 10 mm. GLOCK vyrábí celkem 41 modelů od standartních, až po kompaktní a taktické. Zbraň prošla během 30 let modernizací a změnou v podobě čtyř generací. Pistole není vhodná pro skryté nošení, protože standartní model je poměrně velký. Velkou výhodou je jednoduchost, kterou zbraň disponuje, a proto je zaručena i její spolehlivost. GLOCK se skládá jen z 35 součástek. Zbraň by měla vydržet 40 tisíc výstřelů bez větších problémů. Jsou známy i GLOCKY, které vydržely i 300 tisíc výstřelů. Některé modely, které jsou určeny pro státní a hlavně vojenskou sféru, nejsou běžně k dostání. Dnes jsou GLOCKY používány především americkou armádou, a to modely 20 a 23, které tvoří víc jak 50% trhu se zbraněmi. Je oblíbená v mnoha zemích, ve vojenské a obraně sféře, ale i v osobní obraně a sportovní střelbě. [17]

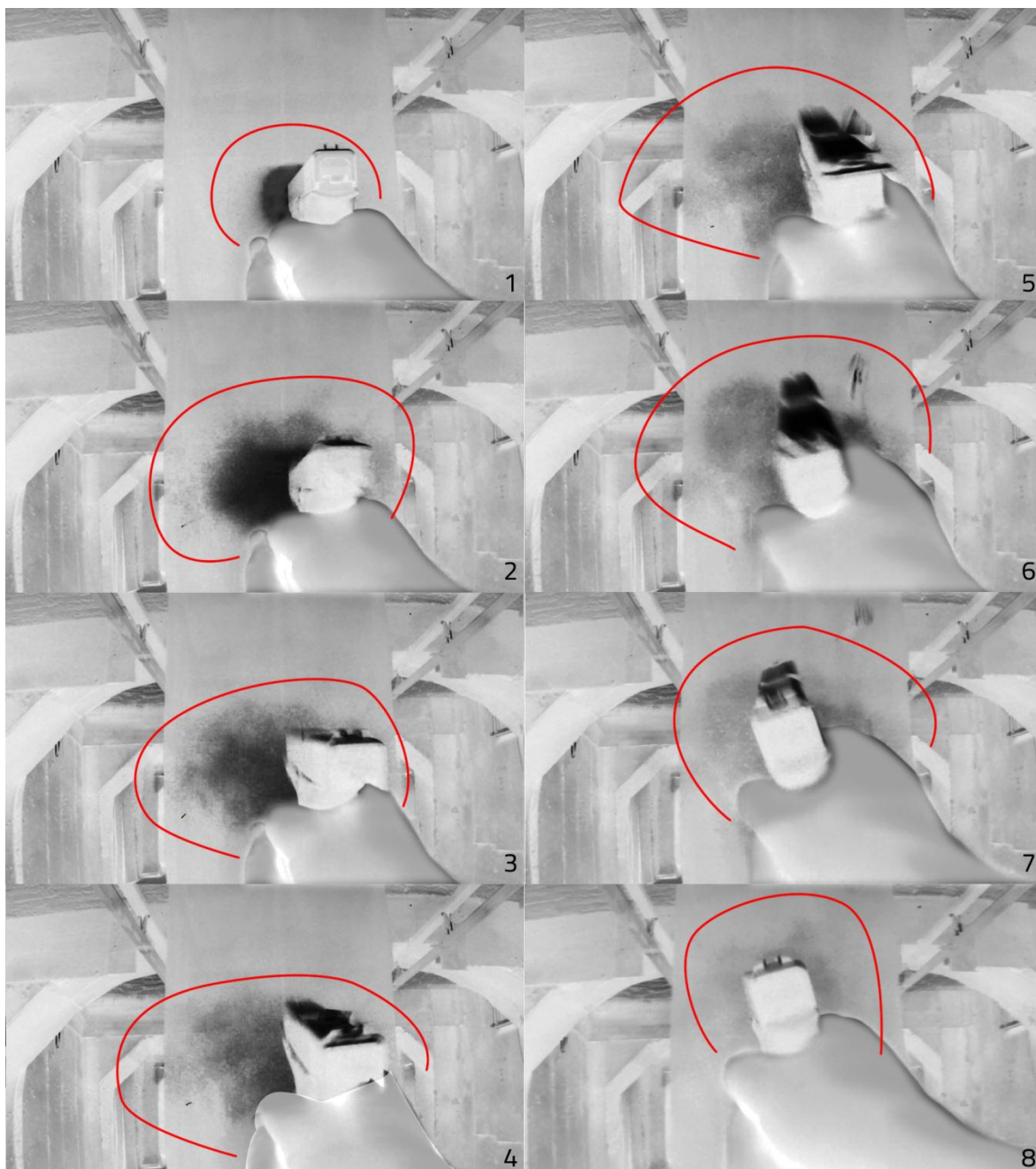
Námi použitý model má označení GLOCK 17 - 4. generace. Je to standartní model, který je v české republice nejpoužívanější, společně s modelem 19. Stejně jako CZ 75 je model 17 ráže 9 mm Luger, jde tedy předpokládat, že koncentrace zplodin a prachových částic bude u obou zbraní podobná.



Obr. 20 Snímky PZ z blízka – pistole Glock 17

Přesto, že GLOCK 17 disponuje stejným nábojem jako CZ 75, je vidět podstatný rozdíl v šíření PZ. Šíření není tak přímočaré a rovnoměrné, jako u CZ 75. Větší rozptyl do stran je pak patrný hned na druhém snímku. Zplodiny nedosáhnou takovou vzdálenost, jako tomu bylo u CZ 75, GLOCK 17 naopak nevytváří tak velký záblesk, jako CZ 75. Po výstřelu

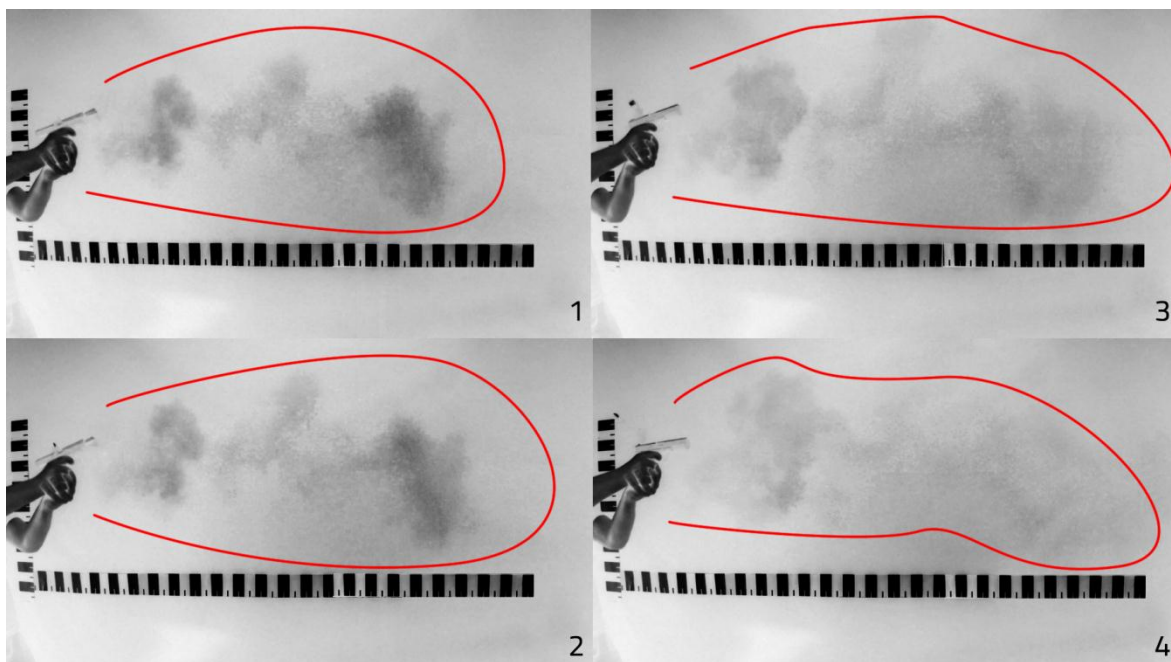
se zplodiny šíří vpřed ve směru výstřelu, ale díky velkému rozptylu ztrácí energii a rychle zpomalují. Po výstřelu vzniká oblak ve tvaru obráceného písmene C, který je patrný na snímcích 3 - 7. Tento oblak pak vyniká poměrně velkou koncentrací dýmu v jednom místě a krátce po výstřelu má tendenci stoupat vzhůru. Tento oblak pak dále padá a velmi pomalu se posouvá vpřed. Malá část zplodin uniká z výhozného okénka.



Obr. 21 Snímky PZ z pohledu první osoby – pistole Glock 17

V porovnání s CZ 75 má GLOCK 17 menší záblesk na ústí zbraně. Má však koncentrovanější zplodiny v jednom místě, které se šíří víc horizontálně do stran a okolí, oproti CZ 75.

Na snímcích 2 – 4 viz Obr. 21 je vidět kovovou částičku. Může se jednat o nespálené částice, které zůstaly v hlavni po předešlém výstřelu nebo se jedná o jiskru, vytvořenou třením kulky a hlavně. Obr. 22 ukazuje snímky, které jsou snímány na větší vzdálenost. Snímky jsou vybrány záměrně až v konečné fázi po výstřelu, aby bylo vidět, kam a jak se zplodiny rozptylují. Zplodiny z pistole GLOCK 17 mají lehkou tendenci stoupat a rozptylují se více do okolí. Na snímku 3 je dobře vidět, jak zplodiny následují vyhozeno nábojnici.



