

Problematika rozptylu povýstřelových zplodin

Shot Fume Dispersion Problems and Issues

Bc. Vyoral Pavel

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Pavel Vyoral**
Osobní číslo: **A11300**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Problematika rozptylu povýstřelových zplodin**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s problematikou rozptylu povýstřelových zplodin.
2. Analyzujte směry, vzdálenosti a hustotu povýstřelových zplodin, při použití vybraného náboje a modelu pistole.
3. Definujte povýstřelové zplodiny z hlediska jejich složení, možnosti jejich zjišťování, zachycení a identifikování.
4. Navrhněte, vyzkoušejte a vyhodnoťte metodu zachycování povýstřelových zplodin, včetně možnosti vytvoření mapy povýstřelových zplodin.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. **KIŠOVÁ, Petra et al.** Metodika stanovení povýstřelových zplodin. *Chemické listy*. 2011, č. 105, s. 4. ISSN 1213-7103; 0009-2770. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz>.
2. **ŠTEFAN, Jiří a Jan MACH.** Soudně lékařská a medicínsko-právní problematika v praxi. 1: Grada Publishing, a.s., 2005, 247 s. ISBN 8024709317 9788024709314; 262478875.
3. **PLANKA, Bohumil.** Kriminalistická balistika. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 660 s. ISBN 978-807-3800-369.
4. **ŠTŮLOVÁ, Kristýna.** Využití LA-ICP-MS ve forenzní analýze ? analýza povýstřelových zplodin. Brno: Masarykova univerzita, 2012. 75 s. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/270130/prif_m/DP_Stulova.pdf. Diplomová práce. Masarykova univerzita Brno, Přírodovědná fakulta, Ústav chemie. Vedoucí práce Mgr. Tomáš Vaculovič, Ph.D.
5. **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.

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Zdeněk Maláník

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

8. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

3. června 2013

Ve Zlíně dne 8. února 2013


prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan




doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá problematikou rozptylu povýstřelových zplodin. Cílem byla detekce a zmapování pohybu povýstřelových zplodin u zbraně CZ 75 s nábojem 9 mm Luger Sellier&Bellot. V práci jsou dále objasněny jevy a stopy vznikající při výstřelu se zaměřením na pohyb povýstřelových zplodin, který je poté detailně zmapován v praktické části. Samotné zmapování probíhalo podle okem viditelných prachových částic ve vytvořeném záchytném zařízení. Šíření povýstřelových zplodin bylo mimo jiné zkoumáno i u dalších zbraní jako CZ 75, GLOCK 19, Beretta 92 Billenium, Desert Eagle 50AE, ZVI - Kevin, Ruger – MK III Hunter a u revolverů Smith & Wesson 500 a Ruger – GP 100.

Klíčová slova: kriminalistická balistika, povýstřelové zplodiny, střelné zbraně, střelivo, povýstřelové mapy.

ABSTRACT

This diploma thesis deals with the dispersion combustion products after firing. Its aim was to detect and chart movement of combustion products with gun CZ 75, charge 9 mm Luger Sellier & Bellot. The thesis further clarify effects and traces emerged during the shot and it is mainly focused on the movement of combustion products after firing, which is then charted in detail in the practical part of this work. Mapping itself was conducted according the visible particles of dust intercepted in retention device. Spread of combustion products after firing was among other examined with another weapons such as CZ 75, Glock 19, Beretta 92 Billenium, Desert Eagle 50AE, ZVI - Kevin, Ruger - MK III Hunter and Smith & Wesson revolvers and Ruger 500 - GP 100

Keywords: forensic ballistics, after firing fumes, firearms, ammunition, after fire maps.

Děkuji panu Ing. Zdeňku Maláníkovi za jeho odborné vedení, cenné rady a čas při konzultacích. Dále také za poskytnuté záběry umožňující sestavení snímků mapujících pohyb povýstřelových zplodin v průběhu výstřelu.

Děkuji střelnici TRIGGER Service, s.r.o v Brně za poskytnutí zbraně, střeliva, prostoru a ideálních podmínek k provedení měření. Dále také společnosti FROGMAN, s.r.o za materiální pomoc.

Chtěl bych poděkovat své přítelkyni Ing. Martině Kadlčíkové a rodině za podporu při studiu a vypracování diplomové práce. Mé poděkování patří také Janu Bartíkovi za aktivní pomoc a rady při praktické části.

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

OBSAH

ÚVOD	10
I TEORETICKÁ ČÁST	12
1 KRIMINALISTICKÁ BALISTIKA	13
1.1 OBJEKTY BALISTICKÉHO ZKOUMÁNÍ.....	13
1.1.1 Střelné zbraně.....	13
1.1.2 Střelivo	14
1.1.3 Předměty se stopami zásahu střely.....	14
1.1.4 Předměty s vedlejšími stopami výstřelu.....	14
1.2 DĚLENÍ BALISTIKY.....	15
1.2.1 Balistika prenatalní.....	15
1.2.2 Balistika postterminální	15
1.2.3 Balistika koncová	15
1.2.4 Balistika moderní	16
1.2.5 Další odvětví balistiky.....	16
1.3 BALISTICKÉ STOPY	16
1.3.1 Mechanické stopy.....	17
1.3.2 Technologické stopy.....	17
1.3.3 Materiálové stopy	17
1.3.4 Datové stopy.....	17
1.3.5 Destrukční stopy.....	17
1.3.6 Výskyt balistických stop.....	18
1.4 KRIMINALISTICKÁ BALISTICKÁ ZKOUMÁNÍ	18
1.5 FÁZE VÝSTŘELU	19
1.6 ÚSTŮVÉ JEVY PŘI VÝSTŘELU	19
1.6.1 Elektromagnetické záření.....	20
1.6.2 Expanze na ústí hlavně.....	20
1.6.3 Záblesk na ústí hlavně	20
1.6.4 Dým na ústí hlavně.....	21
2 ZBRANĚ A STŘELIVO	22
2.1 STŘELNÁ ZBRANĚ.....	22
2.1.1 Zbraně mechanické.....	22
2.1.2 Zbraně plynové.....	22
2.1.3 Zbraně palné	23
2.1.4 Skladba palné zbraně.....	24
2.2 NÁBOJE	26
2.2.1 Malorážové střelivo.....	28
2.2.2 Ráže.....	28
2.2.3 Zápalka	29
2.2.4 Střela	31
2.2.5 Nábojnice	33
2.2.6 Hnací slož.....	34

3	POVÝSTŘELOVÉ ZPLODINY	36
3.1	DRUHY A DĚLENÍ POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN	36
3.2	SLOŽENÍ POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN	37
3.3	ROZPTYL POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN	38
3.3.1	Místa výskytu povýstřelových zplodin	39
3.3.2	Směry, vzdálenosti, hustota	39
4	IDENTIFIKACE POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN	40
4.1	ZPŮSOBY ZACHYCENÍ A ZAJIŠTĚNÍ	40
4.2	METODY DETEKCE POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN	41
4.2.1	Parafínový test	41
4.2.2	Glycerinový test	42
4.2.3	Detekce olova na želatinovém papírku	42
4.2.4	Detekce plynů vzniklých při hoření střelného prachu	42
4.2.5	Detekce dusitanů a dusičitanů	42
4.2.6	Detekce barya a olova pomocí	43
4.2.7	Rastrovací (skenovací) elektronový mikroskop	43
4.2.8	Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmem	44
4.2.9	Spektrometrie laserem buzeného plazmatu	44
4.2.10	Neuronová aktivační analýza	44
4.2.11	Atomová absorpční spektrometrie	44
4.2.12	Atomová absorpční spektrometrie v grafitové kyvetě	45
4.2.13	Další metody zajištění a zjištění PZ	46
4.3	FAKTORY	46
II	PRAKTICKÁ ČÁST	48
5	ŠÍŘENÍ POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN U NEJPOUŽÍVANĚJŠÍCH ZBRANÍ	49
5.1	PISTOLE CZ 75	50
5.2	PISTOLE GLOCK 19	52
5.3	PISTOLE BERETTA 92 BILLENIUM, 92	54
5.4	PISTOLE IWI - DESERT EAGLE 50AE	55
5.5	PISTOLE ZVI – KEVIN	57
5.6	MALORÁŽKA RUGER - MK III HUNTER	59
5.7	REVOLVER SMITH & WESSON – 500	60
5.8	REVOLVER RUGER – GP 100	62
6	ZPŮSOB ZACHYCENÍ A DETEKCE PZ	64
6.1	ZPŮSOBY ZACHYCENÍ PZ	64
6.1.1	Konstrukce válců	65
6.2	POUŽITÁ ZBRAŇ, NÁBOJE A PODMÍNKY VÝSTŘELU	66
6.2.1	Použitá zbraň a náboje	66
6.2.2	Podmínky výstřelu	67

6.3	ZPŮSOB DETEKCE PZ.....	67
7	NAMĚŘENÉ VÝSLEDKY	70
7.1	NAMĚŘENÉ VÝSLEDKY VE VÁLCI Ø 70CM	70
7.2	NAMĚŘENÉ VÝSLEDKY VE VÁLCI Ø 50CM	72
7.3	NAMĚŘENÉ VÝSLEDKY VE VÁLCI Ø 30CM	74
7.4	ZMAPOVÁNÍ PZ V PROSTORU ZA ZBRANÍ.....	75
7.5	STANOVENÍ MAXIMÁLNÍHO DOLETU PZ.....	77
8	POVÝSTŘELOVÉ MAPY	80
8.1	POVÝSTŘELOVÁ MAPA PRO PRŮMĚR 70 CENTIMETRŮ	81
8.2	POVÝSTŘELOVÁ MAPA PRO PRŮMĚR 50 CENTIMETRŮ	82
8.3	POVÝSTŘELOVÁ MAPA PRO PRŮMĚR 30 CENTIMETRŮ	83
	ZÁVĚR	86
	ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ.....	CHYBA! ZÁLOŽKA NENÍ DEFINOVÁNA.
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	90
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	92
	SEZNAM OBRÁZKŮ	94
	SEZNAM TABULEK.....	96
	SEZNAM PŘÍLOH.....	97

ÚVOD

V dnešním světě se setkáváme s obrovskou škálou zbraní a střeliva. Z kriminalistického hlediska jsou zbraně a střelivo velmi složitou problematikou. Někdy nejasnost původu nebo různě podomácku a továrně upravované zbraně a střelivo ztěžují, ba dokonce znemožňují výslednou identifikaci, která se provádí pomocí nalezené střely, použité nábojky nebo zachycených povýstřelových zplodin. Porozumění této problematice je důležité nejen pro kriminalisty, ale i pro každého držitele zbrojního průkazu. Jedná se totiž o zařízení, která dokáží přivodit smrtelná zranění, a proto je zapotřebí si to stále uvědomovat a rovněž tak zachovávat ke všem druhům zbraní přirozený respekt.

Diplomová práce se zabývá problematikou povýstřelových zplodin a skládá se ze dvou částí. První teoretická část obsahuje čtyři kapitoly, kde první je kompilací kriminalistické balistiky a kriminalisticko balistického zkoumání. Druhá kapitola je analýzou rozsáhlé problematiky zbraní a střeliva. Poslední dvě kapitoly teoretické části jsou syntézou povýstřelových zplodin a metod, které je zkoumají.

Praktická část je rozdělena na čtyři hlavní části. Kde v první části byly porovnány rozdíly šíření zplodin při výstřelu, k čemuž bylo využito 6 pistolí a dvou revolverů. Další část obsahuje naměřené informace při střelbě z pohledu stanovení maximálního doletu a šíření zplodin všemi směry. V poslední části jsou sestaveny tři mapy odpovídající vzdálenostem 15, 25, 30 centimetrů od osy hlavně. Určité informace v praktické části jsou podloženy dedukcí zjištěných faktů.

Téma problematiky rozptylu povýstřelových zplodin jsem zvolil z několika důvodů. Jedním z hlavních důvodů byl můj kladný vztah k problematice zbraní a perspektivní pohled na danou problematiku s možností nejen osobního rozvoje. Dalším důvodem bylo, že podobných témat není příliš mnoho a žádné z nich není běžně dostupné. Bylo pro mě výzvou, postavit práci na základě dostupných informací a z větší části na mých poznatcích získaných především během řešení praktické části diplomové práce. Posledním důvodem byl můj nesouhlas s obecným tvrzením, že osoba, na které jsou nalezeny povýstřelové zplodiny se musela vždy přímo účastnit střelby.

Povýstřelové zplodiny jsou částičky malých rozměrů, jejichž pohyb je značně ovlivněn okolními vlivy. Pro kriminalistiku je velmi důležité znát směry a podmínky šíření povýstřelových zplodin, zejména kvůli identifikaci střelce nebo stanovení, zda šlo

o sebevraždu. Povýstřelové zplodiny nám také umožňují identifikaci použitého náboje a potvrzení, zda se ze zbraně střílelo či nikoli. Z dostupných materiálů je známa informace o maximálním doletu zplodin před zbraní. V praktické části došlo k vyvrácení této informace a doplnění o zjištěné údaje doletu v prostoru za zbraní.

Cílem diplomové práce je vytvoření povýstřelových map pro různé vzdálenosti, které by mohly být indicií ke spoustě nezodpovězeným otázkám. Jak bylo již řečeno, existuje jen málo údajů vypovídajících o chování povýstřelových zplodin, jako je například stanovení maximálního doletu zplodin od ústí hlavně a v prostoru za zbraní.

Práce může být přínosem pro forenzní balistiku z pohledu kriminalistického balistika, nebo při práci soudního znalce se zaměřením na zbraně a obranu.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 KRIMINALISTICKÁ BALISTIKA

První kapitola se zabývá úvodem do problematiky kriminalistické balistiky. Součástí této kapitoly jsou dělení kriminalistické balistiky, objekty balistického zkoumání, balistické stopy a fáze výstřelu.

Je věda založena na poznacích samotné balistiky, která se zabývá pouze pohybem střely. Někdy se setkáváme s pojmy forenzní nebo také soudní balistika. Jde o samostatnou vědní disciplínu, studující průběh výstřelu, následný pohyb střely vně i mimo zbraň a účinky střely v cíli. Kromě toho zkoumá funkčnost zbraní, střeliva a povýstřelových zplodin. Jedná se o jednu z nejstarších a velmi významných kriminalistických technik, jejíž využití v praxi je velmi časté. Otázkami, jako jsou spolehlivost zbraně, přesnost zásahu nebo působení střely na lidský organismus se kriminalistická balistika nezabývá. Tyto otázky řeší vojenská a biomechanická balistika. [1, 6]

Kriminalistická balistika je založena na poznacích převzatých z fyziky, matematiky, chemie, biologie, medicíny, strojírenství a nauce o zbraních a střelivu. K řešení specifických kriminalistických otázek využívá vlastních vědeckých metod. [3]

1.1 Objekty balistického zkoumání

Kriminalistická balistika se zabývá zkoumáním dat a objektů, které mají vztah ke střelbě. Hlavními objekty kriminalistické balistiky jsou především všechny druhy zbraní, střeliva, předměty zasažené střelou a také povýstřelové zplodiny. Může se také jednat například o fotografie nebo video záznam střelecké události.

Objekty balistického zkoumání dělíme na hmotné nebo data. Zjišťujeme je zpravidla při ohledávání místa činu pověřenou osobou, jako je kriminalistický technik.

1.1.1 Střelné zbraně

Z balistického hlediska se jedná o jakýkoliv předmět, který dokáže svou silou dopravit střelu na cíl. V praxi se nejčastěji setkáváme s ručními palnými zbraněmi, u nich rozlišujeme, zda se jedná o tovární výrobu, případně o výrobu domácích. Za zbraně vyrobené v domácích podmínkách jsou považovány i primitivní technologie schopné uvést střelu do pohybu.