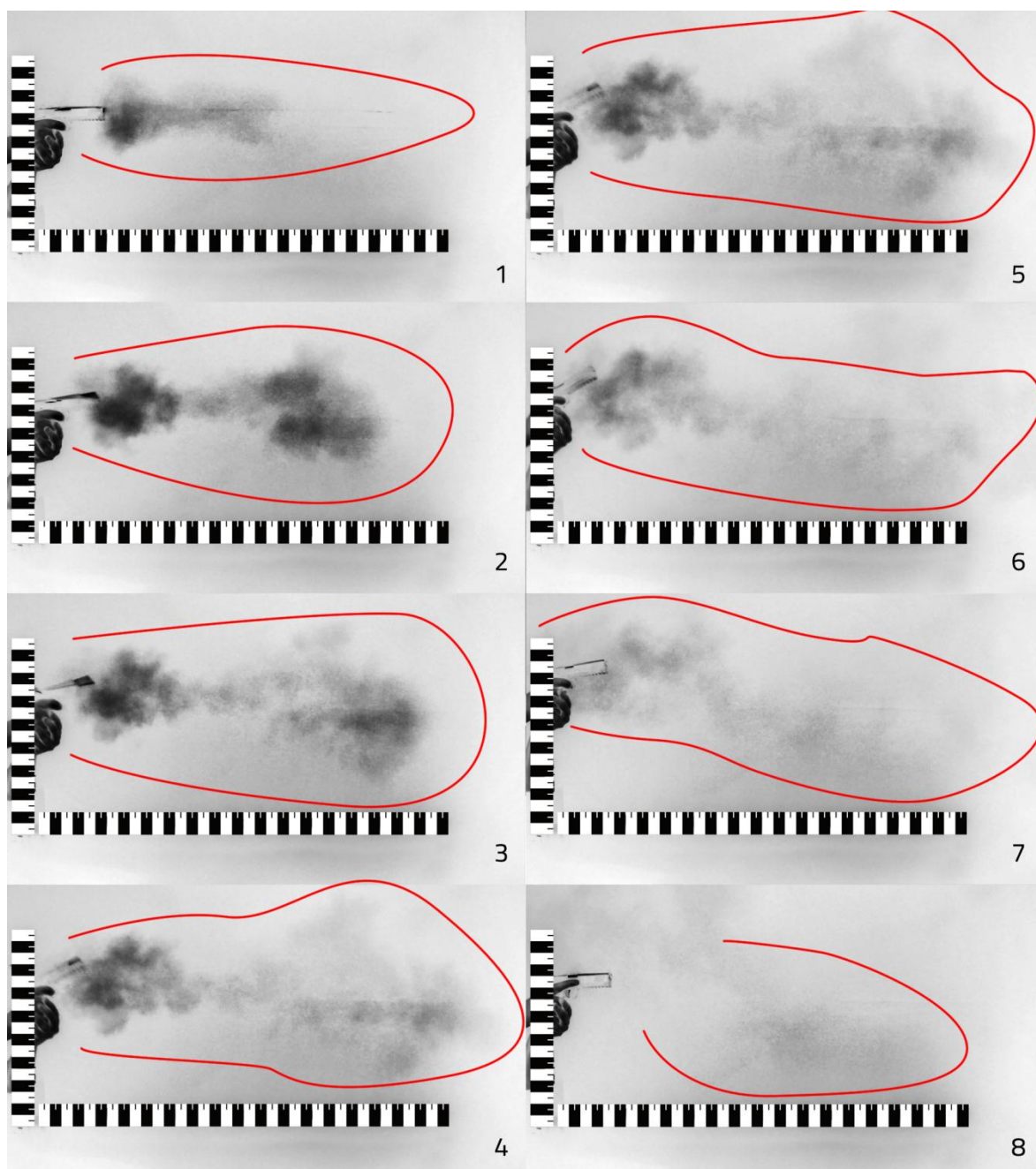
Obr. 22 Snímky PZ na větší vzdálenost – pistole Glock 17

4.5.3 Dan Wesson Pointman Seven 1911

Je to samonabíjecí pistole na bázi zbraně Colt 1911. Její konstrukce v začátcích 20. století byla velice nadčasová a překonávala vše, co tehdejší zbrojařské společnosti mohly nabídnout. Stejně jako pistole CZ 75 se stal Colt 1911 napodobovaným standardem a do dnes je jednou z nejkopírovanějších zbraní vůbec, zejména její jednočinný spoušťový mechanismus. Tento mechanismus je na tolik dobrý, že jeho systém používají někteří výrobci zbraní dodnes. Vyznačuje se surovou konstrukcí a jednoduchostí. Zbraň se vyrábí pro náboj ráže .45 ACP, který je nejrozšířenější hned po ráži 9 mm Luger. Dodnes bylo vyrobeno zhruba necelých 3 miliony kusů. Zbraň používaly zejména složky amerických ozbrojených sil. Významnou roli hrála pistole v 1. i 2. světové válce, ale také ve válce Ameriky s Vietnamem a Severní Koreou. Colt 1911 sloužil bezmála 74 let, než ho nahradila pistole Beretta M9

v roce 1985. To jen ukazuje to, že Colt 1911 byl velice nadčasovou zbraní, která ovlivnila pozdější zbraně stejného typu. [18]

Námi použitý Dan Wesson Pointman Seven 1911 byl standartní model s nábojem .45 ACP. V porovnání s dvěma předchozími zbraněmi je náboj .45 ACP větší a obsahuje větší množství hnací složky. Lze předpokládat, že PZ budou koncentrovanější a viditelnější.

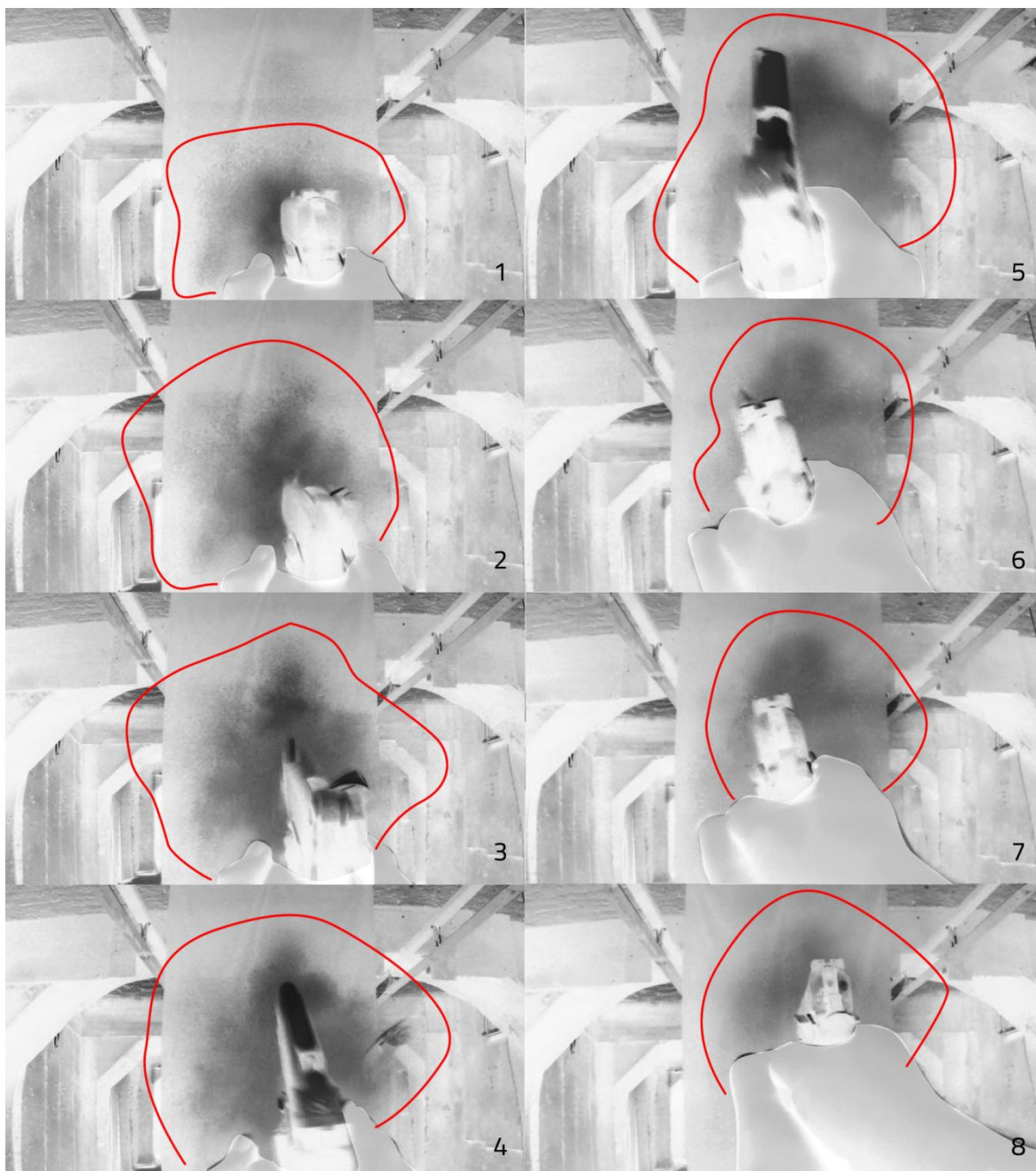


Obr. 23 Snímky PZ z blízka – pistole Dan Wesson Pointman Seven 1911

Na snímcích můžeme vidět, jak jsou PZ z pistole Dan Wesson Pointman Seven 1911 odlišné hned v několika věcech v porovnání s předešlými pistolemi. Zásadní změnou je hlav-