Cílem balistického zkoumání střelné zbraně je identifikace použité zbraně, zjištění její funkčnosti a určení příčin možné vzniklé závady. [6]

1.1.2 Střelivo

Za střelivo jsou považovány všechny bojové prostředky, které využívají přímo nebo nepřímo energii výbuchu. Střelivo dělíme do tří základních skupin na náboje, střely a nábojky. Podle použití můžeme rozeznávat střelivo přebíjené a zkušební, dále pak munici a munici vojenskou. Podle konstrukce střely pak na jednotnou, hromadnou, výbušnou, průbojnou, šokovou a zápalnou.

Cílem balistického zkoumání vystřelených nábojnic a střel je stanovení a identifikace použité zbraně, zejména pak zjištění střelbyschopnosti a případné určení příčin závady. [6]

1.1.3 Předměty se stopami zásahu střely

U předmětů, které jsou zasažené střelou, rozlišujeme pět základních aspektů. Těmito aspekty jsou:

- a. Vstřel – místo vniku střely do objektu
- b. Výstřel – místo opuštění objektu
- c. Průstřel – kanál propojující vstřel a výstřel
- d. Nástřel – místo odrazu střely
- e. Zástřel – místo uvíznutí střely

1.1.4 Předměty s vedlejšími stopami výstřelu

Za vedlejší stopy doprovázející výstřel jsou považovány jevy, jako jsou plamen, dým, spálená a nespálená zrnka střelného prachu a ožehnutí. Jedná se o doprovodné jevy při vzniku povýstřelových zplodin.

Cílem balistického zkoumání zasažených objektů je zjištění druhu, dráhy a energie střely při letu na objekt. Zkoumání povýstřelových zplodin je důležité pro stanovení vzdálenosti střelby, identifikaci střelící a případně zasažené osoby, vstřelových a výstřelkových otvorů. Dále také prostoru, ve kterém došlo ke střelbě a místě, kde byla zbraň uschovaná. [6]

1.2 Dělení balistiky

Balistiku jako samotnou vědní disciplínu dělíme podle pohybu střely, a to do čtyř oblastí: na balistiku vnitřní, přechodovou, vnější a koncovou nebo-li terminální. O vnitřní, přechodové a vnější balistice je zmíněno v části 1.5 Fáze výstřelu. Kriminalistická balistika se často zabývá jevy, které musely nastat ještě před samotným výstřelem a to mnohdy i hodně časově zpět. Z praktického hlediska pak rozlišujeme balistiku na prenatální a postterminální.

1.2.1 Balistika prenatální

Popisuje standardní i nestandardní jevy, jenž probíhají před samotným výstřelem. V tuto dobu vznikají na zbraní a náboji důležité stopy pro kriminalistickou balistiku. Jsou tím myšleny například úpravy na zbraní nebo náboji, které však následně znesnadňují druhotné určení použité zbraně nebo stopy na náboji vznikající při problémech s nabíjením. Prenatální balistika se dále zabývá nejen principem továrně vyráběných nábojů, ale i principy domácího přebíjení nábojů. Poměrně rozsáhlou problematikou jsou továrně nebo podomácku vyráběné zbraně a jejich následné nelegální úpravy. [3]

1.2.2 Balistika postterminální

Jedná se o experimentální kasuistickou vědu, která posouvá klasickou balistiku blíže k balistice moderní. Zkoumá jevy, které nastaly po vstřelu, výstřelu, zástřelu nebo nástřelu překážky či cíle. Uplatnění postterminální balistiky je zejména v kriminalistice, například při zkoumání více cílů zasažených jednou střelou a celé problematiky sekundárních střel. [3]

1.2.3 Balistika koncová

V praxi se lze setkat i s názvem terminální. Balistika koncová se zabývá účinky střely v živém nebo neživém cíli. V případě zasažení živého cíle jde o ranivou balistiku, někdy také loveckou či vojenskou balistiku. Koncovou balistiku nejčastěji využíváme v oblasti soudního lékařství, pro zodpovězení mnoha otázek z pohledu kriminalistiky.

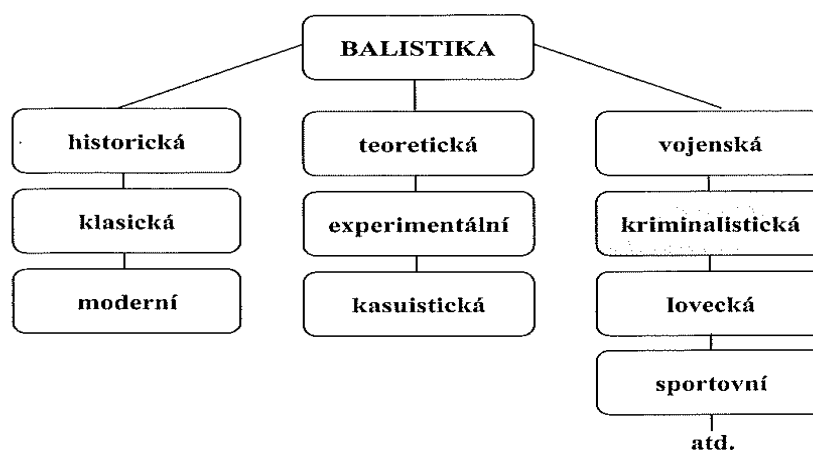
1.2.4 Balistika moderní

Metoda založena na moderních technologiích, která umožňuje sledovat určitý jev v daném čase. Využívá náročných SW a HW k řešení daných otázek – například elektronový mikroskop nebo digitalizaci.

Moderní balistiku dělíme na teoretickou, experimentální a kasuistickou. Jednou z nejdiskutovanějších oblastí moderní balistiky je biobalistika, ta se zabývá vazbou mezi člověkem a zbraní.

1.2.5 Další odvětví balistiky

Balistika je velmi rozsáhlá disciplína zasahující do mnoha oblastí, které se mohou vzájemně ovlivňovat a propojovat. Jsou jimi například historická, klasická, forenzní balistika nebo balistika raket a hlavních zbraní.



Obr. 1 Dělení balistiky [3]

1.3 Balistické stopy

Balistické stopy jsou odrazem podrobností dějů, které proběhly při použití dané střelné zbraně, případně dějů předcházející střelbě. Nalezneme je v balistických důkazech, které lze dostupnými metodami zkoumat a vyhodnocovat. Znalcem vyhodnocené balistické stopy nám slouží k objasnění události při trestném řízení. Takovéto stopy shromažďujeme při trestném činu a dělíme je podle jejich charakteru nebo doby vzniku. Podle charakteru to jsou stopy mechanické, technologické, materiállové, datové a stopy destrukce. Balistické

stopy v závislosti na době vzniku rozdělujeme na prenatální, vnitřní, přechodové, vnější, terminální a postterminální.

1.3.1 Mechanické stopy

Jedná se o mechanoskopické stopy, vznikající na povrchu střely a nábojnice při nabíjení a vybití zbraně nebo při výstřelu. Mechanické znaky označujeme jako markanty, které nám slouží k identifikaci zbraně. Jde se o rýhy, vtisky, zhmožděné a sešinuté stopy. [3]

1.3.2 Technologické stopy

Tyto stopy se vyskytují na zbrani nebo střelivu. Na zbraních v případech nějaké úpravy, změny součástek nebo odstranění znehodnocovacího svaru a u amatérsky vyrobených nebo přebíjených nábojů.

1.3.3 Materiálové stopy

Slouží k posuzování problémů vnější, přechodové, terminální a postterminální balistiky. Jedná se o fragmenty kovů, biologické tkáně, částice anorganických a organických látek a otěry kovů. Vyskytují se uvnitř nábojnice a zbraně, povrchu střely a zbraně, cílech, objektech, oděvu a těle střelce či zasažených osob. [3]

1.3.4 Datové stopy

Zde řadíme specifická data v objektivní a subjektivní informaci. O objektivní informaci jde v případě záznamu vázaného ke střelné zbrani ve zvukové a obrazové podobě. Jsou tím myšleny záznamy z bezpečnostních kamer nebo štěnic. O subjektivní informaci jde v případě popisu události svědkem.

1.3.5 Destrukční stopy

V případě tepelných nebo silových účincích může dojít k destrukci nebo deformaci. Nejčastěji se vyskytují na zasažených objektech, střelivu a závadných zbraních.

1.3.6 Výskyt balistických stop

U každé zbraně, náboje a případu střely vznikají odlišné balistické stopy. Hlavním důvodem je rozdílné složení funkčních částí zbraní a technologických postupů. Příklady balistických stop uspořádaných podle četnosti výskytu.

Část zbraně vytvářející balistickou stopu	Místo výskytu střely
vývrt hlavně	plášť střely
zápalník	zápalka nábojnice
drápek vytahovače	drážka nábojnice a hrana obruby
vyhazovač	dno nábojnice u hrany obruby
lůžko pro dno nábojnice	dno nábojnice včetně zápalky
hrana nábojové komory	přední část okraje nábojnice
hrana výhozového okénka	válcová část nábojnice
hrana závěru	okraj dna nábojnice
výstražník	dno nábojnice
vývodky zásobníku	válcová část nábojnice

Tab. 1 Přehled míst a příčin výskytu balistických stop [6]

1.4 Kriminalistická balistická zkoumání

Kriminalistické zkoumání se v podstatě skládá ze dvou částí. První je skupinové určení příslušnosti zbraně a poté následná individuální identifikace. K určení skupinové příslušnosti dané zbraně nám slouží mnoho informací. Jsou jimi stopy na náboji podle rozmístění, počtu, tvaru, šířky stop jednotlivých funkčních částí zbraně a znaků z hlavně, kterými je systém otáčení a úhlů v hlavni. V neposlední řadě hraje velkou roli i ráže, rozměry a tvar nábojnice. K prvotnímu určení skupinové příslušnosti zbraně a náboje nám slouží speciální katalogy, obsahující polohy jednotlivých stop na nábojnici a střele pro danou zbraň. Slouží nám hlavně ke zmenšení okruhu možných použitých zbraních.

Individuální identifikace dané zbraně podle nábojnic a střel spočívá v porovnání se zkušebně vystřelenou střelou z konkrétní zbraně. K důvěryhodnému porovnání využíváme

komparační mikroskop a výslednou dokumentaci. V ČR využíváme k porovnávání systém analýzy Lucia, ta nám umožňuje počítačově zpracování výsledků na základě kvalitních balistických stop. Identifikace podle hromadné střely je skoro nemožná. [6]

Mezi hlavní úkoly kriminalistického balistického zkoumání patří:

- a) Identifikace zbraně podle použitých nábojnic a střel
- b) Zkoumání z pohledu funkčnosti zbraně
- c) Zkoumání z pohledu funkčnosti náboje
- d) Zkoumání vedlejších jevů výstřelu
- e) Zkoumání účinků střely v objektu

1.5 Fáze výstřelu

Z balistického pohledu existují tři základní fáze pohybu střely. Ty se vyskytují z pravidla u zbraní palných, u ostatních druhů zbraní tyto fáze existovat nemusí.

První fázi nazýváme vnitřní balistika, která se zabývá pohybem střely v hlavni. Další fází je přechodová balistika, ta se zabývá poměrně malým úsekem dráhy střely. Počínaje těsně, když střela opustí hlaveň, tak na ni působí tlak plynu vznikající při výstřelu. Tato vzdálenost se pohybuje přibližně v 10-20 násobku ráže zbraně. Třetí fází je pro nás vnější balistika, ta se zabývá zbylou dráhou střely až do zásahu cíle. Tyto vzdálenosti mohou dosahovat od několika centimetrů až po několik kilometrů. [6]

Z pohledu potřeb kriminalistické balistiky je nejvýznamnější fáze vnitřní balistiky.

1.6 Úst'ové jevy při výstřelu

Jedná se o jevy zapadající do přechodové balistiky a jsou označovány jako úst'ová charakteristika. Jedná se o čtyři základní jevy jako:

1. Elektromagnetické záření
2. Expanze na ústí hlavně
3. Záblesk na ústí hlavně
4. Dým na ústí hlavně

1.6.1 Elektromagnetické záření

Při výstřelu dochází k vytvoření elektromagnetického záření o vysoké frekvenci, které lze snímat elektrickými anténami a snímači nastavenými v blízkosti hlavně. Toto elektromagnetické záření nám slouží zejména k určení rychlosti střely a také k lokalizaci zbraně a střely. Jedním z aspektů je střela, která je sama o sobě nositelem elektrického náboje a tedy i zdrojem elektromagnetického záření. Dalším aspektem jsou všechny velmi rychlé jevy, které jsou spojeny s dělením náboje například vznik záblesku před ústím hlavně. [17]

1.6.2 Expanze na ústí hlavně

U expanze na ústí hlavně dochází k expanzi vln sekundárních a primárních. Primární vlnou je proudové pole, tedy rychlý výlet prachových plynů společně se vzduchem. Sekundární vlnou je záblesk vznikající rychlým hořením směsi neshořených prachových plynů v reakci s okolním vzduchem. Sekundární vlna je také příčinou úst'ového záblesku.

1.6.3 Záblesk na ústí hlavně

Záblesk definujeme jako záření vznikající v různých místech oblaku prachových plynů. Záblesk na ústí hlavně rozlišujeme podle průběhu v prostoru i čase na primární, přechodový a sekundární záblesk. Tyto druhy záblesku se u každé zbraně liší a lze je porovnávat pouze podle vzniku a rozsahu. Záblesk se pohybuje zejména s proudem plynů, kdy jeho intenzita závisí na okolních podmínkách, koncentraci použitých prvků a excitační energii. Na potlačení záblesku je možno využít mechanické nebo chemické tlumiče.

Primární záblesk vzniká hned na ústí hlavně a vyznačuje se svým malým vzdálenostním rozsahem a svou nízkou intenzitou. Na rozdíl od přechodového záblesku, který vzniká dále od hlavně, má větší intenzitu a je rozsáhlejší. Poslední stadiem je sekundární záblesk, ten je charakteristický svým vznikem ve větších vzdálenostech od ústí hlavně a turbulentním šířením do všech směrů. Tento druh záblesku vzniká v okamžiku, kdy prachová složka neobsahuje látky potlačující vznik záblesku. Vznik sekundárního záblesku mívá největší rozsah a vzniká opětovným zapálením prachových plynů v reakci s kyslíkem. [17]

1.6.4 Dým na ústí hlavně

V dnešní době se standardně využívá až na pár výjimek bezdýmného střelného prachu. Důsledkem vzniku dýmu i u bezdýmného střelného prachu jsou vodní páry a částice vody, které jsou rozptýleny v proudu prachových plynů do okolního vzduchu. Během hoření prachové složky vzniká většina plynných částic a ty opouští hlaveň ve formě prachových plynů. Jestliže by došlo k úplnému shoření plynných částic během záblesku před hlavní nebo v okolí revolverového válce, tak by dým vůbec nevznikal. Vysoká koncentrace prachových a plynových částic na ústí hlavně u většiny palných zbraní opticky zvyšuje oblak dýmu. Snahou je potlačit vznik záblesku příměsemi do prachové složky, což nám zvyšuje šanci vzniku kondenzačních par na ústí hlavně, tedy i vytvořením dýmu.

V případě použití černého střelného prachu, který se využívá hlavně u historických zbraní, je dým na ústí hlavně tvořen neshořelými částicemi střelného prachu. Odhadovaná hmotnost těchto neshořelých částic je někde mezi 30 až 50 procenty původní hmotnosti náplně. [17]

Kapitola kriminalistická balistika je jedním ze základních pilířů pro zkoumání trestných činů, u kterých bylo použito ruční střelné zbraně. Jsou v ní uvedeny veškeré elementární informace týkající se této problematiky, například balistické stopy vznikající při výstřelu, fáze výstřelu nebo úst'ové jevy, které jsou velmi důležité pro porozumění šíření PZ.