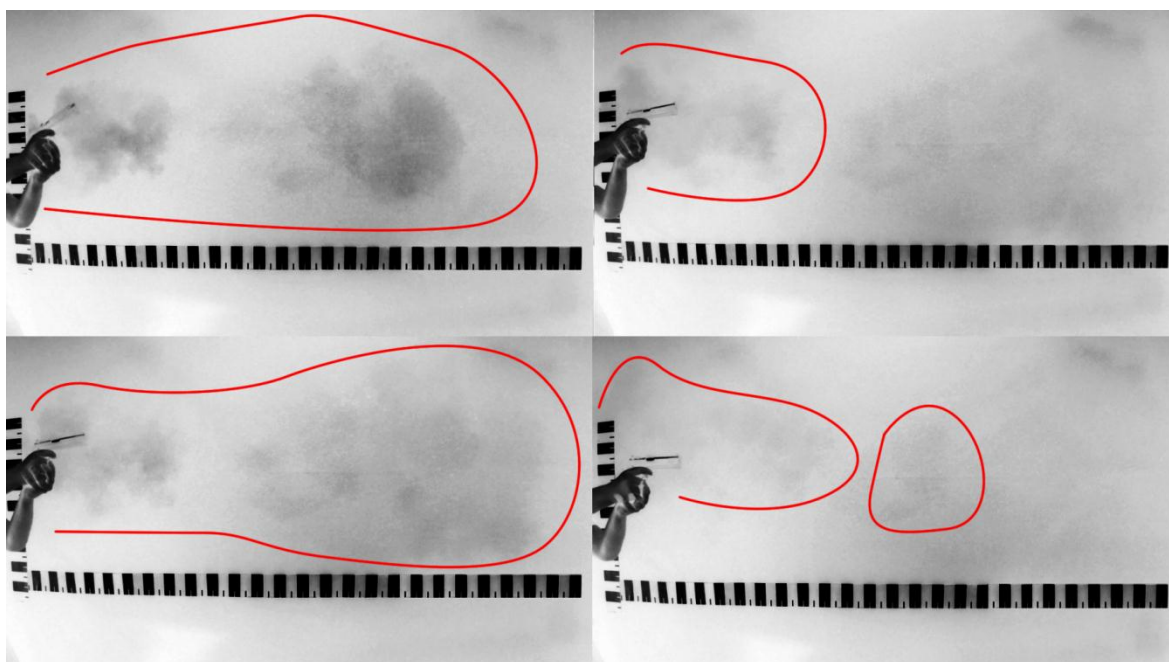
ně rozptyl a šíření zplodin. Ačkoliv by se mohlo zdát, že ráže .45 bude mít větší plamen na ústí zbraně než 9 mm, není tomu tak. Zbraň má jen minimální plamen na ústí, který není dobře zřetelný ani na snímcích. Po výstřelu letí zplodiny rychle vpřed a ve vzduchu se rychle rozptylují do okolí. Zplodiny nejsou tak přímočaré, jako tomu je u ráže 9 mm a mají lehkou tendenci vstoupat vzhůru. PZ vytvářejí dva oblaky dýmu. Jeden oblak, který jde rychle směrem vpřed s malou koncentrací, který se rozptyluje rychle do okolí ve směru výstřelu a rychle se ztrácí. Vytváří tak kužel, který je dobře viditelný na snímku 3 – 5 viz Obr. 23. Toto je typické pro šíření PZ viz kapitola 3.8 Šíření a rozptyl povýstřelových zplodin. Druhý oblak naopak zůstává na místě a pomalu se vrací ke střelci. Největší odlišnost proti předešlým zbraním lze nalézt na snímcích 3 – 7 viz Obr. 23, kdy se oblak dýmu vrací zpět ke střelcovým rukám a část zplodin padá k zemi. Lze tedy předpokládat, že na střelci, který střílel z Dan Wesson Pointman Seven 1911 bude mnohem více povýstřelových částic, než na střelci, který střílel z CZ 75 nebo zbraně GLOCK 17. Tento jev je typický hlavně pro revolvery, kdy se PZ šíří směrem ke střelci. To je způsobeno výšlehem plamenu z mezery mezi nábojovým válcem a hlavní. Výšleh způsobí podtlak, který přitáhne zplodiny směrem ke střelci. Čím větší tento výšleh je, tím více se budou zplodiny šířit ke střelci. Krátce po výstřelu jde vidět oblak, který takřka zahalí střelcovi ruky. Tak jako u ostatních zbraní tohoto typu je vidět, že se malá část zplodin šíří z prostoru výhozného okénka. Toto množství je nepatrné a závisí na tom, jak střelec pohybuje po výstřelu zbraní. Pohyb zbraní lehce ovlivňuje i výsledný tvar, kterým se poté zplodiny šíří. Díky klopnému momentu zbraně se hlaveň pohne směrem vzhůru a zplodiny se pohnou stejným směrem. Tím vznikne nepatrná změna tvaru zplodin, která však nemá velký vliv na výsledný směr PZ. Z toho vyplývá, že čím větší je klopný moment, tím víc můžou být zplodiny ovlivněny.

Šíření do stran je u Dan Wesson Pointman Seven 1911 největší. Je to způsobeno zejména větším nábojem a tím i větším množstvím prachové složky v náboji. Způsob šíření se nijak zvlášť neliší od ostatních zbraní tohoto typu. Zplodiny se šíří do všech stran rovnoměrně a mají malou tendenci k šíření do stran. Přibližně sekundu po výstřelu se zplodiny šíří směrem k pravé střelcově ruce. Koncentrace zplodin je rovnoměrná a nevytváří žádné typické oblaky s větší koncentrací v jednom místě. Dan Wesson Pointman Seven 1911 má ze všech použitých zbraní největší klopný moment, který ovlivňuje tvar zplodin. Tento jev je nejlépe vidět na snímcích 4 a 5 viz Obr. 24, kde je hlaveň směrem vzhůru.



Obr. 24 Snímky PZ z pohledu první osoby – pistole Dan Wesson Pointman Seven 1911

Na snímcích, které byly snímány z dálky viz Obr. 25, je vidět, že druhý oblak jdoucí ve směru výstřelu rychle ztrácí svou energii a rozptyluje se do okolí. Tento rozdíl je viditelný zejména, když porovnáme Dan Wesson Pointman Seven 1911 s pistolí CZ 75, kde jsou zplodiny více přímočaré a neztrácejí tak svou energii. Přesto mají tyto dvě zbraně podobné znaky, díky konstrukci výhozného okénka do strany.



Obr. 25 Snímky PZ z dálky – pistole Dan Wesson Pointman Seven 1911

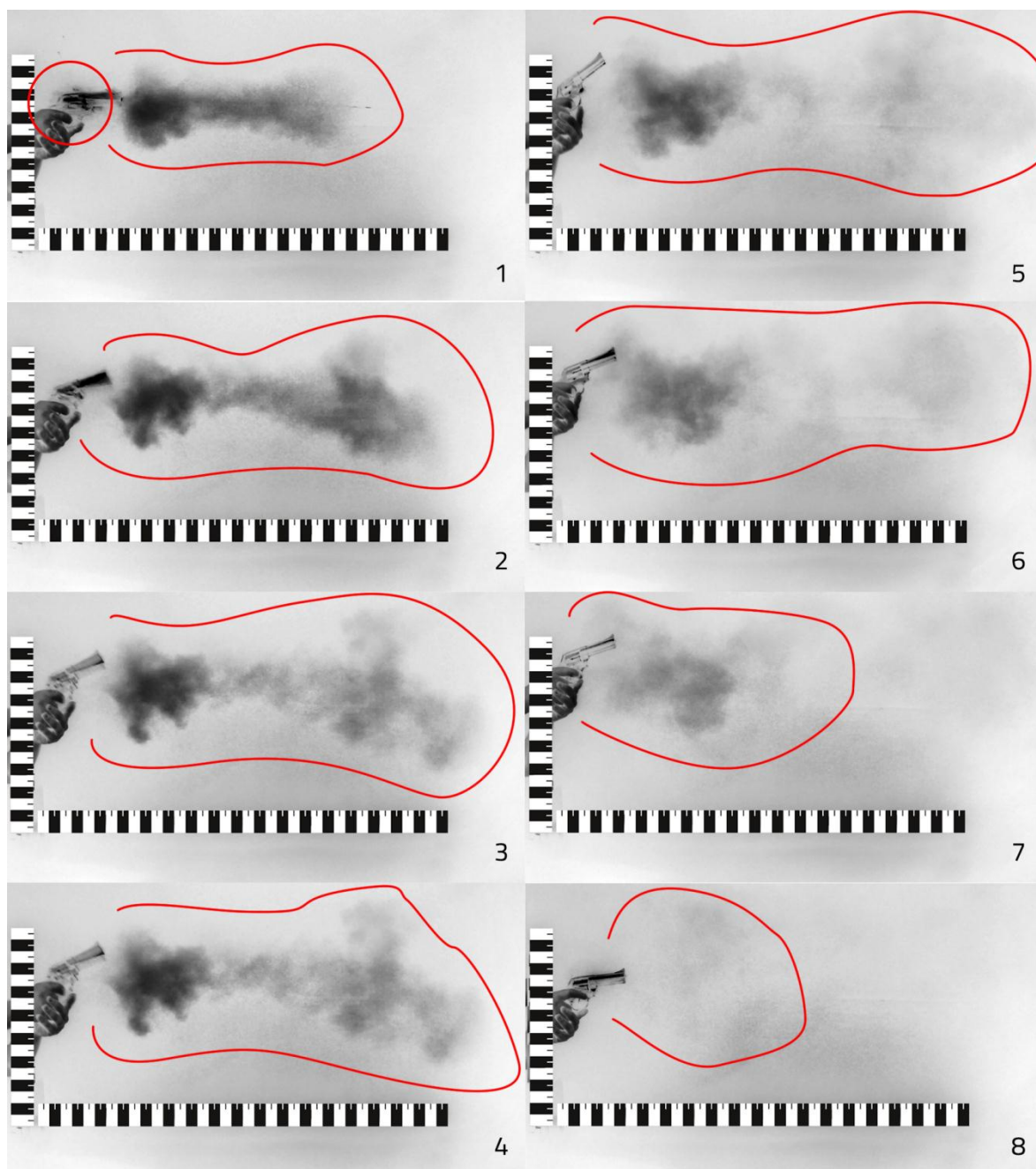
4.5.4 Alfa Steel 3541

Revolver Alfa Steel 3541 byl zkonstruován a vyroben firmou Alfa – Proj, která ho vyrábí a prodává do dnes. Revolver byl navržen zejména pro policejní orgány, soukromé bezpečnostní agentury, osobní obranu a pro lovecké potřeby. Revolvery série Alfa Steel se vyrábějí v několika rážích a několika modelových řadách, jako například: 3520, 3540, 3563 Sport. Revolver je klasické revolverové konstrukce s ráží .357 Magnum. Revolver disponuje nastavitelným hledím. [19]