2 ZBRANĚ A STŘELIVO

Druhá kapitola je rozdělena do dvou částí se zaměřením na studium zbraní a střeliva. V první části této kapitoly je popsáno základní dělení zbraní do tří skupin. Mezi tyto skupiny patří zbraně mechanické, plynové a palné. Objasněna je také skladba palné zbraně podle zákona č. 119/2002 Sb. Druhá část kapitoly odpovídá na otázky týkající se střeliva a všech jeho součástí.

2.1 Střelná zbraň

První část kapitoly popisuje základní rozdělení střelných zbraní a skladbu zbraně podle zákona č. 119/2002 Sb. Za střelnou zbraň je považován předmět, který je uzpůsobený k destrukci cíle střelou a k pohybu střely využívá nahromaděné energie. Střelné zbraně můžeme rozdělit do tří základních skupin podle konstrukce a druhu energie, kterou využívají k uvedení střely do pohybu. Těmito základními skupinami jsou zbraně mechanické, palné a plynové. Existují i atypické zbraně, ale s těmi se běžně nesetkáváme.

Dále rozlišujeme zbraně podle původu, účelu, aktuálního stavu a funkčnosti na zbraně metné, expanzní, kulové, brokové, kombinované, krátké, dlouhé, samočinné, samonabíjecí, opakovací, jednohranná, víceranná, vojenské, lovecké, sportovní, signální, historické, tuzemské, paintballové, nové, úplné, upravené a znehodnocené.

2.1.1 Zbraně mechanické

Jedná se o variantu zbraně, kde střelu do pohybu uvádí uvolnění mechanické energie. Z pohledu identifikace střely mají mechanické zbraně v kriminalistické balistice minimální význam z důvodu absence hlavně. Tím nedochází k vytvoření stop na střele ani nábojnici, která chybí. Jedinou možností identifikace je úvaha, stanovená na možné dopadové energii střely, následném odvození technických parametrů a konstrukce zbraně. Mechanické zbraně rozlišujeme, jestli jsou pružinové například luk, kuše, harpuna nebo odstředivé například prak.

2.1.2 Zbraně plynové

Plynové zbraně využívají k vytvoření energie stlačený plyn, který protlačí střelu skrz hlaveň. Jako střely nejsou využívány nábojnice, ale střely vyrobené z olova a jeho slitin,

existují i varianty ocelových střel. Nejčastěji jsou používané střely kulovitého tvaru tzv. broky, nebo střely ve tvaru hříbu tzv. diabolky.

Jako pohonné medium můžeme využívat stlačený vzduch nebo stlačený oxid uhličitý. Stlačený vzduch ke střelbě využívají vzduchovky nebo větrovky. U vzduchovek dochází ke stlačení vzduchu mechanickým úkonem před každou střelbou a u větrovek se využívá vzduch stlačený v zásobníku, který nám na rozdíl od vzduchovky umožňuje několik výstřelů za sebou. Zbraně využívající jako pohonné médium plyn, nejčastěji ve formě bombiček, nazýváme plynovky.

Identifikovat použitou střelu je poměrně náročné z důvodu časté deformace střely po naražení do objektu. Případné nalezené stopy bývají nekvalitní nebo ovlivněné okolím.

2.1.3 Zbraně palné

K uvedení střely do pohybu využívají palné zbraně chemickou reakci střelného prachu, případně pouze zápalkovou slož. Jedná se o nejpoužívanější skupinu zbraní. Kromě pár výjimek mají palné zbraně hlaveň a využívají jednotný náboj.

Palné zbraně můžeme dělit buď podle účelu, způsobu ovládání nebo vývrtu hlavně. Podle účelu je například dělíme na zbraně sportovní, lovecké, signální a vojenské, ale z kriminalistického hlediska toto dělení nemá velký význam. Na rozdíl od dělení podle vývrtu hlavně, které má velký význam pro vyvážení stop na střele a rozeznáváme, jestli je hlaveň hladká, drážkovaná, polygonální a další.

Z kriminalistického hlediska má pro nás velký význam rozdělení zbraní podle způsobu ovládání a to na lafetové a ruční.

- a) lafetové - těžké kulometry, minomety, děla a další
- b) ruční
 - krátké - pistole revolvery
 - dlouhé - pušky samopaly

Další možné dělení je podle stupně automatizace nebo konstrukce, což má velký vliv na vytváření stop na střele.

Zvláštní skupinou palných zbraní jsou zbraně vyrobené v domácích podmínkách nebo domácí úpravy zbraní továrně vyrobených. Můžeme sem zařadit i se zbraně kamuflované, jako je například kombinované umístění zbraně v určitém předmětu. Domácí výroba zbraní je až na výjimky v ČR nelegální a při použití je jejich identifikace v praxi velmi náročná.

	Pistole samonabíjecí(ráže 9mm)	Osobní obranné zbraně ráže(ráže 5,7 x 28mm)	Samopaly	Útočné pušky	Kulomet
Ústňová rychlost [m/s]	300 - 400	700 - 800	400 - 500	700 - 1000	700 / 850
Maximální dostřel [Km]	1-1,5	2,5	2,1	3,4	5
Vzdálenost smrtícího účinku [m]	300-500	1000	600-1000	2500- 3500	4000
Energie střely [J]	500-600	1500	300-700	2000	3200
Kadence [ran/min]	-	900	600-800	600-700	700-800

Tab. 2 Orientační přehled síly zbraně [18]

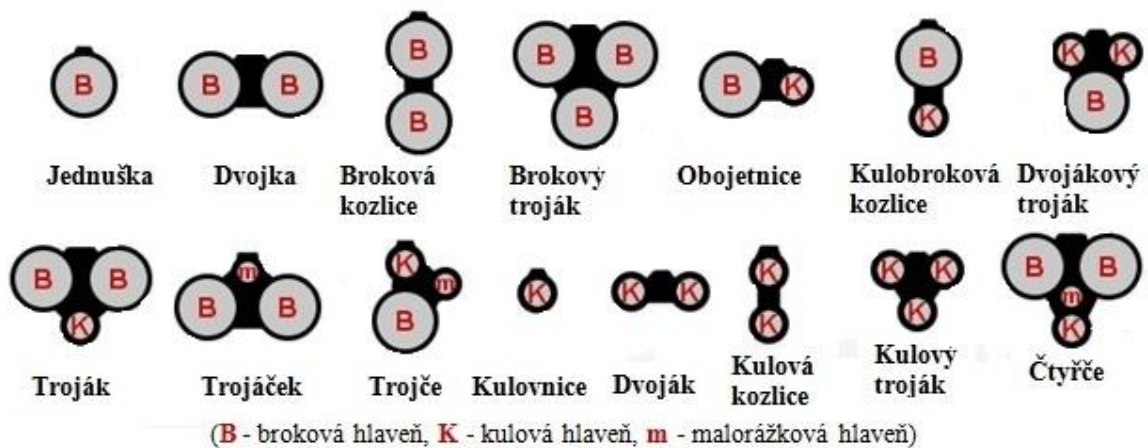
2.1.4 Skladba palné zbraně

Podle zákona č 119/2002 Sb. se zbraň skládá z pěti hlavních částí.

- a) Hlaveň
 - b) Vložená hlaveň
 - c) Tělo, rám nebo pouzdro závěru
 - d) Válec revolveru
 - e) Závěr
- a) Hlaveň

Hlaveň je ta část zbraně, kde se daný druh energie přeměňuje na pohyblivou energii střely a vede střelu požadovaným směrem. Rozeznáváme tři hlavní druhy hlavní kulové, brokové a malorážkové hlavně.

Kulová hlaveň je silnostěnná s drážkovaným nebo polygonálním vývrtem. To nám zapříčiňuje rotační pohyb střely kolem podélné osy. Na rozdíl od brokové hlaveň, kde jde o tenkostěnnou hlaveň s hladkým vývrtem, který může být záhrdelní, bez záhrdelní nebo typu paradox. Broková hlaveň paradox nám uvádí střelu do rotačního pohybu kolem podélné osy. Velkou výhodou malorážkového typu hlavní je jejich velká životnost. Tyto hlavně vydrží desítky a dokonce i stovky tisíc výstřelů. Určité styly střelby vyžadují kombinace více hlavní. Počínaje jednou hlavní, až po kombinaci všech tří druhů hlavní.



Obr. 2 Přehled běžně používaných kombinací hlavní [19]

b) Vložená hlaveň

Za vloženou hlaveň považujeme kulovou hlaveň o menší ráži, vloženou do hlavní větší ráže. Hlavním smyslem je úspora u zbraní s velkou ráží, kde jsou originální náboje finančně nákladné.

c) Tělo, rám nebo pouzdro závěru

Hlavní část zbraně, ke které jsou připevněny, popřípadě vloženy ostatní části zbraně.

d) Válec revolveru

Jedná se v podstatě o zásobník revolveru. Je to válec s komorami uzpůsobenými pro daný náboj. Po každém výstřelu se mechanicky válec otočí kolem své osy na další polohu.

e) Závěr

Účelem této součásti zbraně je uzavírat nebo uzamykat nábojovou komoru. Závěr zastává funkci opakovaného nabíjení, kromě jednohranných zbraní a revolverů.

f) Další části zbraně

Zbraň se skládá ze spousty dalších částí. Některé části jsou pro samotnou funkci zbraně potřebné a jiné plní funkci zaměřování nebo jištění. Jsou jimi například spoušť, hledí a muška, zásobník, vytahovač, vyhazovač a pojistka.

Pojistka je pro bezpečnost používání zbraně nezbytnou součástí. Slouží nám k zabránění před samovolným nebo nechtěným výstřelem. Pojistka je součástí pojistného ústrojí, které zajišťuje napnutý bicí mechanismus .



Obr. 3 Podrobný popis střelné zbraně[19]

Problematika střelných zbraní je problematikou velmi rozsáhlou a složitou. Její porozumění je důležité nejen pro kriminalisty, ale i pro každého držitele zbrojního průkazu. Jedná se totiž o zařízení, která dokáží přivodit smrtelná zranění, a proto je zapotřebí si to stále uvědomovat a rovněž tak zachovávat ke všem druhům zbraní přirozený respekt.

2.2 Náboje

Druhá část kapitoly pojednává o používaném střelivu v ručních palných zbraních. Popisuje jak základní skladbu náboje, tak i každou část zvlášť.

V současné době se standardně ke střelbě využívá továrně vyráběné střelivo. Jedná se o standardizovanou sériovou výrobu různých výrobců, která nám umožňuje používat v jedné zbrani střelivo od více výrobců. Časté je i použití přebíjeného střeliva, za použití továrně vyrobené nábojnice. Nejčastější složení náboje je nábojnice, střela, prachová náplň a zápalka. To nám slouží k individuální identifikaci podle vystřelených střel a nábojnic.

Náboje splňují z pohledu technické stránky určité údaje, jako jsou ráže, způsob upevnění střely, tvar dna, délka a tvar nábojnice. Všechny tyto údaje nám slouží k výběru vhodného náboje pro danou zbraň a vyhovění našim požadavkům z pohledu střelce. Střelivo jako takové můžeme dělit podle ráže a druhu na dělostřelecké, malorážové a ostatní. Náboje pro malorážové zbraně jsou do 20mm, větší se řadí již do skupiny dělostřeleckých nábojů. Do ostatního střeliva můžeme zařadit například signální, průmyslové, protitankové, či protiletadlové. Použití správného náboje je pro řadu případů upraveno i legislativně a je stanoveno mezinárodními právními normami, jaký druh náboje můžeme používat na obranu, válečné konflikty a lovení zvěře.

Jednotné náboje často bývají z výroby chráněny před vlhkostí, nejčastěji se jedná o dno se zápalkou, která je chráněna přelakováním. Další možností je ochrana spáry mezi střelou a okrajem nábojnice přelakováním nebo utěsnění asfaltem. S těmito úpravami se setkáváme hlavně u továrně vyráběných nábojů. Tyto aspekty se nadále projeví při identifikaci a v povýstřelových zplodinách.

Složení jednotného střeliva je tvořeno čtyřmi základními prvky. V případě nábojky, která neobsahuje střelu, se jedná jen o tři základní prvky. S výjimkou plynové nábojky, která má střelu s plynovou náplní.

- a) Střela - Sloužící k přenesení energie do daného cíle.
- b) Hnací slož - Jedná se o střelný prach, sloužící k vytvoření potřebné energie.
- c) Zápalka - Část náboje, která nám zažehne hnací nálož.
- d) Nábojnice - Drží nám náboj po hromadě a zajišťuje nám utěsnění nábojové komory.

2.2.1 Malorážové střelivo

Malorážové střelivo dělíme podle určení, velikosti a ráže. Jsou to náboje maximálně do průměru 20mm a zahrnujeme sem náboje určené pro mikrorážové, malorážkové a flobertkové, střední ráže, velké ráže, brokové, expanzní a beznábojnicové. Do mikrorážového střeliva zahrnujeme náboje o průměru 4,5 až 6mm. Střelivem pro střední a velkou ráži označujeme náboje pro pistole, revolvery a pušky. Náboje střední ráže jsou od 6 do 9mm a velkorážní je 9 až 20mm, včetně průměru 9mm.

2.2.2 Ráže

Nejdůležitějším údajem je pro nás ráže. Toto označení slouží ke stanovení průměru náboje a uvádí se v milimetrech nebo anglických palcích. U ručních palných zbraních se ráže pohybuje v rozmezí 4 až 15,2 milimetrů. Při značení pomocí anglických palců se ráže udává například 25 a to znamená 0,25 palce. U loveckých zbraních se můžeme setkat i s označením ráže 12, 16, 20. V tomto případě jde o hodnotu množství olova v poměru k anglické libře, což je 454 g.

Ráže	Úst'ová rychlost
.22LR	316 m/s
7,62 Tokarev	502 m/s
7,63 Mauser	430 m/s
7,65 Browning	282 m/s
.38 Special	237 m/s
.357 Magnum	380 m/s
9 Makarov	319 m/s
9 Luger	350 m/s
.40 S&W	370 m/s
.45 Auto	310 m/s
454 Casul	500 m/s
.44 magnum	470-520 m/s

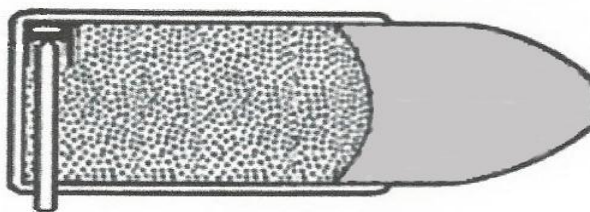
Tab. 3 Úst'ová rychlost pro nejběžnější ráže

2.2.3 Zápalka

Dalším údajem, který při správném výběru náboje hraje roli, je druh zápalky. V dnešní době se můžeme setkat se třemi druhy zápalu. Jedná se o zápal středový, okrajový a jehlový.

a) Zápal jehlový

Využívá se u starých druhů zbraní a vyskytuje se již ojediněle. Toto řešení pomocí jehlového zápalu je už poměrně zastaralé. Můžeme se setkat i s výrazem kolíčková zápalka nebo Lefauchaux podle jména konstruktéra. Principiálně šlo o probodnutí celé prachové náplně silou úderníku.

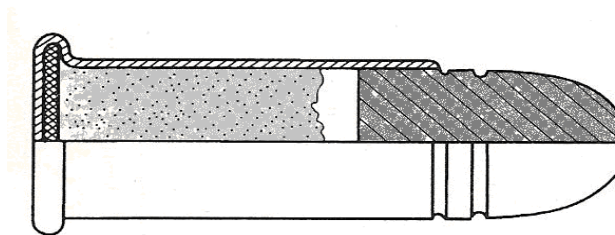


Obr. 4 Průřez náboje s jehlovým zápallem

b) Zápal okrajový

Zápalková slož je zde umístěna po celém okraji dna nábojnice. S okrajovým zápallem se nejčastěji můžeme setkat u malorážek a floberek. Náboje s okrajovým zápallem jsou poměrně malou skupinou, ale je známo, že mezi nejčteněji vyráběné náboje patří právě 22 Long Rifle s okrajovým zápallem. Prvním vyrobeným nábojem s okrajovým zápallem byl náboj Flobert, který se vyrábí dodnes. Další využití mají u zbraních poplašných a průmyslových, jako jsou různé nastřelovací nebo jateční pistole. Vyrábějí se pouze v rážích 5,6 a 9 milimetrů.

Princip okrajového zápalu je poměrně jednoduchý. Třaskavá slož je umístěna rovnoměrně po celém rozšířeném okraji náboje. Při kontaktu s úderníkem dojde k deformaci nábojnice a následnému stlačení rozšířených okrajů, kde je třaskavá směs, a tím dojde ke vznětu. Třaskavá slož zastává i funkci hnací náplně doplněné střelným prachem.

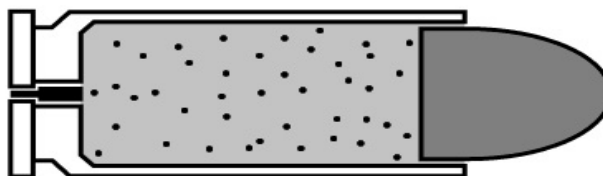


Obr. 5 Průřez náboje s okrajovým zápalem

c) Zápal středový

Nejběžněji používaný druh zápalu. Zápalka je samostatná část náboje vlisovaná do středu nábojnicového dna. Náboje se středovým zápalem dělíme na pistolové a revolverové. Využívají se ve většině pušek a ve všech samopalech. Vyrábějí se ve všech používaných rážích a to se středovou zápalkou Beran nebo Boxer.

Princip je založený na inicializaci zápalky po kontaktu s úderníkem a následným vzniknutím plamene, který zažehne střelný prach v nábojnici. Při hoření střelného prachu vzniká obrovský tlak, který vymete střelu skrze hlaveň ven.



Obr. 6 Průřez náboje se středovým zápalem

Zápalka typu Beran je ve tvaru kalíšku a je naplněna třaskavou složí. Využívá se do nábojnic s vestavěnou kovadlinkou a tím je určena pouze k jednomu použití. Na rozdíl od nábojnic vyráběných pro zápalky typu Boxer s centrální zátvarkou, která nám umožňují opakované přebíjení. Kladívko je obsažené přímo v zápalce společně s malým množstvím třaskaviny.



Obr. 7 Porovnání okrajového zápalu se středovým zápalem typu Beran a Boxer [3]

2.2.4 Střela

Velmi důležitou částí náboje je střela, která musí splňovat požadavky na hmotnost, aerodynamiku a konstrukční uspořádání. Střely dělíme do čtyř skupin a to podle toho, jestli jsou určené pro hromadnou, jednotnou, plynovou nebo speciální střelu. Střely dále rozlišujeme podle její konstrukce a určujeme podle počtu, ráže, šířky, tvaru dna, profilu a úhlu drážek.

a) Jednotná střela

V případě jednotných střel se jedná o celistvou, kompaktní nebo pevnou střelu. Ty jsou tvořené z jednoho materiálu, nejčastěji olova, železa nebo slitiny olova. V případě plášťové střely jde o kombinaci více materiálů.



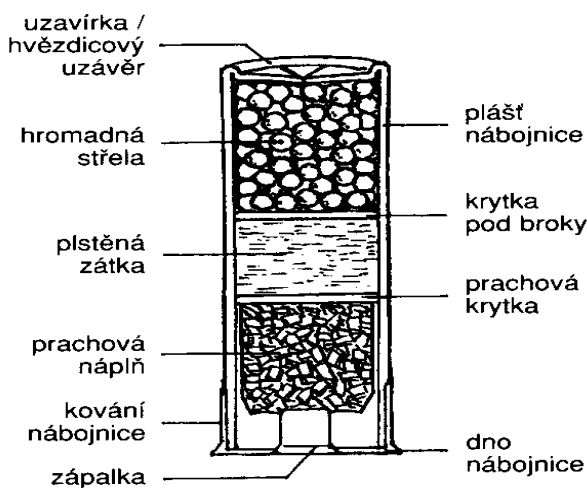
Obr. 8 Celoplášťovou, Poloplášťovou
a bezplášťová střela

Olověné střely se využívají nejčastěji pro sportovní střelbu. U celoplášťových střel jde o střelu překrytou plechovým pláštěm, zpravidla celou kromě dna střely. Celoplášťové střely s ocelovým jádrem se nejčastěji využívají pro vojenské účely, a to právě díky své průbojnosti. Dále můžeme používat také poloplášťové střely, u kterých je odkryta špička, ale zakryté dno. Ty jsou nejvyužívanější k loveckým účelům v kombinaci s expanzní

duťtinou ve špičce a to díky své deformační schopnosti. Existují také různé speciální střely s omezeným použitím, jako jsou zápalné, trasovací, průbojné a další.

b) Hromadná střela

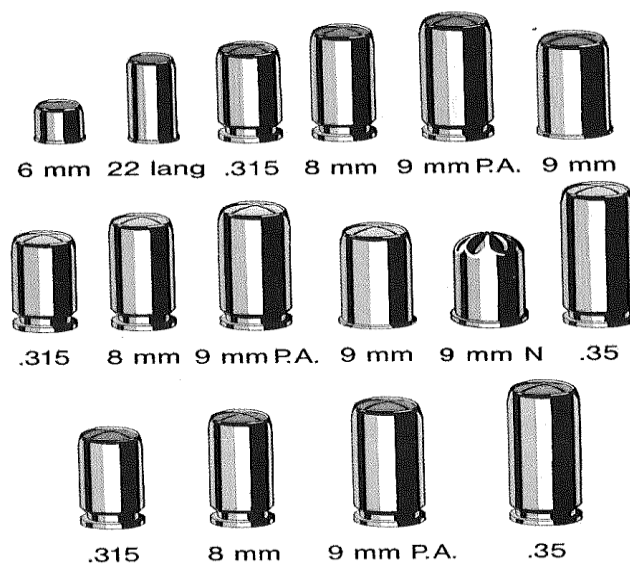
Náboje pro hromadnou střelu bývají často brokové, vyrobené ze slitin olova a antimonu. Využívají se hlavně pro lov zvěře a sportovní střelbu. Náboje se od sebe liší počtem a velikostí samotných broků vně nábojnice. Tyto náboje jsou určeny do loveckých pušek, které mají hladký vývrt hlavně, ale existují i brokové varianty do některých druhů revolveru. Existuje také možnost využití jednotné střely doplněné o část plastu, ty slouží především k obraně před velkou zvěří.



Obr. 9 Složení hromadné střely v řezu [6]

c) Plynová střela

Jedná se střelu s dráždivou látkou, která bývá uložena ve formě krystalu nebo aerosolu a je určena například k sebeobraně. Při výstřelu dochází ke zplynění látky a vytvoření oblaku po směru střelby. Nejčastěji se za těmito účely využívá chlor-acetofenon, nonivamid neboli technický pepř a o-chlorobenzylidenmalononitril. [3]



Obr. 10 Ráže nábojek do expanzních zbraní [3]

d) Speciální střela

Patří zde střely vyrobené za speciálním účelem a zkonstruované pro specifický účinek na cílovém objektu. Nazýváme je střely s řízenou deformací. Na první pohled nás u ní zaujme lehce neformovatelné přední část střely v porovnání se standardními střelami. Můžou obsahovat například tekutinu nebo kruhovitou tkaninu s broky.

2.2.5 Nábojnice

Z kriminalistického hlediska je vystřelená nábojnice jedním z nejdůležitějších důkazů pro identifikaci použité zbraně. Jelikož na samotné nábojnici zůstává největší množství pro nás důležitých balistických stop. Nábojnice hodnotíme podle materiálu použitého k výrobě. Nejčastěji se jedná o kovový materiál a to mosaz, hliník nebo ocel. Z identifikačního hlediska jsou nejvhodnější mosazné případně hliníkové nábojnice, jelikož jejich povrchová tvrdost umožňuje zanechat na nábojnici velké množství stop. Horší je to v případě ocelové nábojnice, které ještě bývají často povrchově upraveny lakem. V případě brokovnicové nábojnice je k výrobě využito kovové dno ve spojení s plastem nebo papírem.

Další důležité aspekty jsou délka a tvar hrdla a dna, poloha a tvar vyhazovače, vytahovače, zápalníku a v neposlední řadě tvar nábojové komory. Nejčastěji jsou nábojnice vyráběny válcového nebo láhového tvaru s rozšířeným dnem. Při výrobě dochází k vytvoření určitých stop na nábojnici a ty je potřeba odlišovat od stop vzniklých při střelbě.

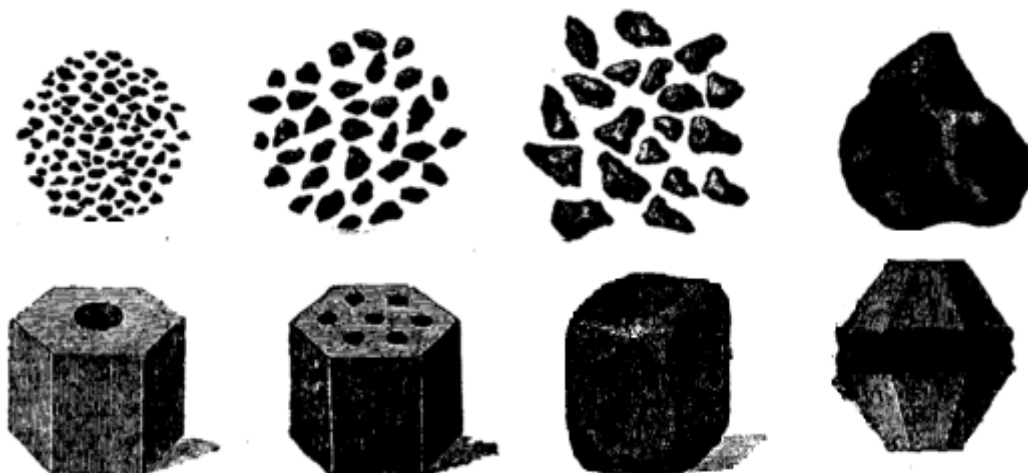
Z ekonomického důvodu se poměrně často využívá přebíjeného střeliva a to bývá přebito podomácku nebo továrně. V takovém případě dochází k použití již jednou nebo i několikrát vystřelené nábojnice, která už obsahuje stopy z předešlé střelby. Proto je velmi důležité, rozeznat nově vytvořené stopy od již starších stop z jiných zbraních.

2.2.6 Hnací slož

Dříve se používal černý střelný prach, který je v dnešní době nahrazen bezdýmným střelným prachem. Tím došlo k omezení výskytu povýstřelových zplodin a dýmu doprovázejícího střelu. Černý střelný prach byl využíván již před několika tisíci lety, ale v dnešní době je jeho použití spíše jen u historických zbraní. Bezdýmný střelný prach je vyráběn v několika variantách a o různém složení, která jsou určena k odlišnému použití. Jedná se o jednosložkový nebo dvousložkový střelný prach. Jednosložkový pracuje na bázi nitrocelulózy a dvousložkový nitroglycerinu. Také existuje možnost použití diglykolového střelného plynu. Střelný prach zahoří přibližně rychlostí 6 m/s a vytvoří v nábojnici velmi vysoký tlak. Známe progresivní, konstantní nebo degresivní hoření. Rychlost hoření a hodnota tlaku lze upravovat tvarem zrn střelného prachu, čímž dojde ke změně balistických vlastností náboje. Při hoření nedojde ke shoření všech zrn střelného prachu bezzbytku, a tak můžeme najít zbytky v mechanismu zbraně, ale i v blízkém okolí. Někdy dochází i k zachování původního tvaru zrnka, což pro nás hraje roli při následné identifikaci.

Využíváme deset tvarů zrn střelného prachu.

- 1) Trubičkový střelný prach
- 2) Destičkový střelný prach
- 3) Páskový střelný prach
- 4) Válečkový střelný prach
- 5) Sférický střelný prach
- 6) Kotoučový střelný prach
- 7) Jednoděrový, sedmiděrový a víceděrový střelný prach
- 8) Válcový sférický střelný prach [3]



Obr. 11 Zrnka různých druhů střeleného prachu [20]

Znalost základních vlastností používaného střeliva je dobrým předpokladem pro jeho vhodný výběr. První věcí, která byla u volby správného náboje zvažena, bylo, za jakým účelem střelivo pořizujeme, zdali k lovu, sportovní střelbě nebo obraně života a majetku. Nezbytně důležité je také určení vhodného střeliva pro danou zbraň z pohledu ráže a zápalu, samozřejmě zde hrají roli i osobní požadavky na střelu.

Kapitola zabývající se zbraněmi a střelivem, je z pohledu běžného uživatele nezbytnou a nedílnou součástí dané problematiky. Střelné zbraně jsou jako celek velmi rozsáhlou a složitou skupinou. Její porozumění je velmi důležité nejen pro kriminalisty, ale i pro každého držitele zbrojního průkazu. Jedná se totiž o zařízení, která dokáží přivodit smrtelná zranění, a proto je zapotřebí si to stále uvědomovat a rovněž tak zachovávat ke všem druhům zbraní přirozený respekt. Základní znalost problematiky zbraní je stejně důležitá, jako znalost používaného střeliva. První věcí, která byla u volby správného náboje zvažena, bylo, za jakým účelem střelivo pořizujeme, zdali k lovu, sportovní střelbě nebo obraně života a majetku. Nezbytně důležité je také určení vhodného střeliva pro danou zbraň z pohledu ráže a zápalu, samozřejmě zde hrají roli i osobní požadavky na střelu. Z kriminalistického hlediska jsou zbraně a střelivo velmi složitou problematikou. Někdy nejasnost původu nebo různě podomácku a továrně upravované zbraně a střelivo ztěžují, ba dokonce znemožňují výslednou identifikaci.

3 POVÝSTŘELOVÉ ZPLODINY

Třetí kapitola se zabývá problematikou povýstřelových zplodin a je společně s následující kapitolou stěžejní částí této práce, na jejichž poznatcích jsou založeny informace v praktické části. V první části je vymezeno dělení a složením PZ, kde je kladen důraz na lidským okem viditelné částice. Další část je zaměřena na rozptyl a místa výskytu PZ.

Povýstřelové zplodiny (dále jen "PZ") někdy nazývané i jako vedlejší produkty výstřelu, jsou definovány jako kovové a nekovové částice mikroskopických rozměrů, které vznikají v okamžiku výstřelu a opouštějí ústí hlavně společně se střelou. Přesněji při procesu hoření zážehové složky zápalky, výmetné náplně náboje a interakcí zplodin těchto procesů s dalšími konstrukčními prvky náboje, při teplotách vznikajících výstřelem. PZ jsou zkoumány vědním oborem a to kriminalistickou balistikou. Jedná se o znak a průvodní jev samotného výstřelu.

Hlavním důvodem zjišťování PZ je určení vzdálenosti z jaké se střílelo, jestli byla konkrétní osoba v kontaktu s použitou zbraní, nebo v blízkosti střelby, k provedení druhotného ztotožnění PZ se zápalkou předložené nábojnice a v neposlední řadě ke zjištění, jestli v určitém prostoru došlo ke střelbě. Podle PZ se dá zjistit i přibližná doba výstřelu ze zbraně, ale tyto údaje bývají spíše orientační. Přibližnou vzdálenost výstřelu dokážeme v mnoha případech určit i podle stupně očazení.

Informace o PZ jsou významné například při posuzování možnosti sebevraždy nebo sebepoškození. Jsou založeny na faktu, že člověk si dokáže sám způsobit zásah do životně důležitých orgánů maximálně ze vzdálenosti přibližně sedmdesáti pěti centimetrů. V místech zásahu střely zkoumáme, jestli se jednalo o průstřel, nástřel nebo zástřel.