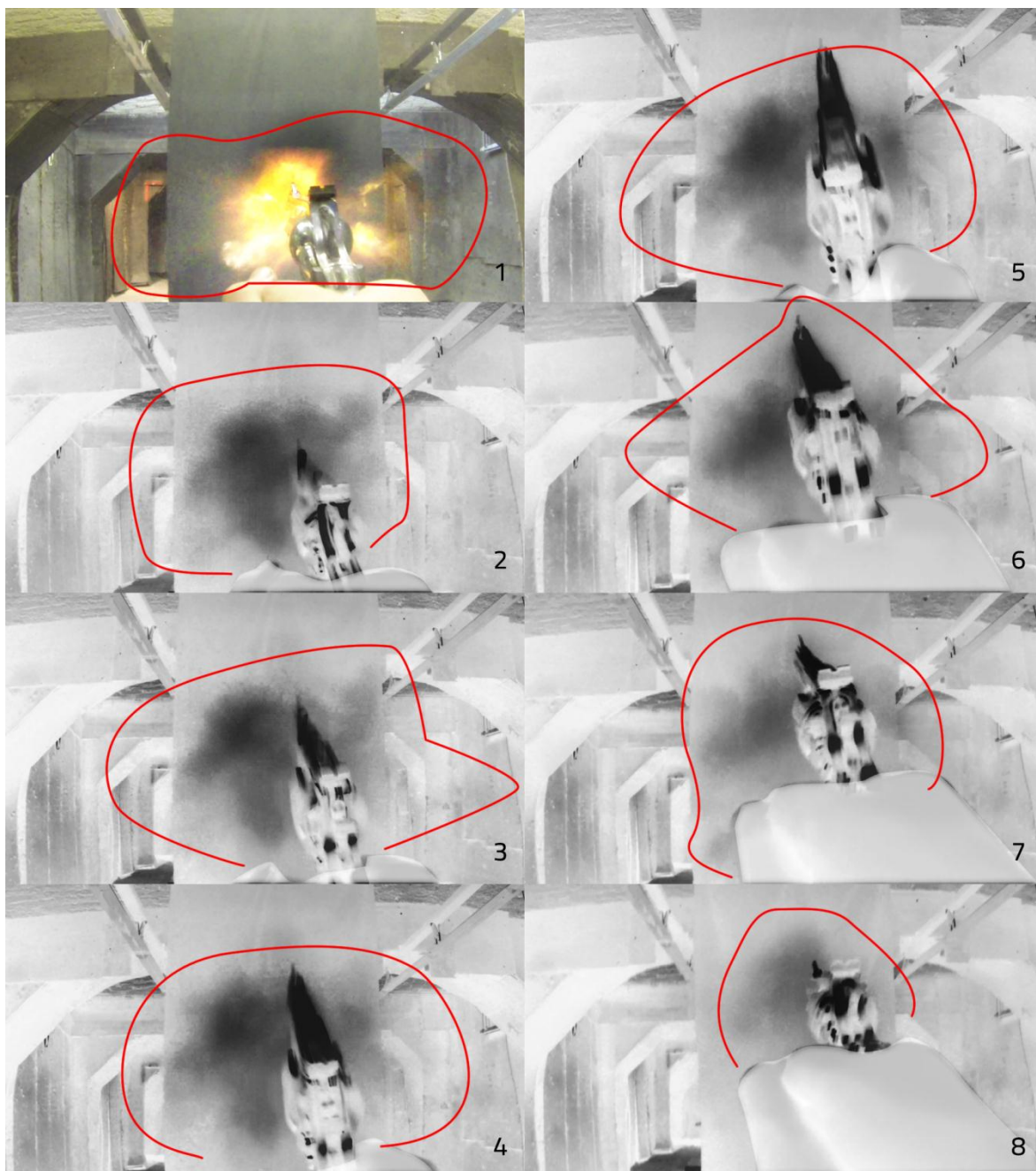
Námi použitý model byl standartní model Alfa Steel 3541 s leštěným povrchem. Revolvery jsou známe hlavně svou spolehlivou konstrukcí. Dá se říct, že revolvery jsou částečně otevřené zbraně, a lze tedy předpoklad, že se zplodiny nebudou šířit výhradně ve směru výstřelu, jak tomu bylo u pistolí. Pro revolvery je typický zejména výšleh z mezery mezi nábojovým válcem a hlavní, kde by se měla šířit nemalá část zplodin.

Na snímcích, které byly snímány zblízka je vidět hned na první pohled, že koncentrace a hustota v jednom místě je poměrně velká. Stejně jako Dan Wesson Pointman Seven 1911, i Alfa Steel 3541 má výrazně více rozptýlené zplodiny do všech směrů. Na snímcích 2 – 7 viz Obr. 26 je vidět, jak se zplodiny lehce stáčí pod hlaveň směrem ke střelci. To je způsobeno jednak pohybem hlavně směrem vzhůru, ale i výšlehem, který je pro revolver

typický. Jako tomu je i ostatních zbraní, ani revolver není výjimkou při vytváření rychlejšího a pomalejšího oblaku. Alfa Steel by se nejlépe dala přirovnat ke zbraní Dan Wesson Pointman Seven 1911 v chování PZ. Revolver má, ale přímočařejší chování zplodin, které se jen minimálně vrací ke střelci. Výšleh z hlavně revolveru není tak markantní, ale naopak výšleh od prostoru nabíjecího válce je značný. Ten je vidět nejlépe na snímku 1 viz Obr. 26, 27. Pomalé unikání zplodin z prostoru nabíjecího válce je poté vidět na posledním snímku viz Obr. 26. Díky tomu lze předpokládat, že střelec bude mít stopy PZ na hřbetu levé, popřípadě pravé ruky a na místě mezi palcem a ukazováčkem.



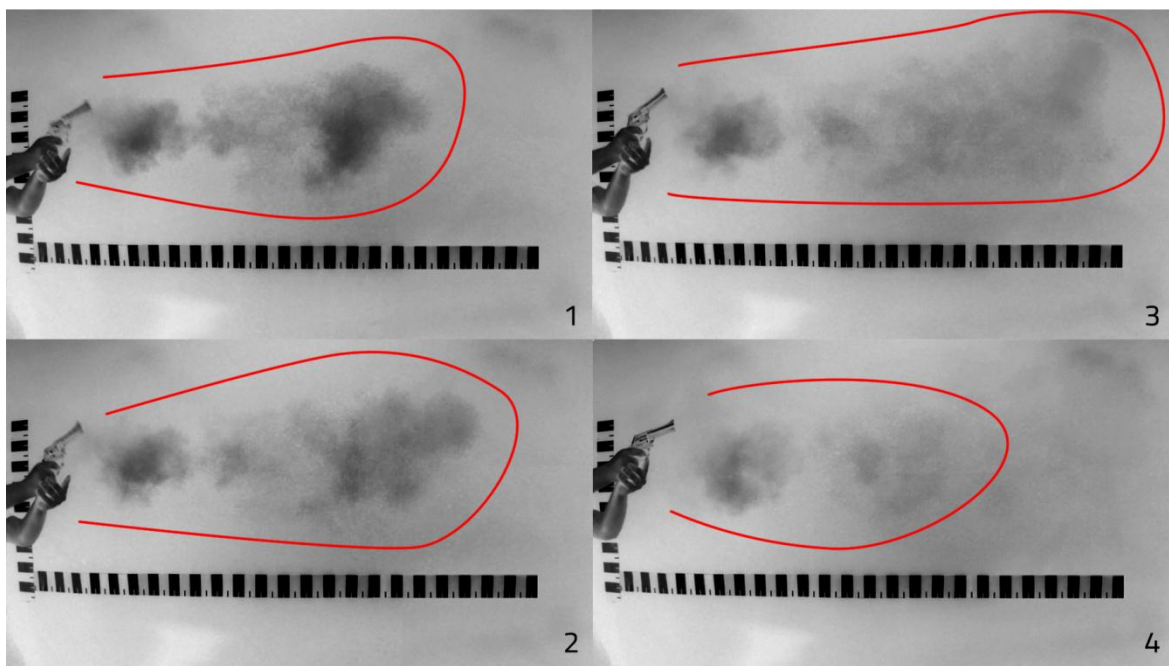
Obr. 26 Snímky PZ z blízka – revolver Alfa Steel 3541



Obr. 27 Snímky PZ z pohledu první osoby – revolver Alfa Steel 3541

První snímek je záměrně nezměněn, aby byl dobře vidět zášleh plamene z mezery mezi nábojovým válcem a hlavní. Zplodiny se šíří do všech směrů, stejně jako u zbraně Dan Wesson Pointman Seven 1911, ale přece jenom mají tendenci k horizontálnímu šíření. Stejně jako u snímání profilu výstřelu, je i na obrázcích z první osoby patrné, že zplodiny mají větší koncentraci v jednom místě.

Snímky na větší vzdálenost nijak nevynikají oproti předchozím zbraním. Rychlejší oblak PZ ztrácí rychle svou energii a rozptyluje se do okolí.



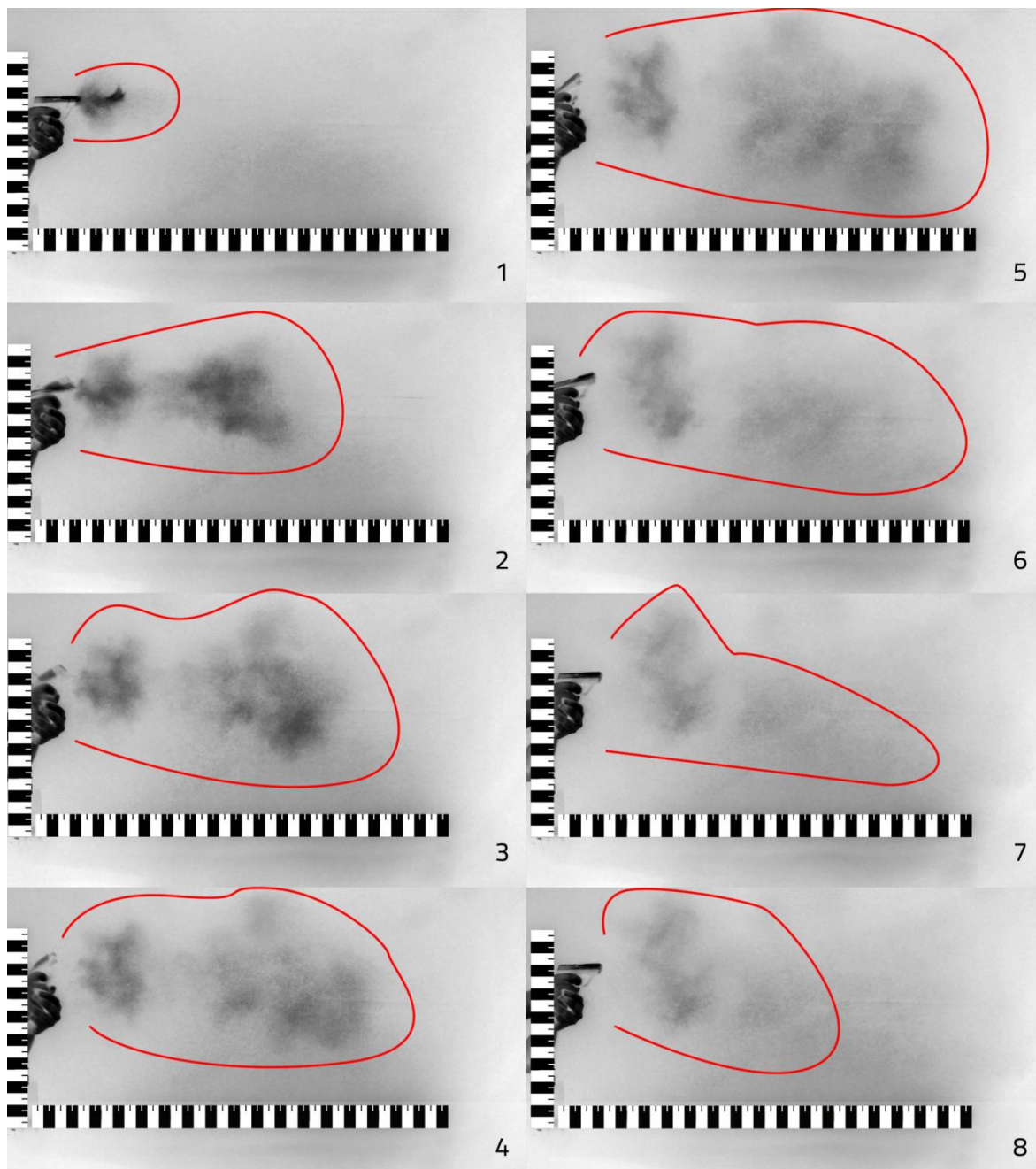
Obr. 28 Snímky PZ z dálky – revolver Alfa Steel 3541