3.1 Druhy a dělení povýstřelových zplodin

Co se týká rozdělení PZ, existuje mnoho faktorů podle kterých se lze rozhodovat např. technologie, velikost, chemické složení. Z technologického pohledu existují pouze dva základní druhy PZ. Prvním druhem jsou zplodiny vznikající spálením složek náboje a druhým druhem jsou částice, které pocházejí z materiálu střely, nábojnice, zápalky vznikající mimo jiné i průchodem hlavní. Zplodiny vznikající spálením složek zápalky jsou kulovitého tvaru o velikosti cca 1-20 mikrometrů a mají specifické chemické složení. Na rozdíl od částic pocházejících z materiálu střely, nábojnice nebo zápalky, které vytvářejí

charakteristické rozptylové obrazce v okolí vstřelu a ty jsou po chemickém znázornění viditelné lidským okem. [16]

Z pohledu velikosti můžeme nalézt PZ od mikroskopicky velkých, až po ty viditelné běžným okem. Dá se říci, že PZ z části sledují směr střelby a část uniká závěrem zbraně a provozními netěsnostmi do stran i dozadu a vytváří oblak zplodin v okolí zbraně.

Při hodnocení PZ podle chemického složení rozlišujeme dva druhy částic. Jde o částice jednoznačně indukující PZ a částice charakteristické. V případě použití plynové zbraně, PZ obsahují také zbytky chemických složek nábojky.

3.2 Složení povýstřelových zplodin

PZ z technologického pohledu obsahují kovové i nekovové částice, jako jsou fragmenty kovu z hlavně, otěry pláště střely, zbytky zápalkové složky, nespálená prachová zrnka, plyny vzniklé hořením střelného prachu, oxidační zplodiny (rez) ze zbraní i střeliva, zbytky kondenzačních prostředků a další fragmenty kovu zápalky. Kovové částice obsažené v PZ mohou obsahovat prvky Pb, Cu, Fe, Al, Ba, Ni, Sb, Sn, Si, Zn, Ca a případně další prvky Hg, Cl, S, K, Gd a to podle výrobce daného střeliva a použité zápalky. Důležitým faktorem je také stav zbraně a použitého náboje, kde např. při použití přebíjené nábojnice mohou PZ obsahovat další látky, jako je kukuřičná, keramická a kokosová drť využívaná k čištění již použitých nábojnic.

Za částice jednoznačně indikující zápalkové zplodiny jsou považovány kulovité nebo zaoblené částice. Díky komerční výrobě složek můžeme nalézt pevné kombinace několika prvků.

- Pb, Sb, Ba
- Pb, Sb, Sn, Ba
- Pb, Sn, Ba, Ca, Si
- Hg, Sb, Sn, Cl, K případně Pb, Sn
- Ti, Zn případně Gd

Dále mohou PZ obsahovat další konstrukční prvky náboje a zbraně, jako jsou laky, plastové částice, konzervační oleje, ale i nejrůznější nečistoty, které jsou při výstřelu ze zbraně vymeteny. [1]

3.3 Rozptyl povýstřelových zplodin

Šíření PZ je pro každou zbraň jiné a závislé na druhu použitého náboje. Rozdíly mohou nastat i u stejných modelů zbraně z důvodu opotřebení nebo případné úpravy. PZ zplodiny do určité míry sledují směr střelby, ale jejich část uniká i závěrem zbraně nebo jinými místy zbraně a to do stran či dozadu. Zplodiny mají pouze omezený dolet. Maximální dolet závisí na použité zbrani a náboji, ale nepřesahuje vzdálenost přibližně tří metrů.

V důsledku hoření plynu při samostatné střelbě vzniká současně se střelou před hlavní plamen nebo záblesk. Ten proniká pouze do malé vzdálenosti a způsobuje následné ožehnutí zasaženého objektu. Je považováno, že ožehnutí objektu bývá nejčastěji do vzdálenosti délky hlavně u použité zbraně. Doprovodným jevem plamene a výstřelu je vzniklý dým, který se zasahuje do větších vzdáleností. [7]

Dolet PZ závisí na hmotnosti určené částice, největší dolet mají kovové částice např. Pb, Cu nebo Ba. Díky své malé hmotnosti a miniaturním rozměrům jsou zplodiny intenzivně brzděny odporem vzduchu. V případě, že se zplodiny nezachytí na žádném objektu v okolí, je jejich pohyb ovlivněn podmínkami okolí. PZ se v okolí výstřelu vznášejí několik minut a v závislosti na okolních podmínkách postupně sedimentují. Například v místnostech s výškou 3-4 m částice sedimentují 8-10 minut a to rychlostí od 1 až do 10 mm/s. PZ, které unikly netěsnostmi zbraně, nám slouží stejně jako ty z hlavně k posouzení jestli ta daná osoba střelila, nebo byla v blízkosti střelby. [8, 3]

PZ se ideálně šíří v případě bezvětří, když působí boční větry nebo protivětr je pohyb PZ velmi specifický a těžko předvídatelný.



Obr. 12 Výlet střely z hlavně [15]

3.3.1 Místa výskytu povýstřelových zplodin

Místa kde se můžou PZ nacházet jsou různá a v případě použití stejné zbraně bude se rozptyl PZ každým výstřelem minimálně měnit.

PZ ulpívají na rukou, obličeji, vlasech, vousech, oděvu a na dalších objektech i předmětech v okolí výstřelu včetně brýlí střelce. Dále také na zavazadlech a věcech, ve kterých byla zbraň přenášena a místě kde byla zbraň uložena. Mezi nejčastější místa výskytu PZ je hřbet, palec a ukazováček ruky, která drží zbraň a vyskytují se i pod nehty prstů.

V případě, že je při výstřelu přiložena hlaveň těsně k tělu a to hlavně v blízkosti kostí, vznikají zplodiny z hoření střelného prachu pod kůží. V toto případě dochází k odtržení podkoží od kosti a ke vzniku kouřové dutiny v rozmezí několika milimetrů. [14]

3.3.2 Směry, vzdálenosti, hustota

V ideálním případě se PZ rozptylují kuželovitě, přičemž vrchol kužele je situován v ústí hlavně. Dolet zplodin v přímém směru je u krátkých ručních zbraních maximálně dva metry a u dlouhých ručních zbraních přibližně tři metry. Pokud se v této vzdálenosti nachází před zbraní nějaký objekt, tak PZ se zachytí v okolí vstřelu do objektu. Podle velikosti povýstřelové mapy můžeme stanovit vzdálenost střelce. [8]

Základní stopy jako je ožehnutí, očazení a spálené zrnka střelného prachu lze zjistit infračerveným zářením. Další PZ se dokazují chemicky.

Množství fyzické hmoty v PZ je velmi malé a zkoumání pouze po jednom výstřelu, bývá na nalezení většího množství zplodin poměrně náročné.

PZ jsou částičky malých rozměrů, jejichž pohyb je značně ovlivněn okolními vlivy. Nejmenší plynové a prachové částice se mohou ve vzduchu pohybovat 8-10 minut a jejich nález je možný v podstatě kdekoliv v přilehlém okolí. Pro kriminalistiku je velmi důležité znát směry a podmínky šíření PZ, zejména kvůli identifikaci střelce nebo stanovení, zda šlo o sebevraždu. PZ nám také umožňují identifikaci použitého náboje a potvrzení, zda se ze zbraně střílelo či nikoli.

4 IDENTIFIKACE POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN

V této kapitole jsou rozebrány způsoby zachycení PZ a metody umožňující jejich následnou identifikaci. Metody jsou sestaveny vzestupně dle náročnosti, od jednoduchých parafinových odlitků až po složitější atomové absorpční spektrometrie.

Základní stopy jako je ožehnutí, očazení a spálené zrnka střelného prachu lze zjistit infračerveným zářením. Další PZ se dokazují chemicky. V dnešní době se využívá bezdýmného prachu a díky tomu je kvantita PZ minimalizována a existuje poměrně nízká pravděpodobnost PZ vidět v okolí výstřelu pouze lidským okem.

4.1 Způsoby zachycení a zajištění

Zajištění PZ se provádí různými metodami v závislosti na objektu, kde se zplodiny vyskytují.

Nejčastější metody pro zajištění PZ využívají:

- a) Olepení zkoumaného povrchu speciálními terčíky s uhlíkovou adhezní vrstvou o průměru 12 milimetrů. Tato vrstva je lepicí a připomíná nám jemný smirkový papír, a tak není problém sejmout vzorek ani z drsných povrchů.
- b) Sejmutí PZ pomocí stěrů vatovými tampony.
- c) Využití výsavky filtračního nástavce ELAVAK.
- d) Stěry pomocí využití úplně čistého hřebene opatřeného gázou.
- e) Zajištění oděvu a věcí pachatele.
- f) Dříve využívaný parafinový odlitek ruky.
- g) Otisk na želatinový papír pro zkoumání přítomnosti olova.



Obr. 13 Filtrační výsavka ELAVAK [11]

4.2 Metody detekce povýstřelových zplodin

Z vývojového hlediska metody detekce PZ zaznamenaly v posledních desetiletích největší rozvoj. Od roku 1977 je jednou z nejsilnějších metod využití rastrového elektronového mikroskopu, která využívá k detekci charakteristické RTG záření. Hlavním důvodem je schopnost získat morfologické informace i prvkové složení PZ. [4]

První metody zkoumání zplodin, jako jsou parafínové odlitky a dusičnanové testy byly vytlačeny novými moderními metodami hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmatem, neuronové aktivační analýzy a atomové absorpční spektrometrie v grafitové kyvetě. V současné době je hlavní metodou atomová absorpční spektrometrie společně s indukčně vázanou plazmou, které nám slouží k elementární analýze a analýze částic. [4]

- a) K vyšetření spálenin zápalkové slože se využívají uhlíkové terčíky a rastrovací elektronový mikroskop. Ten nám umožňuje určit prvkové složení zkoumaných částic zplodin. Vzájemná kombinace Prvkového chemického složení a morfologických částí PZ je jedinečná pro zjištění, jestli ta daná částice odpovídá nám zkoumaným PZ.
- b) Při využití vatového stěru k zajištění PZ se k vyšetření využívá rentgenová fluorescenční analýza. Další možnost je spálení vatového tampónu a následné vyšetření metodou spektrální analýzy.

4.2.1 Parafínový test

Je jednou z prvních vyšetřovacích metod, která byla založena na jednoduchých chemických reakcích. Využívá se k detekci PZ na ruce pachatele. Ten byl založen na vytvoření parafínového odlitku části ruky podezřelé osoby. Odlitek se zhotovuje od kloubu palce ke kloubu ukazováčku. Následně je na vytvořeném odlitku chemickou metodou zjištěna přítomnost nespálených zrněk střelného prachu. Jedná se o detekci difenylaminem rozpuštěným v kyselině sírové a následně určité přítomné částice PZ zmodrají.

Tato metoda se využívala od roku 1914 přibližně až do roku 1956, kde byla tato problematika stále diskutovaným tématem. Tato metoda má velkou výhodu, že není příliš náročná a nevyžaduje odborné chemické znalosti. Na druhou stranu množství špatně detekovaných částic PZ bylo vysoké. Parafín je možné nahradit roztokem acetátu celulózy v acetonu nebo polystyrenu rozpuštěného v benzenu.

4.2.2 Glycerinový test

Využívá se k detekci PZ na ruce pachatele a těle poškozeného. Jednalo se o zkoumání nespálených zrněk střelného prachu v zahřáté kapce glycerinu pod mikroskopem. Kde v přítomnosti PZ došlo ke změně barvy na zelenožlutou a vytvoření žlutohnědého odparu. Tímto způsobem lze následně detekovat nejen přítomnost PZ, ale i druh použitého střelného prachu. Tato metoda není náročná na provedení, ale je zapotřebí opravdu velká znalost problematiky mikroskopického zkoumání.

4.2.3 Detekce olova na želatinovém papírku

Tuto detekční metodu lze využít nejen pro zjištění olova, ale také pro stanovení možné vzdálenosti střelby. K určení se využívá oděvní součást zasaženého, na kterou je pod velkým tlakem přitisknut želatinový papír napuštěný zředěnou kyselinou octovou. Ke zobrazení částí olova nám slouží roztok sulfidu sodného. Určení vzdálenosti funguje na bázi porovnání s obrazci vytvořenými při střelbě na textil při různých vzdálenostech, za předpokladu použití stejné zbraně a střeliva.

Tuto metodu je možné využít i na odebrání vzorku z rukou, ale není možné vyvinout rovnoměrný a dostatečně silný tlak na želatinový papír. Z tohoto důvodu je výsledek testu zajímavý pouze při velkém množství PZ.

4.2.4 Detekce plynů vzniklých při hoření střelného prachu

Nalezená prachová částice se přenese na mikroskopické podložní sklíčko a zakryje se speciální plynovou příklopkou s reagenčním papírem a kyselinou chlorovodíkovou na vrcholu. Sklíčko se zahřívá, než dojde k zahoření prachové částičky. Pokud se opravdu jedná o bezdýmný střelný prach, dojde k zbarvení reagenčního papírku na červenou.

4.2.5 Detekce dusitanů a dusičitanů

U této metody se využívá roztoku antazolinu, naneseného v různých koncentracích na námi zjišťovaný vzorek. Vzorek se pořídí otiskem na kruhový papír namočený v acetonu, který se následně za pokojové teploty nechá vysušit. Po vysušení se kruhový papír rozstříhne na třetiny a na každou se nanese rozdílný roztok. Na první třetinu nanášíme anthazolin s kyselinou chlorovodíkovou, kde při přítomnosti dusičitanů dojde k zažloutnutí. U další části nanášíme stejné činidlo, jako v první variantě a následně vzorek nastříkáme

koncentrátem kyseliny sírové. Přítomnost dusičitanů nám potvrdí tmavě červené zbarvení. Pro přítomnost dusitanů využijeme poslední třetinu, na kterou nanese kyselinu sulfanilovou, ta nám slouží ke zreagování dusičitanů. Následně vrstvíme činidlo koncentrované kyseliny sírové a ta nám detekuje přítomnost dusitanů červeným zbarvením.

4.2.6 Detekce barya a olova pomocí

Využívá se otisku ruky na filtrační papír nebo tampón napuštěný v kyselině vinné. K detekci olova nebo barya nám slouží rhodizonát sodný. Při námi používaných koncentracích se jedná o neškodlivé látky. V přítomnosti vyhledávaných prvků filtrační papír zčervená. Pro zjednodušení se využívá nastříkání kyseliny vinné na ruku pachatele a následně je na ruku nanese další vrstva rhodizonátu sodného. Ruka chytne hnědočervený odstín a je na ní znovu nanese vrstva kyseliny vinné. Za přítomnosti barya nebo olova dojde k červenému zbarvení. Pro záznam výsledku se využívá otisku na filtrační papír.

4.2.7 Rastrovací (skenovací) elektronový mikroskop

Scanning Electron Microscopy – SEM

Jedná se o mikroskop využívající zaostřený elektronový paprsek. Vzorek je skenován po řádcích paprskem, který se zaměřuje na jednotlivé místa skenovaného vzorku. V závislosti na povrchu vzorku se mění intenzita signálu a emitují se nám sekundární elektrony putující do detektoru. Každá vyvýšenina skenovaného povrchu znamená vyšší intenzitu signálu a naopak propadnutím povrchu se intenzita signálu sníží. Tento systém nám umožňuje detekovat i několika mikrometrové povýstřelové částice a to s citlivostí v řádech pikogramů. Je nám umožněna současná analýza morfologie jednotlivých částic a prvkového složení povýstřelových zplodin.