4.5.5 Taurus PT738 TCP

Tato zbraň byla vyrobena v roce 2009 firmou Taurus, která se zaměřuje hlavně na tento typ zbraně. Zbraň má krátkou hlaveň, která měří 70 mm, což je skoro o polovinu méně než všechny předešlé zbraně, které mají délku hlavně stejnou, a to přibližně 120 mm. Taurus PT738 TCP byl záměrně vybrán pro porovnání chování PZ u dlouhé a krátké hlavně. Tato zbraň má konstrukci polymerového rámu. Zbraň se vyznačuje decentní a malou konstrukcí, která je vhodná pro skryté nošení, protože je téměř poloviční jako standartní pistole v ráži 9 mm. Je určena hlavně na osobní obranu a díky malé velikosti ji využijí především ženy. Překvapením bylo, že zbraň má poměrně velký klopný moment. Zbraň má dvojčinný spoušťový mechanismus s částečně předepnutým bicím kladívkem. Takový to typ zbraně, tedy kompaktní se používá především na osobní ochranu nebo jako záložní skrytá zbraň. Vhodná je na střelbu do 15 až 20 m. [20]

Předpoklad byl takový, že krátká zbraň bude mít na pohled větší množství zplodin, a tím i mnohem větší rozptyl, než zbraně se standartní délkou hlavně. Předpoklad se ukázal jako mylný, protože zbraň naopak vytvářela menší koncentraci zplodin než u všech předešlých modelů. Rozptyl byl také spíš standartní, velice podobný, jako u předchozích zbraní. Na prvním snímku viz Obr. 29 je vidět malý záblesk plamene, který vychází z hlavně. Při výstřelu je vidět, že zplodiny vytvářejí dva oblaky, jako tomu je u všech ostatních zbraní. Zplodiny se až nezvykle rychle rozplynou do okolí a část z nich stoupá vzhůru a část padá

směrem k zemi. Pomalejší oblak spíše zůstává na místě a posouvá se velice pomalu vpřed a lehce směrem vzhůru. Podobně jako GLOCK 17, Taurus PT738 TCP vytváří lehce tvar písmene C, ale už ne obráceného, jako GLOCK 17.

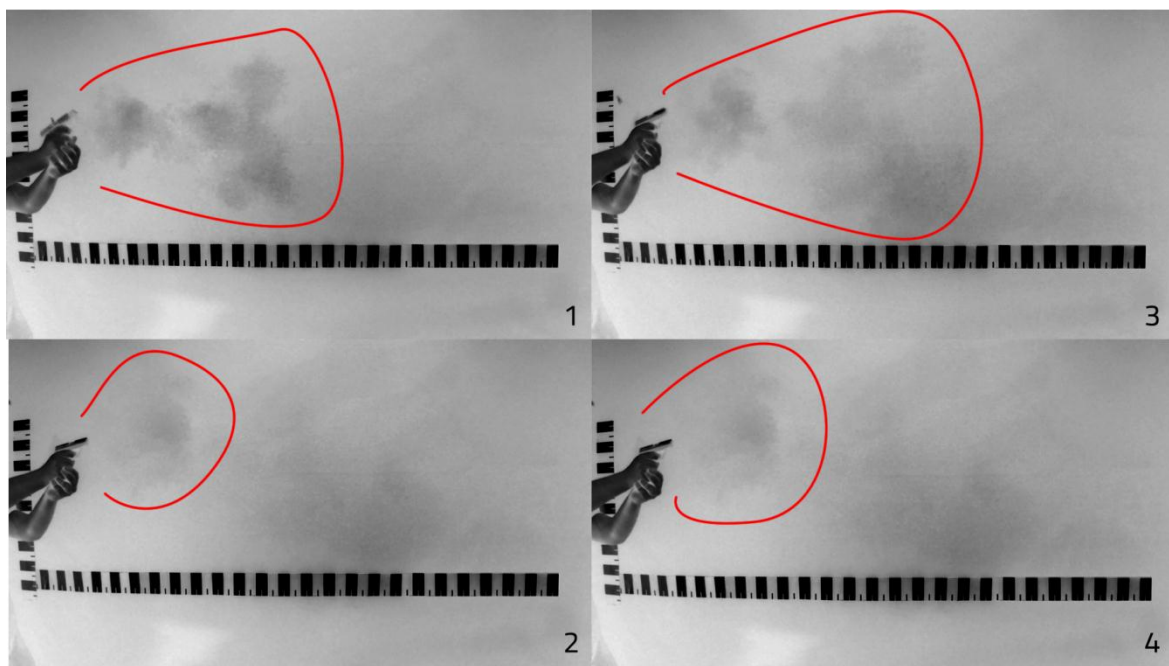


Obr. 29 Snímky PZ z blízka – kompaktní pistole Taurus PT738 TCP

Na snímcích z první osoby je vidět, jak je koncentrace zplodin opravdu malá a velice rychle se ztrácí. Dalším poznatkem bylo to, že nábojnice z výhozného okénka létaly často do obličeje. Společně s nábojnicí jde i malé množství PZ, proto by se na obličeji mohly nacházet stopy PZ. Dolet PZ z pistole Taurus PT738 TCP je velmi malý a všechny předešlé zbraně měly přibližně o třetinu větší dolet PZ než tato kompaktní zbraň.



Obr. 30 Snímky PZ z pohledu první osoby – kompaktní pistole Taurus PT738
TCP



Obr. 31 Snímky PZ z dálky – kompaktní pistole Taurus PT738 TCP

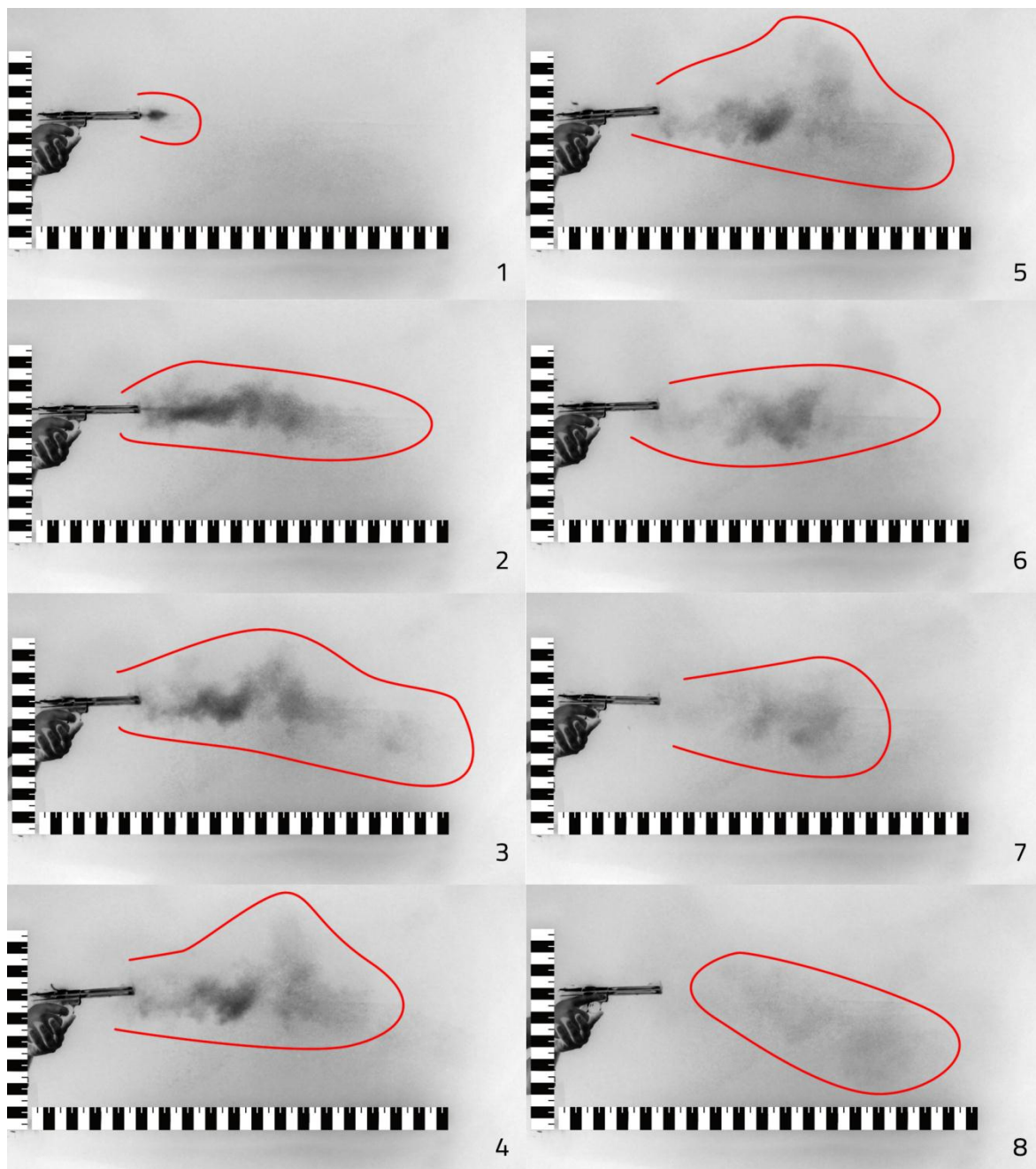
4.5.6 Ruger Mark 3 Target

Pro poslední porovnání PZ se všemi standartními modely jsme vybrali samonabíjecí malorážku Ruger Mark 3 Target. První model, který předcházel modelu Mark 3, byl navrhnout a zkonstruován v roce 1949 firmou Sturm, Ruger & Co., respektive navrhnout Williamem B. Rugerem. Ten vytvořil zcela unikátní zbraň, která zaplnila mezeru na trhu. Tehdejší zbraně byly určeny zpravidla na obranu nebo do vojenství, proto Ruger vyvinul model s ráží .22, který byl určený pro sportovní a loveckou střelbu. Celý rám, společně s hlavní je tvořen z jednoho kusu tuhé oceli. Délka hlavně je 140 mm, proto byla zbraň vybrána, aby bylo možno porovnat chování PZ, při výstřelu ze zbraně s delší, krátkou a standartní hlavní. Zbraň se dá osadit mnoha doplňky, od hledí až po odlišné typy spouště. [21]

Námi vybraný model byl s přesným označením Mark 3 Target, který je určený pro sportovní střelbu. Na pohled vyčníval díky dlouhé hlavní a jednotné ocelové konstrukci, jakou měl například Dan Wesson Pointman Seven 1911.