Hlavní výhodou skenovacího mikroskopu je jeho hloubka ostroty, která je 200x větší než u světelného mikroskopu. V dnešní době se jedná o jednu z laboratorně nejvyužívanějších metod zkoumání povýstřelových zplodin, odebraných z rukou, vlasů, hlavy a šatů. Své využití má i pro zkoumání jiných druhů mikroskop. [4, 12]

4.2.8 Hmotnostní spektrometrie s indukčně vázaným plazmem

Inductively Coupled Plasma-Mass Spectroscopy - ICP-MS

Jedná se o víceprvkovou analýzu využívanou ke zjišťování stopového množství Sb, Pb a Ba se zápalkové složce. Využívají se vzorky ve formě suchého nebo mokrého aerosolu snímaných v argonové vrstvě. [12]

4.2.9 Spektrometrie laserem buzeného plazmatu

Laser Induced Breakdown Spectroscopy – LIBS

Jde o nedestruktivní metodu umožňující velmi rychlou analýzu pevných částic s důrazem na požadovanou citlivost.

Jako zdroj excitace se využívá pulzní laser. Při laserové ablacii dochází ke vzniku mikroplazmatu a v něm následně sledujeme emise záření. [4]

4.2.10 Neutronová aktivační analýza

Neutron Activation Analysis – NAA

Jedná se o nedestruktivní radiochemickou metodu analýzy, která nám umožňuje detekci anorganických složek v povýstřelových zplodinách. Tato metoda nedisponuje dostatečnou citlivostí pro detekci Pb, tak je využívána k detekci Sb a Ba.

Principiálně je pro nás důležité, aby se námi sledovaný vzorek stal zdrojem radioaktivity. To docílíme ozářením tokem neutronů s radioaktivními izotopy. Následně nám vznikají radionuklidy, kde nastává rozdíl ve způsobu rozpadu i poločasu. [12, 13]

4.2.11 Atomová absorpční spektrometrie

Atomic absorption spectrophotometry – AAS

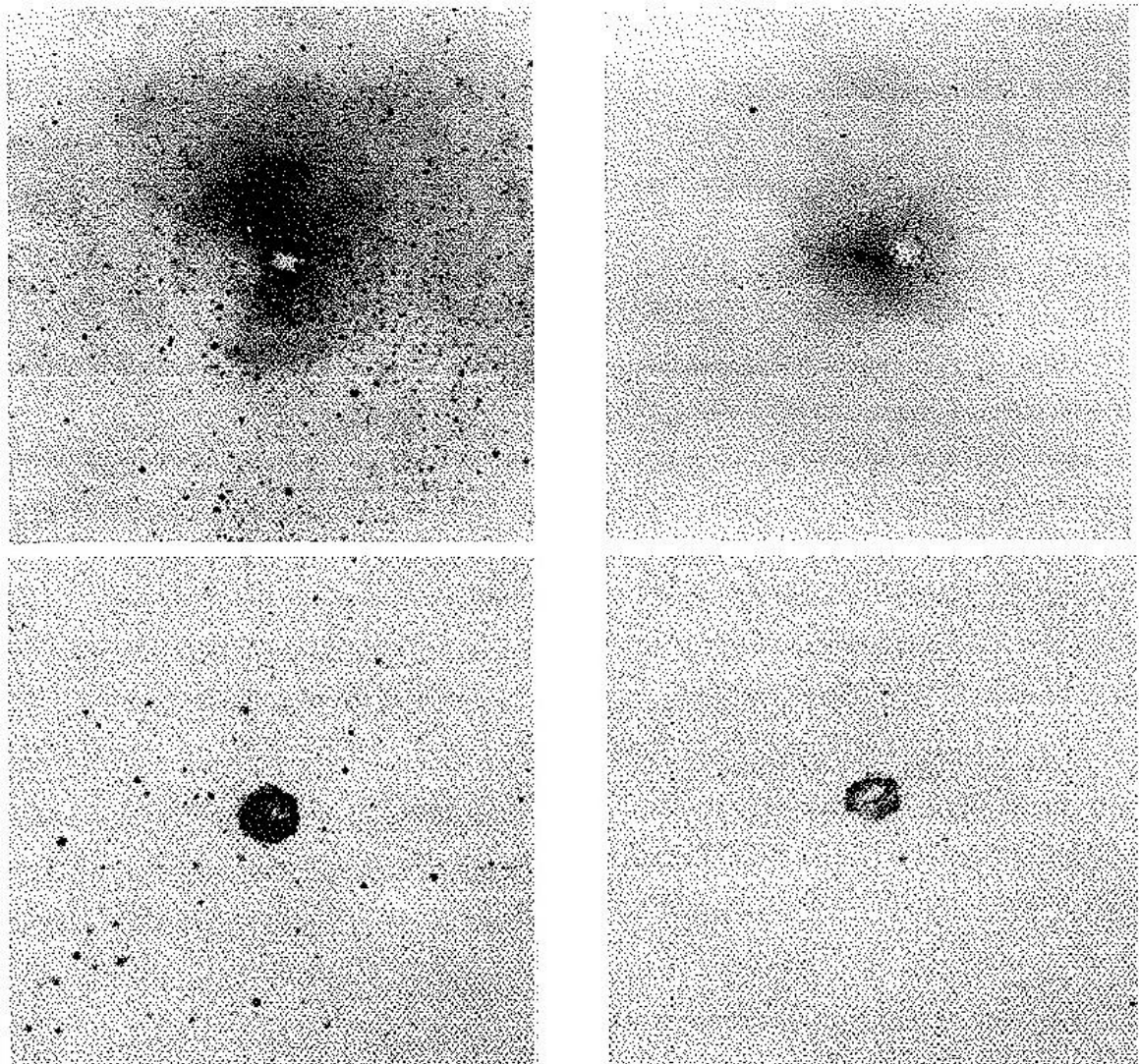
Byla zavedena jako náhrada za neutronovou aktivační analýzu a to nejdříve ve formě atomové absorpční spektrometrie s atomizátorem. Následně po objevení bezplazmové atomové absorpční spektrometrie, bylo teprve dosaženo potřebné citlivosti i pro stanovení malého obsahu Pb, Sb, Ba a to v řádech piktoqramů nalezených v povýstřelových zplodinách. Mezi nejsilnější metodu atomové absorpční analýzy patří využití grafitové kyvety. [13]

4.2.12 Atomová absorpční spektrometrie v grafitové kyvetě

Graphite Furnace Atomic Absorption Spectroscopy – GFAAS

Je elementární analýza využívaná ke zkoumání anorganických prvků ze zápalkové složky, zaměřuje se přímo na Sb a Ba.

Vzorek se nejprve musí převést do kapalného skupenství a následně je vzorek vysušen, zpopelněn a atomizován, tak dojde k vytvoření volných atomů. Během atomizace měříme absorpční signál, který je úměrný množství prvků ve vzorku. Jako zdroj energie je zde využívána grafitová kyveta. [12]



Obr. 14 Zviditelnění PZ kontaktně difúzní metodou pro 5cm a 60cm, kde levý sloupec Cu, Ni a pravý Pb, Fe. [8]

4.2.13 Další metody zajištění a zjištění PZ

Existuje spousta dalších metod pro zkoumání PZ. Jedná se o převzaté nebo vlastní metody, založené na banálních i technologicky náročných postupech.

Jedním z nich je například zjištění zplodin olepením a následné určení mikrosondou. Zde je dobře vidět tvar zrněk zplodin a je možná fotografická dokumentace. Tato metoda nám umožňuje pouze určit tvar zrnka, ale ne tvar, velikost a hustotu rozptylového obrazce.

4.3 Faktory

Mezi nejdůležitější faktory při zkoumání PZ patří čas, způsob přenosu a porovnávací vzorky PZ. Čas je velmi důležitým faktorem, protože ty největší částice zplodin se z povrchu velmi rychle ztratí a zůstanou zachycené jen částice malé až střední, přibližně jen částice menší než 10 mikrometrů. Velmi důležitým faktorem je i zjištění, kolikrát bylo vystřeleno ve vztahu k dané situaci, případně střelba v blízké době před zkoumaným činem. Je zde např. možnost použití rukavic, brýlí nebo oděvu, který osoba využívá k legální tréninkové střelbě a manipulaci se zbraní.

Dalším faktorem jsou osoby, které zajišťují PZ na místě činu a také ty, které ho následně analyzují. Pravidlem je, že osoby nesmí před stykem s důkazem manipulovat s palnými zbraněmi, střelivem a hlavně již s vystřelenými nábojnicemi. Při zajišťování PZ je nutné počítat s možností přenosu zplodin z rukou a oděvu zajišťovacích pracovníků na zadrženou osobu.

Při zajištění PZ je potřeba zaznamenat přesné informace o daném případě jako čas odběru vzorku, zajištění pachatele a přesný popis případu. Zjistit okolnosti zadržení osoby a jestli po střelbě provedla již nějakou očistu sebe, zbraně, svého kompletního oděvu a případně okolí. V neposlední řadě zjištění použití rukavic, masky a případně pokrývky hlavy. Dalšími důležitými faktory pro kriminalistickou balistiku je zjištění, jestli je zbraň a střelivo legálně drženo a vedeno.

Samotné zachycení a následná identifikace, zda se opravdu jedná o PZ, je velmi náročný a mnohdy zdlouhavý proces. V první řadě je nutnost, odebrat pokud možno co nejlepší vzorek a zabezpečit ho pro laboratorní detekci. Pro odběr známe 8 základních metod. V praxi se nejčastěji setkáváme s metodou odběru pomocí speciálních terčů s uhlíkovou

adhezní vrstvou nebo stěrem pomocí vatových tampónů. Dříve se k odběru PZ využívalo parafínového odlitku ruky, v současné době je tato metoda nahrazena stěry a želatinovými papírky.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 ŠÍŘENÍ POVÝTŘELOVÝCH ZPLODIN U NEJPOUŽÍVANĚJŠÍCH ZBRANÍ

Tato kapitola analyzuje rozptyl PZ u šesti pistolí a dvou revolverů. Rozbor šíření plynových a prachových částic probíhal v určitých fázích výstřelu.

Ke studiu pohybu PZ při střelbě bylo využito unikátních záběrů z vysokorychlostní kamery s velkou frekvencí snímání. Záběry byly zhotoveny panem Ing. Zdeňkem Maláníkem, za účelem zachycení funkce zbraně, a to pro více druhů zbraní. Záběry byly pořízeny v podmínkách střelnice TRIGGER Service, s.r.o v Brně. Pro studium rozptylu PZ byly vybrány nejpoužívanější zbraně a také zbraně s atypickým chováním zplodin. Vybrané modely zbraní jsou:

a) Pistole

- CZ 75 D
- GLOCK 19
- Beretta 92 Billenium
- ZVI – Kevin
- IWI - Desert Eagle 50 AE
- Ruger – MK III Hunter

b) Revolvery

- Smith & Wesson – 500
- Ruger – GP 100

Pohyb PZ je sledován na snímcích v závislosti na třech ze čtyř úst'ových jevů doprovázejících výstřel viz kapitola 1.6 Úst'ové jevy při výstřelu. Jsou jimi expanze, záblesk a dým na ústí hlavně. Tyto jevy se od sebe liší svým průběhem v závislosti na vzdálenosti a čase. Čtvrtý úst'ový jev elektromagnetické záření nelze ze snímků vyčíst, je maximálně možné, odhadovat jeho velikost ve vztahu k dané úst'ové rychlosti.

5.1 Pistole CZ 75

První zbraní pro studium šíření PZ byla jedna z nejznámějších českých pistolí s označením CZ 75.

Jedná se o český výrobek a zároveň o jednu z nejpoužívanějších samonabíjecích pistolí v České republice. CZ 75 má ráži 9mm Luger. Od roku 1975 je vyráběna v mnoha konstrukčních variantách. Jde o dílo Františka Kouckého, které v době svého vzniku nemělo ve světě obdoby. Byl prvním, kdo dokázal zkonstruovat funkční dvojčinný spoušťový mechanismus, který je využíván v mnoha variantách zbraní dodnes.

Mezi hlavní znaky tohoto modelu patří jednoduché ovládání, přesnost a konstrukce, která skvěle pasuje do ruky. Dalšími aspekty jsou vysoká spolehlivost a výdrž velkého množství výstřelů, díky čemuž jsou CZ 75 v Česku využívány armádou a policií. Velmi rozšířené jsou i na Slovensku, kde je využívá kromě většiny složek policie i Slovenská informační služba. Mezi další státy využívající tento český výrobek patří například USA, Litva a Turecko. Tato zbraň je velmi oblíbená ve sportovní střelbě, ale také ve sférách osobní ochrany. Existuje velká možnost úpravy daného modelu zbraně a to doplňky a příslušenstvím nabízeným přímo Českou zbrojovkou nebo konkurencí.

Díky své nedostatečné patentové ochraně je společně s Coltem 1911 jednou z nejnapodobovanějších pistolí. Hlavním důvodem obrovského kopírování modelu CZ 75 bylo nedostatečné patentování v zahraničí a to důsledkem tzv. tajného patentu, který platil pouze na území republiky. Původně byla zbraň určena k vývozu do zahraničí a u nás byla využívána pouze ozbrojenými silami. V prvopočátku nebylo možné tento model u nás volně zakoupit. Zajímavým ukazatelem je přibližně 1 300 000 kusů CZ 75 vyrobených v České zbrojovce, v porovnání se světovou produkcí kopie tohoto výrobku, která činila přibližně 3 500 000 kusů.

Námi použitý model pro záznam střelby byl CZ 75D Compact. Jedná se o odlehčenou variantu, kdy na výrobu rámu bylo namísto oceli využito slitiny. Zbraň je vybavena výstražníkem a vypouštění kohoutu místo pojistky.

Na prvním snímku lze vidět primární expanzi střely, doprovázenou únikem PZ v oblasti hlavně a nábojové komory. Únik PZ v oblasti nábojové komory není v této fázi výstřelu nikterak výrazný. Na druhém snímku zleva můžeme vidět sekundární expanzi a primární záblesk vznikající hořením plynových částic v reakci s okolním vzduchem. Na

následujícím snímku vidíme přechodový až sekundární průběh záblesku, který však ve vzdálenosti přibližně 13 centimetrů zaniká. Další uniky při expanzi střelby nejsou na první pohled viditelné, ale po bližším zkoumání dochází k úniku kolem netěsnosti závěru.



Obr. 15 Zachycení výstřelu pistole CZ 75D Compact

V další fázi výstřelu, kdy dochází k vyhození nábojnice a následnému dobití nové, je možné pozorovat pohyb PZ hlavně v prostoru za zbraní v oblasti závěru. Vyhozená prázdná nábojnice s sebou váže další zplodiny ze zbraně a společně se zbytkem prachu obsaženého v nábojnici ho při své rotaci šíří kolem sebe.



Obr. 16 Záznam primárního záblesku při mapování
PZ z pohledu střelce

Pistole CZ 75 disponuje velkým rozptylem PZ nejen v okolí zbraně, ale i ve velkých vzdálenostech od ústí hlavně. Šíření zplodin je zde hříbovitě s postupným nárůstem objemu. Uživatelsky se jedná o velmi příjemnou zbraň, kde šíření zplodin vlivem zpětného rázu záleží na schopnostech střelce.

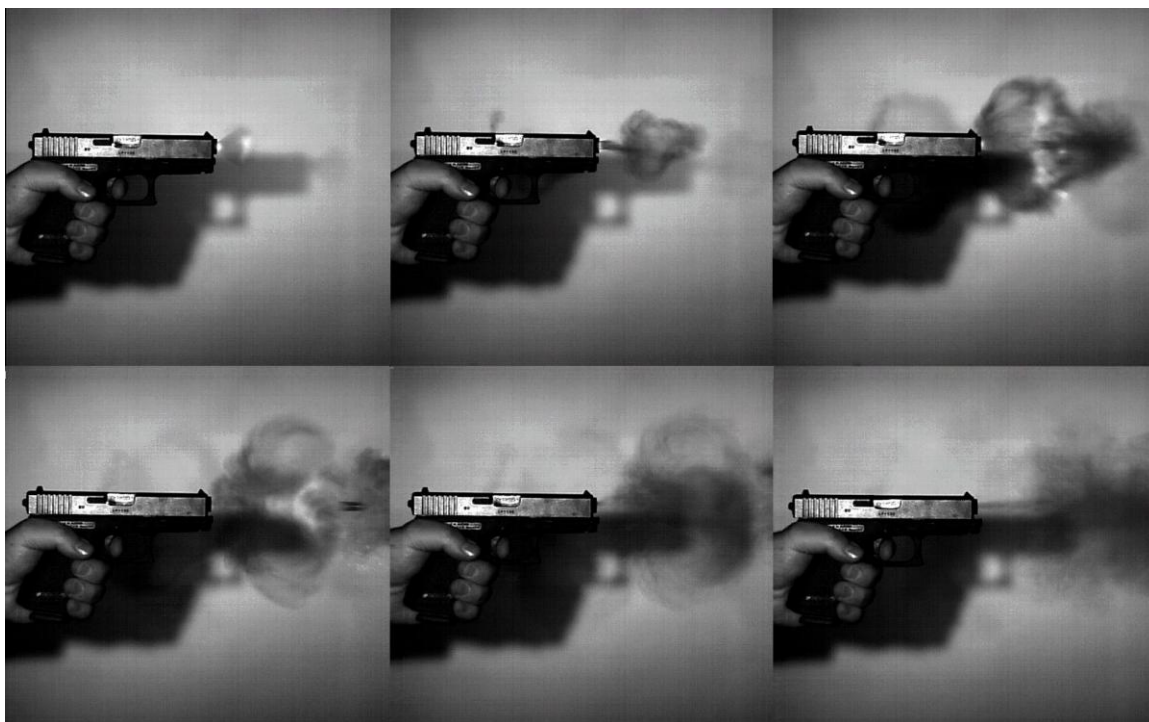
5.2 Pistole GLOCK 19

Další volba padla na velmi oblíbenou pistoli s revoluční konstrukcí. Jedná se o výrobek Rakouské zbrojovky, která byla založena roku 1963. V dnešní době patří k absolutní špičce v oblasti výroby a vývoje pistolí. Nabízí 41 modelů zbraní o devíti rážích, široký sortiment příslušenství a doplňků pro danou zbraň. Tyto pistole jsou vyznačovány hlavně svou revoluční konstrukcí rámu z „plastu“. Vyrobena bylo více než 6 000 000 kusů. K výrobě rámu je využíváno Polymeru 2, ten má za následek snížení váhy. Dalším specifikem zbraní GLOCK je, že nemají žádné vnější manuální bezpečnostní prvky, ale obsahují tři vnitřní automatické pojistky, těmi jsou pojistka spouště, úderníku a pádová pojistka. Celkově se GLOCK skládá pouze ze 35 součástí.

Modely GLOCK se vyrábí v označení 17-39, liší se velikostí a ráží. Některé modely jsou vyráběny ve verzi s označením C a L. Označení C znamená pistole s kompenzátorem zdvihu a L pak pistole s prodlouženou hlavní sloužící k přesnější střelbě. Nabízené ráže jsou 9mm Luger, 10mm, .40 S&W, .357 SIG, 9 mm Browning krátký, 45 ACP a 49 GAP. V České republice se nejčastěji setkáváme s modely označenými 17 a 19, které se od sebe liší především svojí velikostí. Model 18 je využíván ve vojenském průmyslu a nutno podotknout, že se u nás nedá běžně zakoupit. Všechny tři zmíněné modely mají ráži 9mm Luger a jsou nabízeny i v upravených verzích. V USA se nejčastěji používají GLOCKY s označením 20 až 23, kdy se jedná o verzi s ráží 10mm a .45 ACP. Jde o nejpoužívanější zbraně tvořící přibližně 60 % trhu. Zbraně GLOCK jsou velmi oblíbené také díky menšímu zpětnému rázu, své spolehlivosti a stále funkci skoro za jakýchkoliv podmínek, jelikož pracovní rozsah zbraně je od -40 až do 200 °C a funguje dokonce i pod vodou.

Námi použitý model zbraně byl GLOCK 19 s ráží 9mm Luger, hmotností 595g a úst'ovou rychlostí kolem 350m/s. Jde se o verzi Compact znamenající menší rozměry. Pohyb PZ u tohoto modelu je při primární expanzi soustředěn před hlavní. Poměrně silný výfuk zplodin je i v oblasti nábojové komory. V porovnání s CZ 75D je zde vyšší koncentrace prachových a plynových částic, ale menší záblesk a z toho plyne menší procento shořených

plynů a prachových částic. Počáteční tlak primární expanze před ústí hlavně se šíří trychtýřovitě a ve vzdálenosti přibližně tři centimetrů se rozplyne do okolí. Záblesk vznikající hořením prachové náplně náboje je viditelný již na prvním snímku zleva, kdy jde o sekundární expanzi a primární část záblesku. Zánik přechodového záblesku lze pozorovat až na prvním snímku v druhé řadě.



Obr. 17 Zachycení výstřelu pistole GLOCK 19

Dobře viditelný je i únik PZ v okamžiku vyhození nábojnice z nábojové komory. V případě modelu GLOCK s kompenzátorem by bylo šíření PZ plně odlišné. Jelikož jsou zbraně s kompenzátorem určeny zejména ke sportovní střelbě, tak nejsou tyto vlastnosti šíření v našem případě směrodatné.



Obr. 18 PZ vázané na nábojnici při vyhození u GLOCK 19

5.3 Pistole Beretta 92 Billenium, 92

Dalším zástupcem profesně využívané pistole, je nástupce legendárního Coltu 1911 pistole Beretta 92. Jedná se o výrobek Italské rodinné zbrojovky Beretta, založené roku 1526. Zajímavostí je, že jde o jednu z nejstarších stále fungujících firem v Evropě.

Námi zkoumaný modelem byla těžká poloautomatická samonabíjecí pistole Beretta 92 s ráží 9mm Luger a dvojitým spoušťovým mechanismem. Model 92 se po určitých úpravách proslavil hlavně díky nasazení pro armádu USA, kde nahradil legendární Colt 1911. Vyznačuje se velkokapacitním zásobníkem, úst'ovou rychlostí 385 m/s a vahou kolem 1kg dle daného modelu. Svou pozornost na sebe poutá i ve sférách osobní ochrany, kde se jedná o nejtestovanější pistoli s průměrnou spolehlivostí 17 500 výstřelů bez závady. Tato zbraň byla uvedena na trh v roce 1975 a od té doby prošla řadou úprav. Další známou verzí je verze 81, která je oproti modelu 92 menší a mnohem lehčí .

Námi zvolená verze nese mimo jiné také označení Billenium a je vyráběna pouze v limitované edici. Jedná se pistoli s jednočinným spoušťovým mechanismem a systémem Walter, což je uzamčení závěru pomocí kyvné závory. Od klasických modelů se odlišuje povrchovou úpravou.



Obr. 19 Zachycení výstřelu pistole Beretta 92 Billenium

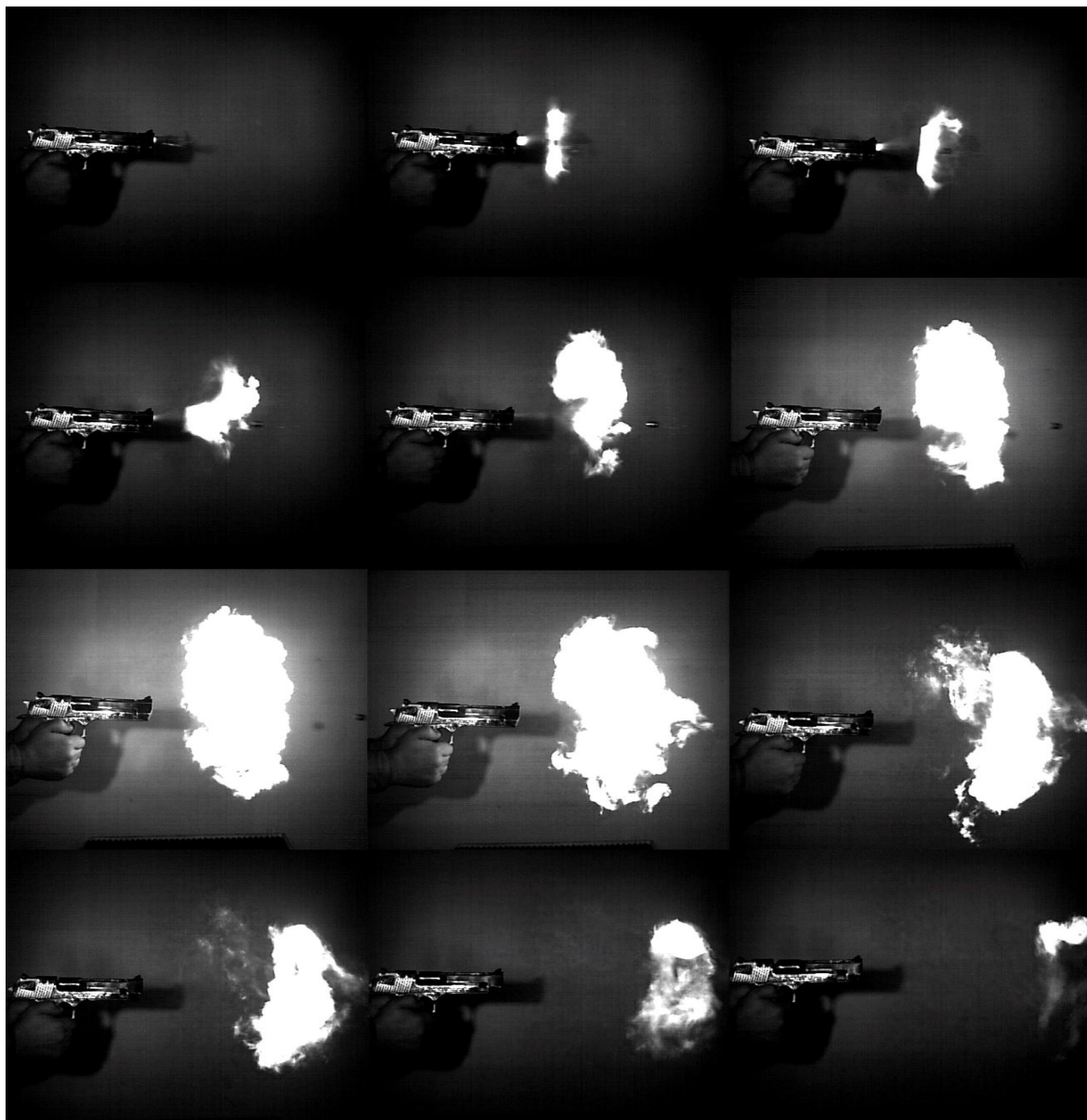
U Beretty 92 je všechn tlak primární expanze soustředěn směrem z hlavně ven, kde má již od počátku hříbovitý tvar. Následně se zplodiny částečně vrací zpět, ale z větší části jsou meteny za nábojem. Primární záblesk můžeme pozorovat na druhém snímku zleva a zánik přechodového záblesku pak na snímku dalším. PZ směřující směrem za zbraň a pochází z okamžiku, kdy se závěr pohybuje dozadu a dochází tak k vyhození prázdné nábojnice.



Obr. 20 PZ vázané na nábojnici při vyhození
pro Beretta 92 Billenium

5.4 Pistole IWI - Desert Eagle 50AE

Zástupcem netradiční pistole s exkluzivní silou a optickým efektem, byla pro rozbor zvolena nejsilnější varianta Desert Eagle 50AE. Jedná se o poloautomatickou těžkou pistoli izraelské výroby. Zbraň se proslavila především svými obrovskými rozměry a impozantní silou. Svými rozměry se jedná o jednu z největších továrně vyráběných pistolí. Je vyráběna v rážích .357 Magnum, .41 Magnum, 440 Corbon a 50 AE (Action Express). Modely se od sebe vzájemně liší vahou a délkou hlavně, která se vyrábí v rozměrech 15 a 25 centimetrů. Zbraň není možné využívat k běžnému nošení ani jako hlavní zbraň pro ozbrojené složky. Hlavními důvody, proč tomu tak je, je velký zpětný ráz, vysoká hmotnost, velké rozměry a tím pádem pomalá a ne moc dobrá manipulaci se zbraní. Velkou popularitu Desert Eagle nalezl mezi civilními střelci, zejména díky nepředstavitelnému pocitu se zbraní vystřelit nebo ji pouze držet.



Obr. 21 Zachycení výstřelu pistole Desert Eagle 50AE

Námi zkoumaný model byl Desert Eagle s jednočinným spoušťovým mechanismem a s ráží 50 AE, což odpovídá 12,7 milimetrům. Váha tohoto modelu je úctyhodných 2,05 kilogramů. Nejzajímavějším efektem této zbraně je mohutný záblesk doprovázející skoro celou dobu výstřelu. V tomto případě jsou poměrně dobře viditelné všechny tři průběhy záblesku. Střela společně se zplodinami je z hlavně při primární expanzi trychtýřovitě vytlačována. Díky velkému obsahu prachové náplně v nábojnici je vysoká následná koncentrace prachových a plynových částic. Sekundární expanze je viditelná na prvním snímku zleva, kdy následně dochází ke vzniku primárního záblesku. Na dalších snímcích je zachycen přechodový záblesk, který má velký viditelný rozptyl. Je zde také dobře vidět

poslední stádium záblesku, tedy sekundární stádium. Zmapovat PZ je velmi složité, protože při velkém zpětném rázu je skoro nemožné zbraň udržet ve vodorovné pozici s cílem. Na prvním obrázku zleva v druhé řadě můžeme vidět, že zplodiny ztrácí svoji vysokou počáteční energii vzniklou při primární expanzi zhruba po 20 centimetrech a dochází tak k jejich rozptýlu do okolí. V počátku výstřelu zachyceném na prvním snímku zleva dochází k uniku plynů nejenom přes hlaveň, ale i netěsnostmi nábojové komory. Tento jev na snímku nelze vidět kvůli nízkému jasů, nastavenému pro lepší záznam záblesku. V případě Desert Eaglu je v podstatě možné naleznout PZ všude v okolí střelby. Díky velké síle zbraně, použitému náboji a mohutnému záblesku, lze předpokládat vysokou hodnotu elektromagnetického záření při měření úst'ové rychlosti.

V okamžiku, kdy dochází k vyhození prázdné nábojnice z nábojové komory a nabití nábojnice nové, je pozorovatelný únik plynových a prachových částic z prostoru začátku závěru. Velká síla expanze a následného záblesku má za příčinu silnou tlakovou vlnu, která je na snímku 23 pozorovatelná v prostoru před hlavní.