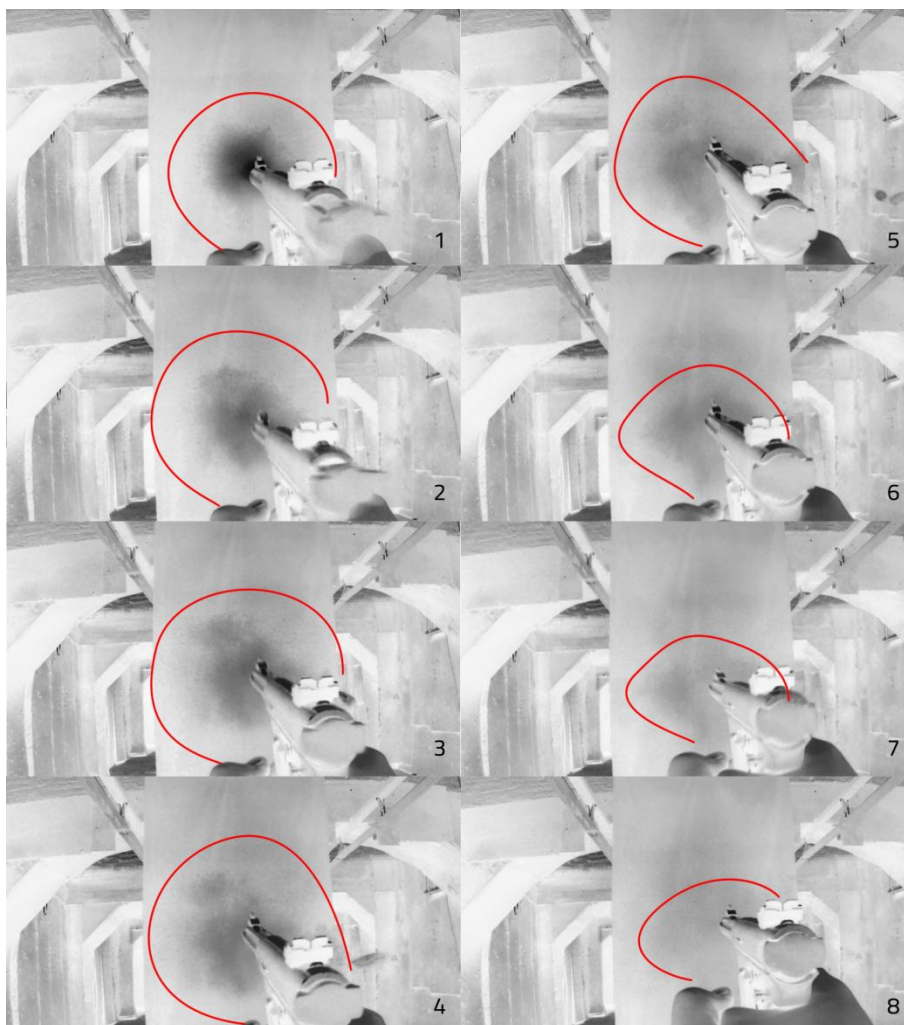
PZ z pistole Ruger Mark 3 Target jsou velice přímočaré. Také to, že má zbraň minimální klopný moment a konstrukce je uzavřená, ovlivňuje částečně rozptyl PZ. Na snímcích viz Obr. 32 je vidět, že se zplodiny vlní vlivem odporu vzduchu. PZ nemají takový dolet jako standartní zbraně. Je to způsobeno hlavně malým množstvím prachové složky, která je obsažená v náboji ráže .22. Přesto jsou podobnosti s ostatními zbraněmi patrné. Podobně, jako u některých modelů se zplodiny po výstřelu nepatrně vracejí směrem zpět ke střelci. I

hlavní směr šíření zplodin je velice podobný některým zbraním, a to hlavně rozptyl v pozdějších fázích. Na snímku 5 je pak vidět odlétající nábojnice společně s malým množstvím zplodin.

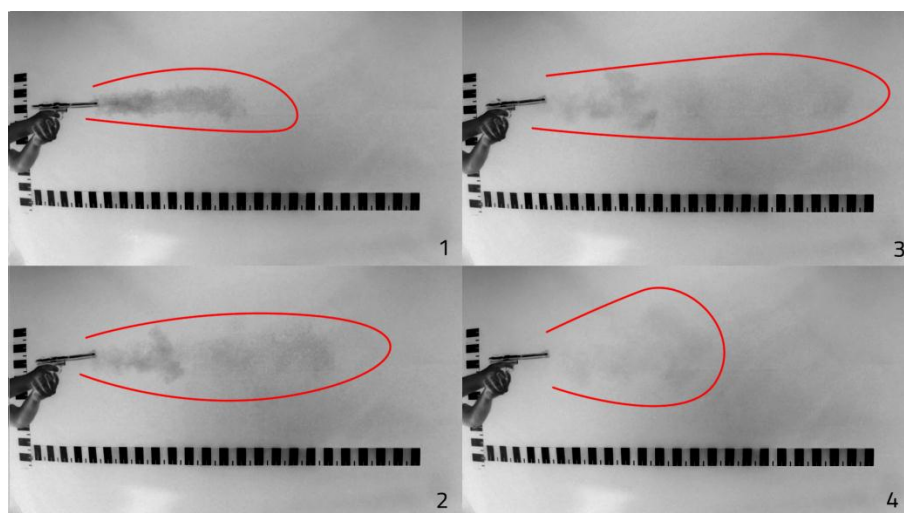


Obr. 32 Snímky PZ z blízky – malorážka Ruger Mark 3 Target

Šíření do stran je rovnoměrné a jak je patrné ze snímků na dálku, se šíří zplodiny i směrem vzhůru. Stejně jako u většiny zbraní se zplodiny rychle rozptylují do okolí a padají dolů. PZ z malorážky nemají takový dolet jako standartní střelivo ráže 9 mm. Měřítko bohatě postačilo, protože zplodiny nedolétly ani na konec.



Obr. 33 Snímky PZ z pohledu první osoby – malorážka Ruger Mark 3 Target



Obr. 34 Snímky PZ z dálky – malorážka Ruger Mark 3 Target

5 ZPRACOVÁNÍ A ANALÝZA SNÍMKŮ

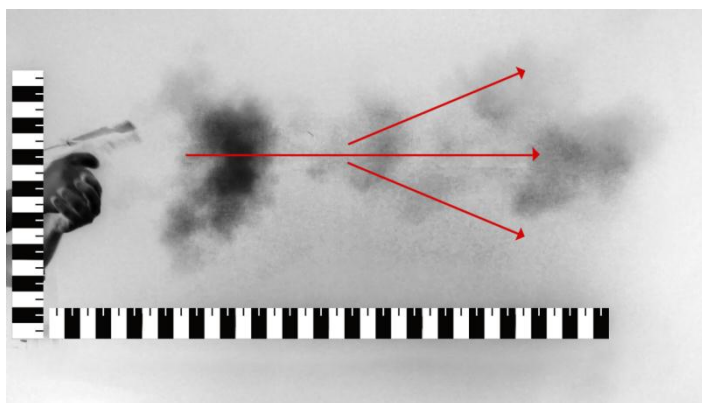
Tato kapitola se zabývá zpracováním a analýzou snímků, kdy jsou posuzovány aspekty PZ, jejich směry, orientační koncentrace a charakteristika PZ.

5.1 Hlavní a vedlejší směry úniku PZ

Určit hlavní a vedlejší směry úniku PZ z pohledu orientační koncentrace nebylo tak těžké. Hlavní směr úniku je popsán v teoretické části a praktická část jej jen potvrdila. Hlavní směr úniku je ve směru výstřelu, kde je největší množství koncentrace viditelných částic PZ. Zplodiny se poté šíří v horizontálním a vertikálním směru, kdy vytvářely tvar připomínající kužel. Za vedlejší směry pak označujeme všechny ostatní směry úniku a šíření zplodin. U pistolí tomu bylo zejména v oblasti výhozného okénka a u revolveru tomu bylo v mezeře mezi nábojovým válcem a hlavní. Jedním z vedlejších směrů úniků ovlivňuje i nábojnice. Část zplodin následuje směr vyhozené nábojnice viz Obr. 35. Tento jev byl nejzřetelnější u pistolí s ráží 9 mm. Když porovnáme zplodiny vycházející z hlavně zbraně a výhozného okénka, viditelných zplodin z výhozného okénka je opravdu malé množství.



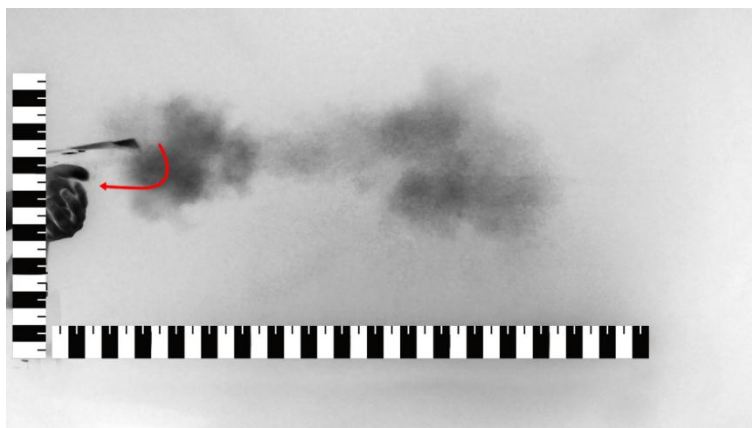
Obr. 35 Unikající PZ z výhozného okénka společně s nábojnicí



Obr. 36 Hlavní směry letu PZ

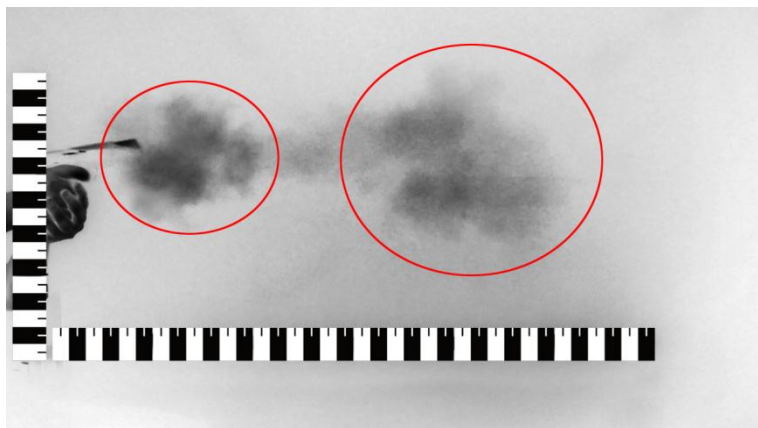
5.2 Analýza charakteristiky PZ

Každá ze zbraní měla jedinečnou charakteristiku šíření, přesto je na snímcích vidět, že některé charakteristiky šíření zplodin jsou minimálně podobné. Jednou z těchto podobností je šíření zplodin směrem pod hlaveň zbraně. Po výstřelu se zplodiny stáčí směrem pod hlaveň a ke hřbetu rukou viz Obr. 37. Vzdálenost směrem ke střelci a k jeho tělu, se u každé zbraně lišila. Tento jev byl nejvíce patrný na snímcích pistole Dan Wesson Pointman Seven 1911 a Revolveru Alfa Steel 3541. Lze z toho usuzovat, že čím větší ráže, tím bude tato charakteristika rozptylu větší, protože jak Dan Wesson Pointman Seven 1911, tak Alfa Steel měly dvě největší ráže ze snímáných zbraní. Ze snímků můžeme předpokládat, že se zplodiny budou nacházet na hřbetu rukou.



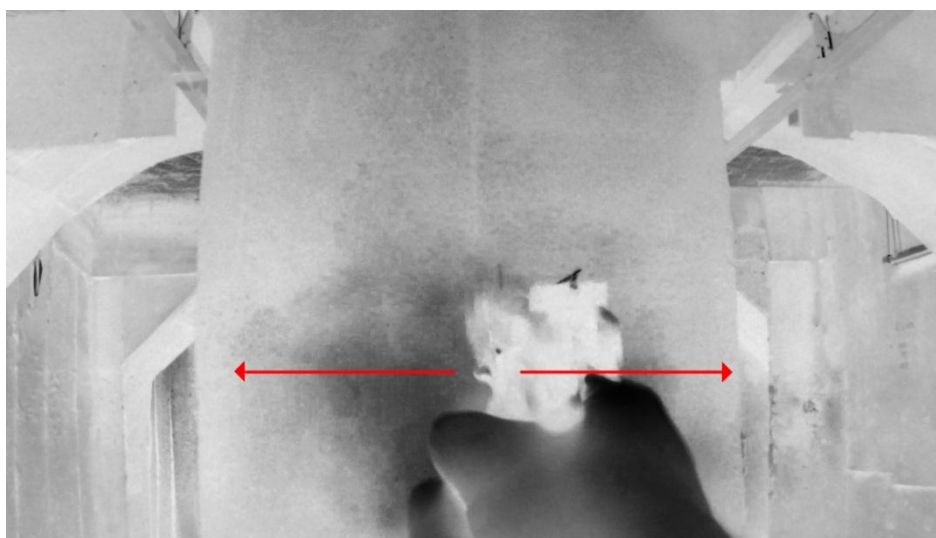
Obr. 37 Charakteristika šíření PZ směrem pod hlaveň – Dan Wesson Pointman Seven 1911

Dalším zajímavým jevem bylo, že se po výstřelu PZ rozdělily do dvou částí. Vytvořili dva odlišné oblaky zplodin s rozdílnou rychlostí. První směřoval velmi rychle dopředu a šířil se do stran, jak v horizontálním směru, tak i vertikálním směru. Druhý oblak měl menší rychlost a dosáhl vzdálenosti přibližně půl metru. Dále se nepravdělně rozplýval do okolí, a pomalu padal k zemi. Tento jev se projevil téměř u všech střelných zbraní, které byly použity pro vizualizaci. Výjimkou byla jen zbraň Ruger Mark III Target, která nevytvářela dva oblaky, ale jeden přímočarý oblak PZ. To bylo způsobeno délkou hlavně, velikostí ráže a uzavřenou konstrukcí zbraně.



Obr. 38 Charakteristika šíření PZ při výstřelu

Rozptyl PZ byl u každé zbraně odlišný. U některých zbraní se zplodiny šířily směrem vzhůru, některé zplodiny naopak směřovaly ke střelci směrem dolů. Z pohledu první osoby je pak vidět, že se PZ šíří rovnoměrně do všech stran. PZ se u některých zbraní více šířily v horizontálním směru, jako například CZ 75 nebo Glock 17.



Obr. 39 Šíření PZ do stran

Rozdíl PZ v závislosti na délce hlavně zbraně, byl hlavně ve vzdálenosti, kterou zplodiny dosáhly. Nejdál dolétly zplodiny z pistolí CZ 75, Glock 17 a revolveru Alfa Steel. Zplodiny byly přímočaré a neměli takový rozptyl do okolí, jako například Dan Wesson Pointman Seven 1911, který měl největší ráži, ale díky velkému rozptylu PZ nedosáhly takovou vzdálenost. Vzdálenost doletu PZ byla přibližně 2 m, kde se viditelné části PZ rozplynuly do okolí. Střelba byla prováděna v prostředí, kde šíření zplodin nebylo ovlivněno okolními povětrnostními vlivy, lze tedy předpokládat, že pokud by střelec stál proti větru, popřípadě ve směru větru, zplodiny by se šířily jinak.

Pistole Taurus PT738 TCP byla vybrána záměrně, aby byl vidět rozdíl v šíření PZ mezi krátkou a standartní délkou hlavně. Šíření PZ z pistole Taurus PT738 TCP se nijak nelišilo od ostatních pistolí se standartní délkou hlavně, jen zplodiny nedosahovaly takové vzdálenosti. To byl největší rozdíl mezi krátkou hlavní (70 mm) a standartní hlavní (120 mm). Ruger Mark 3 Target, který měl naopak nejdelší hlaveň (140 mm), měl velmi přímočaré zplodiny, které měli potenciál doletět dál, ale malorážka neobsahuje takové množství hnací složky, proto byla vzdálenost doletu PZ na úrovni pistole Taurus PT738 TCP. Z toho můžeme předpokládat, že délka hlavně a ráže ovlivňuje vzdálenost doletu PZ.

Šíření zplodin u Revolveru Alfa Steel 3541 se příliš nelišilo od pistolí, které byly použity při vizualizaci. Rozdíl byl zejména u šíření zplodin z mezery mezi otočným válcem a hlavní, které bylo ve větším množství než u pistolí, kde se zplodiny šířily z výhozného okénka. To je způsobeno otevřenější konstrukcí revolveru.

Kapitola shrnuje a analyzuje poznatky, které vyplývají z obrazového materiálu PZ. V kapitole jsou uvedeny charakteristiky šíření PZ a jejich rozdíly, které souvisejí s odlišnou konstrukcí jednotlivých zbraní. Nedílnou součástí kapitoly je i odpověď na otázku hlavních a vedlejších směrů šíření PZ. Závěry potvrzují teorie a domněnky, které jsou popsány v teoretické části práce, že šíření zplodin je hlavně ve směru výstřelu.

ZÁVĚR

Cílem práce bylo objasnit a přiblížit čtenáři problematiku PZ a vizualizovat jejich chování. Jedná se o rozsáhlou problematiku, kterou se zabývá jen velice málo zdrojů. Zplodiny jsou do jisté míry nevyzpytatelné a jejich chování se může lišit v závislosti na okolních vlivech nebo na konstrukci zbraně.

Problematikou PZ se zabývá úzká skupina lidí, a proto není ani tak určena pro širokou veřejnost, ale zejména pro znalce krajského soudu, pracovníky oboru kriminalistické techniky a expertízy, popřípadě pro zájemce a konstruktéry.

V úvodu práce je nastíněna historie kriminalistiky a problematika střelných zbraní, včetně kriminalistické balistiky. Tato kapitola objasňuje základní pojmy v oblasti střelných zbraní a využití jednotlivých prvků, které jsou klíčové pro kriminalistické zkoumání. V kapitole jsou popsány zejména palné zbraně, střelivo, vnější a vnitřní balistika. Tato kapitola je důležitá pro porozumění významu PZ, neboť s ní úzce souvisí. Nedílnou součástí první poloviny práce je samotná kapitola, která se zabývá PZ, kde jsou nastíněny základní oblasti, jako například: chemické složení, šíření zplodin nebo zkoumání zplodin.

V praktické části je řešená samotná vizualizace pomocí kamery o rychlosti 120 snímků za sekundu. Jako prostor pro snímání a střelbu posloužila střelnice TRRIGER Service. Na střelnici byla postavena stěna, na kterou byla natažena černá textilie, aby vytvářela kontrast mezi zplodinami a pozadím. Jednotlivé zbraně byly nasnímány několikrát za sebou a poté byly vybrány jednotlivé snímky, které se graficky zpracovaly pro potřeby práce. Snímky byly analyzovány a porovnány v závislosti na konstrukčním typu zbraně.

Problémem při vypracovávání bakalářské práce, bylo vyhledat zdroje, které by se zabývaly povýstřelovými zplodinami. Existují jen omezené zdroje, které se zabývají touto problematikou, ale stále jen velmi okrajově. Jeden z dalších problémů, se kterým jsem se musel potýkat, bylo dobře nastavit scénu tak, aby byly fotky co nejkvalitnější. Kvalita se odvíjela od nasvícení, protože prostory suterénu byli dost tmavé. Další problémem bylo vytvořit improvizovanou zeď, která by vytvářela pozadí. Samotné stěny střelnice nešlo použít, protože byly tvořeny výklenky. Proto jsem použil několik vysokých dřevěných boxů, které jsem postavil vedle sebe a napnul na ně černou textiliia vytvořil tak vhodné pozadí.

Snímky ukázaly několik zajímavostí, které jsou klíčové pro kriminalistické zkoumání. Šíření zplodin je částečně závislé na konstrukci zbraně, přesto mají společné znaky šíření. Jeden ze znaků společných pro všechny palné zbraně bylo stáčení PZ směrem pod hlaveň,

ke hřebu rukou. U některých zbraní byl tento jev viditelný a zplodiny jasně dosáhly až na hranici rukou. U některých byl tento jev jen málo patrný. Jedna ze zbraní, která se odlišovala od ostatních v šíření PZ, byl Dan Wesson Pointman Seven 1911, kdy zplodiny nesměřovaly směrem vpřed, ale vracely se zpět ke střelci v poměrně velkém množství. Dalším znakem u pistolí bylo šíření zplodin směrem vzhůru od výhozného okénka. Toto množství bylo opravdu malé v porovnání se zplodinami, které vycházely z hlavně zbraně. U revolveru se PZ šířily podobně jako u pistolí, ale s tím rozdílem, že část zplodin unikala z mezery mezi otočným válcem a hlavní.

Hlavní směr šíření s největší koncentrací zplodin (orientačně) byl ve směru výstřelu. Tím bylo potvrzeno, že se zplodiny šíří zejména ve směru výstřelu. Viditelné části zplodin dosáhly maximální hranice 2 m, kdy se nerovnoměrně rozplynuly do okolí. Snímky PZ ukázaly, že zplodiny jdou dobře vizualizovat, a při úpravě snímků pomocí grafického programu je jejich viditelnost ještě umocněna.

Problematika PZ je rozsáhlá a chybí dostatek literatury, která by jasně definovala směry šíření zplodin. Do budoucna by bylo dobré nasnímat a vizualizovat PZ z hlediska pohybu střelce nebo z hlediska vlivu okolního prostředí.

Práce pro mě byla obohacující a poskytla mi nový pohled na střelné zbraně a jejich funkci. Doufám, že moje práce bude prospěšná a obohacující i pro ostatní, které tato problematika zajímá.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [2] Povýstřelové zplodiny a možnosti jejich využití v kriminalistické praxi. *Zplodiny* [online]. 2009 [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://kriminalistika.eu/balistika/zplodiny.html>
- [2] ŠTŮLOVÁL, Kristýna. *Využití LA-ICP-MS ve forenzní analýze - analýza povýstřelových zplodin*. Brno, 2012. Diplomová práce. Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Ústav chemie. Vedoucí práce Mgr. Tomáš Vaculovič, Ph.D.
- [3] PLANKA, Bohumil. *Kriminalistická balistika*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010, 660 s. ISBN 978-80-7380-036-9.
- [4] PLÍHAL, Bohumil. *Balistika*. Vyd. 1. Univerzita obrany, 2011, 281 s. ISBN 978-80-7231-785-1.
- [5] STRAUS, Jiří. 2. rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008, 431 s. ISBN 978-807-3800-529.
- [6] VYORAL, Pavel. *Problematika rozptylu povýstřelových zplodin*. Zlín, 2013. A11300. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, Ústav bezpečnostního inženýrství. Vedoucí práce Ing. Zdeněk Maláník, DCv.
- [7] *Druhy střeliva* [online]. 2009 [cit. 2014-02-20]. Dostupné z: http://www.strelnicepraha.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=76:druhy-streliva&catid=38:rzne-lanky
- [8] *Bullets Cut To Half* [online]. [cit. 2014-02-22]. Dostupné z: <http://realitypod.com/2013/07/bullets-cut-to-half-pictures-2/>
- [9] *Kriminalistika* [online]. 2005 [cit. 2014-02-24]. Dostupné z: <http://kriminalistika.eu/>
- [10] VICHLENDÁ, Milan a Jiří VESELÝ. *Základy kriminalistiky*. Vyd. 1. Ostrava, 2004, 63 s. ISBN 80-704-2369-2. *Kriminalistika* [online]. 2005 [cit. 2014-02-24]. Dostupné z: <http://kriminalistika.eu/>
- [11] *Nauka o zbraních* [online]. [cit. 2014-03-06]. Dostupné z: <http://zbrankvalitne.cz/zbrojni-prukaz/nauka-o-zbranich/>
- [12] *Inovace SEBS a ASEBS* [online]. [cit. 2014-03-07]. Dostupné z: <http://www.fsps.muni.cz/inovace-SEBS-ASEBS/>

- [13] VÁVRA, Rudolf a Tomáš KMJEČ. Nové poznatky o zkoumání rozptylových obrazců povýstřelových zplodin. Bezpečnostní teorie a praxe. Praha: Policejní akademie České republiky, 2008, č. 4, s. 10. ISSN 1801-8211.
- [14] WALLACE JS. Chemical analysis of firearms, ammunition, and gunshot residue, Taylor & Francis Group, 2008. ISBN 978-1-4200-6966-2.
- [15] ELAS Brno - ELEVAK [online]. [cit. 2014-03-09]. Dostupné z: http://www.elasbrno.cz/index_l=cs_t=13_k=10_p=64.html
- [16] GoPro Hero 3 Black Edition [online]. [cit. 2014-04-21]. Dostupné z: http://www.saltpeaks.com/pi/p22355-GoPro_Hero3_Black_Edition.jpg
- [17] Sdružení majitelů a příznivců zbraní Glock [online]. 2007 [cit. 2014-04-21]. Dostupné z: <http://www.mujglock.com/>
- [18] Akademie AEGIS: Dan Wesson: test pistole 1911 Pointman Seven [online]. 2007 [cit. 2014-04-21]. Dostupné z: <http://archiv.aegisteam.cz/newindex.php?main=testy&id=139>
- [19] CzechPoint / Alfa-Proj Revolvers [online]. 2007 [cit. 2014-04-21]. Dostupné z: <http://www.thefirearmblog.com/blog/2011/08/30/czechpoint-alfa-proj-revolvers/>
- [20] Taurus 738 TCP. Střelecké Revue. 3/2013. Dostupné z: http://www.zbraneliberec.cz/files/1566_taurus-pt-738-tcp--nerez.pdf
- [21] Ruger Mark III Target .22 LR Review [online]. [cit. 2014-04-21]. Dostupné z: <http://www.christiangunowner.com/ruger-mark-III-target.html>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

DNA	Deoxyribonucleic acid.
CO ₂	Oxid uhličitý.
Pb	Stibium (Olovo).
Sb	Stibium (Antimon).
Sn	Stannum (Cín).
S	Sulphur (Síra).
Ba	Baryum.
Ca	Calcium (Vápník).
OKTE	Oboru kriminalistické techniky a expertízy.
PZ	Povýšřelové zplodiny.
Nc	Nitrocelulóza.
CO ₂	Oxid uhličitý.
DA	Double Action.
SA	Single Action.
DAO	Double Action Only.
HCl	Kyselina chlorovodíková.
NAA	Neutronová akční analýza.
SEM/EDX	Scanning Electron Microscopy coupled with Energy Dispersive X-ray.
CZ	Česká zbrojovka.

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Průřez a popis jednotného pistolového náboje [7].....	15
Obr. 2 Středový zápal, okrajový zápal, kolíčkový zápal u brokového náboje [3].....	17
Obr. 3 Průřez náboje s hnací složí, Pistolový náboj (1) a puškový náboj (2) [8]	18
Obr. 4 Průřez brokovým nábojem [5].....	19
Obr. 5 Různé druhy plynových nábojek [3]	19
Obr. 6 Popis krátké pistole [11]	21
Obr. 7 Popis revolveru [11]	22
Obr. 8 Sada terčů na snímání PZ [1].....	26
Obr. 9 Místa odběru PZ na hřbetu ruky [5]	26
Obr. 10 Vysavač ELEVAK s filtračním nástavcem [15].....	27
Obr. 11 Výlet střely z hlavně a šíření PZ [5]	29
Obr. 12 Schéma vzniku vedlejších produktů výstřelu [5]	29
Obr. 13 Kamera GoPro Hero 3 [16]	31
Obr. 14 Schéma scény pro vizualizaci.....	32
Obr. 15 Umístění kamery na hrud' pomocí speciálního pásu	33
Obr. 16 Jednotlivé fáze úpravy snímku pomocí grafického programu Gimp	34
Obr. 17 Snímky PZ z blízka - pistole CZ 75	36
Obr. 18 Snímky PZ z pohledu první osoby – pistole CZ 75.....	37
Obr. 19 Snímky PZ na větší vzdálenost – pistole CZ 75.....	38
Obr. 20 Snímky PZ z blízka – pistole Glock 17	39
Obr. 21 Snímky PZ z pohledu první osoby – pistole Glock 17	40
Obr. 22 Snímky PZ na větší vzdálenost – pistole Glock 17	41
Obr. 23 Snímky PZ z blízka – pistole Dan Wesson Pointman Seven 1911	42
Obr. 24 Snímky PZ z pohledu první osoby – pistole Dan Wesson Pointman Seven 1911	44
Obr. 25 Snímky PZ z dálky – pistole Dan Wesson Pointman Seven 1911	45
Obr. 26 Snímky PZ z blízka – revolver Alfa Steel 3541	46
Obr. 27 Snímky PZ z pohledu první osoby – revolver Alfa Steel 3541	47
Obr. 28 Snímky PZ z dálky – revolver Alfa Steel 3541	48
Obr. 29 Snímky PZ z blízka – kompaktní pistole Taurus PT738 TCP.....	49
Obr. 30 Snímky PZ z pohledu první osoby – kompaktní pistole Taurus PT738 TCP.....	50
Obr. 31 Snímky PZ z dálky – kompaktní pistole Taurus PT738 TCP.....	51

Obr. 32 Snímky PZ z blízky – malorážka Ruger Mark 3 Target.....	52
Obr. 33 Snímky PZ z pohledu první osoby – malorážka Ruger Mark 3 Target.....	53
Obr. 34 Snímky PZ z dálky – malorážka Ruger Mark 3 Target.....	53
Obr. 35 Unikající PZ z výhozného okénka společně s nábojnicí	54
Obr. 36 Hlavní směry letu PZ.....	54
Obr. 37 Charakteristika šíření PZ směrem pod hlaveň – Dan Wesson Pointman Seven 1911	55
Obr. 38 Charakteristika šíření PZ při výstřelu	56
Obr. 39 Šíření PZ do stran	56