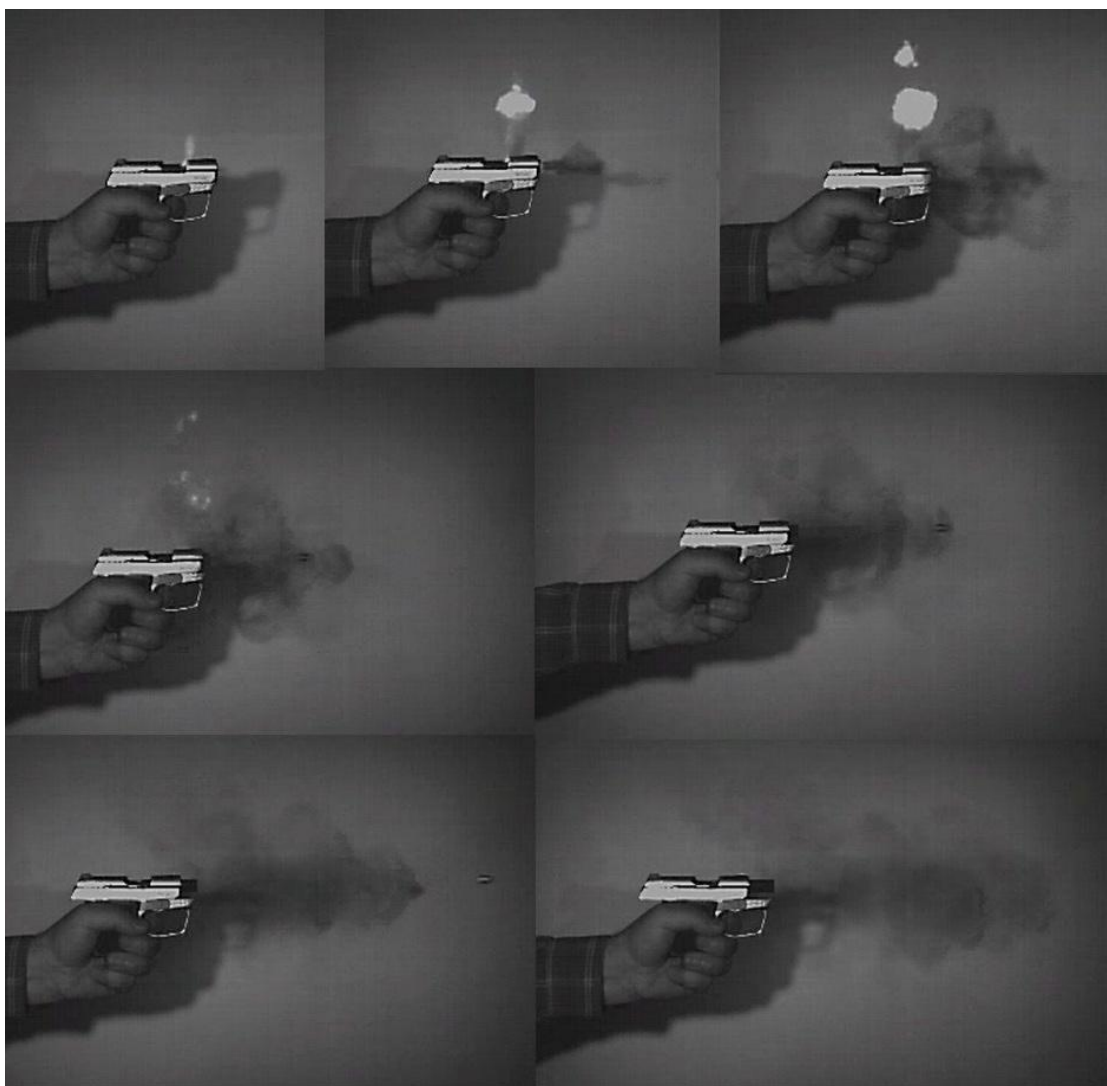
Obr. 22 Zasnvětlený záznam střelby v okamžiku vyhození prázdné nábojnice

5.5 Pistole ZVI – Kevin

Zástupcem kapesní pistole určené na běžnou obranu života, byla zvolena pistole ZVI – Kevin s atypickým šířením prachových a plynových částic. Jedná se o velmi malou samonabíjecí pistoli určenou ke střelbě na krátké vzdálenosti a vyrobenou v České republice. Tyto pistole jsou účinné přibližně do 15 m a tím je jejich využití jasně směřováno do sféry ochrany života, zdraví a majetku. Tento model je také oblíbený jako

záložní zbraň pro speciální a vojenské použití. Tato malá kapesní pistole je ráže 9 mm Browning (.380 Auto) a váží přibližně 400g. Její kompaktní rozměry nám umožňují manipulaci skrytě v kapsy a to případně i střelbu. Kapacita zbraně je 6 nábojů v zásobníku a jeden náboj v nábojové komoře.

Na první pohled je zbraň neúměrně malá vůči použitému náboji, ale díky systému brzdění závěru odběrem plynu je zachována efektivnost a pohodlnost střelby. Ne nadarmo je tato zbraň nazývána „malý Desert Eagle“.



Obr. 23 Zachycení výstřelu pistole ZVI Kevin

Při zkoumání šíření PZ vidíme, že u primární expanze dochází k úniku plynů pouze v okolí nábojové komory a následně pak v oblasti před hlavní. Tento důmyslný jev expanze prachových a plynových částic z okolí nábojové komory nám umožňuje i v takto malé zbrani používat poměrně velký náboj a přitom zachovat nízký zpětný ráz. Sekundární

expanze se zde neprojevuje na ústí hlavně, ale již na zmíněném ústí nábojové komory. Před hlavní nedochází ke vzniku žádného stádia záblesku, ale pouze ke vzniku dýmu a kondenzačních par. Díky své velikosti a konstrukčnímu systému je předpokládán velký výskyt PZ hlavně v okolí rukou.

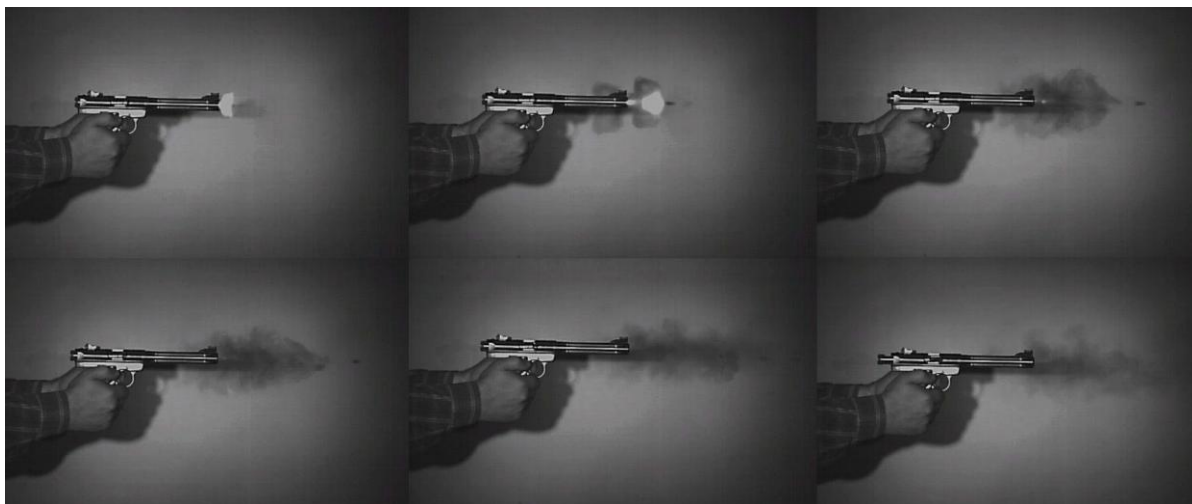
5.6 Malorážka Ruger - MK III Hunter

Pistolí s odlišnou konstrukcí mající vliv na šíření PZ je zástupce malorážkových pistolí Ruger –MK III Hunter. Malorážka je zvláštní skupinou zbraní využívajících ráži 22 Long Rifle. Nejčastěji se setkáváme s dlouhou malorážkou typu puška. Je ale možné narazit i na pistolí, případně i revolver využívající tuto ráži. U nás se malorážky nejčastěji využívají ke sportovní střelbě, dlouhé puškové malorážky pak k lovu. Může se jednat buď o samonabíjecí nebo opakovací malorážku.

V našem případě se jednalo o samonabíjecí malorážkovou pistolí s neuzamčeným závěrem o váze 1170 gramů. Z pohledu konstrukce a použitých materiálů jde o nízkonákladovou pistolí, ale i přesto je MK III brána jako velmi spolehlivá a kvalitní zbraň. Daní za nízkonákladovou výrobu je složitější rozborka zbraně. Původně byla vyrobena za loveckými účely, ale svoji oblibu získala i u sportovních a rekreačních střelců. V případě České republiky se jedná výhradně o sportovní střelbu. Jak již bylo zmíněno v kapitole o revolveru Smith & Wesson – 500, je u nás zákaz lovu krátkou zbraní.

Dá se předpokládat, že díky velikosti nábojnice a zároveň i množství střelného prachu bude nalezených a detekovaných PZ nejméně ze všech námi zkoumaných zbraní. Na snímcích jde vidět, že většina PZ se po expanzi nachází před hlavní. Na prvním snímku je pozorovatelný primární záblesk, který na následujícím snímku zaniká ve formě přechodového záblesku. Rozptýl dýmu je soustředěn v menším rozsahu do vzdálenosti přibližně třiceti centimetrů.

Jelikož se jedná o samonabíjecí pistolí, tak dochází k vyhození prázdné nábojnice z nábojové komory. Ale na rozdíl od nábojů 9 mm Luger zde nejsou při vyhození patrné částice PZ. Jedná se spíše o velmi malé množství zplodin uniklých v zadní části zbraně, zejména tedy v prvopočátku výstřelu než při samotném nabíjení.



Obr. 24 Zachycení výstřelu pistole RUGER – MK III Hunter

5.7 Revolver Smith & Wesson – 500

Konstrukčně odlišnou krátkou zbraní se specifickým šířením PZ v průběhu střelby jsou revolvery. Jako zástupce velkých revolverů s exkluzivní silou a mohutným zábleskem, byl zvolen revolver Smith & Wesson – 500. Jedná se o revolver unikátních rozměrů a vlastností, který byl vyroben v USA a určen k lovu, hlavně tedy v USA. U nás je lov revolvery nebo všeobecně krátkými zbraněmi zakázán, díky čemuž je pro lov využíváno pušek. Pětistovka má ráži .500 S&W Magnum a je to největší známá ráže, která je pro civilní použití dostupná. Jde vůbec o jeden z nejsilnějších revolverů na světě. Existují také jiné varianty tohoto revolveru s rozdílnou délkou hlavně a použitím jiného náboje. Zpětný ráz této zbraně není na rozdíl od zvukového efektu doprovázející výstřel tak ohromující. Napomáhá tomu speciální rukojeť, dlouhá hlaveň a funkce kompenzátoru. Zpětný ráz je směřován spíše směrem dozadu než směrem nahoru. Váha zbraně je 2,02 kilogramu a revolverový válec má kapacitu 5 nábojů. Její úst'ová rychlost je 487,5 m/s. U nás je tato zbraň brána spíše jako sběratelský kus, stejně jako Desert Eagle.

Šíření PZ je u revolveru specifičtější a rozdílnější než u pistole. Velká část prachových a plynových částic se při expanzi uvolňuje kolem revolverového válce, kde v jeho přední části vzniká záblesk a z hlavně směřují pouze prachové a plynové částice se strelou kondenzačními parami. Na prvním obrázku zleva pozorujeme zahoření složky, počáteční expanzi střely a vznik primárního záblesku. Následný přechodový a sekundární záblesk v prostoru revolverového válce pozorujeme až na druhém snímku ve čtvrté řadě. Z toho

vyplývá dlouhý průběh přechodového záblesku před expanzí střely a sekundární záblesk doprovázející celý průběh výstřelu. Samotná expanze střely není na ústí hlavně doprovázena žádným ze stadií záblesku.

Závěrem lze říci, že šíření PZ u námi sledovaného modelu S & W 500 je v největší koncentraci hlavně v okolí zbraně, tedy na ruku a oděvu střelce. Při takovémto množství a koncentraci prachových a plynových částic není možné úplné shoření. Z tohoto důvodu se právě často při střelbě z této zbraně využívají rukavice. Množství PZ unikající společně se střelou hlavní je velmi těžké určit, a to zejména díky mohutnému záblesku, kvůli kterému musel být upraven jas záznamu. Lze ale předpokládat větší koncentraci oproti pistoli.



Obr. 25 Zachycení výstřelu pistole Smith & Wesson – 500

Jelikož u střelby z revolveru nedochází k vyhození prázdné nábojnice v průběhu střelby, ale až manuálně po střelbě, nelze tak zmapovat zbylé stopy PZ v závislosti na pohybu nábojnice. U revolverů prázdná nábojnice mění svoji polohu až v okamžiku dalšího nabití zbraně. V případě jednočinných revolverů jde o okamžik manuálního natáhnutí kohoutku, v případě dvojčinných pak o stisknutí spouště.

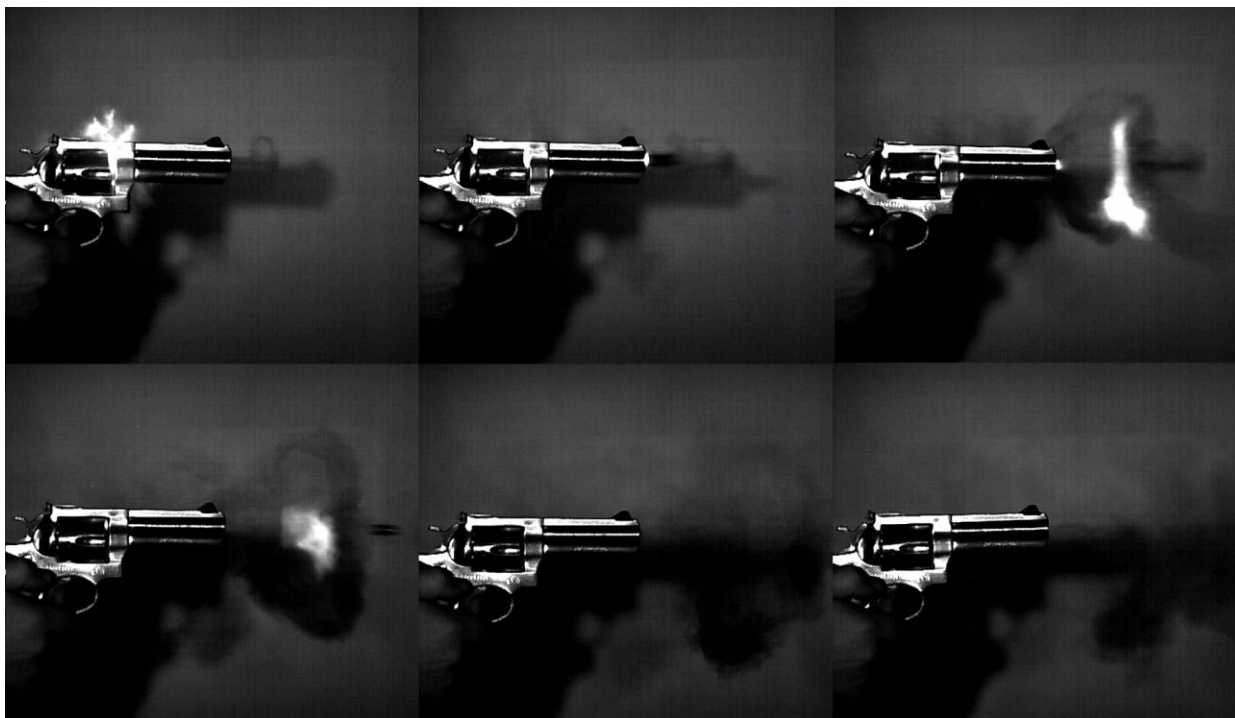
5.8 Revolver Ruger – GP 100

Zástupcem uživatelsky příjemnějších revolverů, určených k běžnému použití byl zvolen Ruger – GP 100. Jedná se o řadu dvojčinných revolverů s ráží .357 Magnum a vahou něco pod jeden kilogram. Tento revolver Americké zbrojovky je velmi známý jako nejpohodlnější revolver vůbec. Jedná se o střední velikost revolverů s délkou hlavně 102 milimetrů s polstrovanou rukojetí, která umožňuje opakovat střelbu poměrně rychle za sebou. Z konstrukčního hlediska jde o poměrně jednoduchý, ale robustní systém. Revolverový válec je uzpůsoben pro 6 nábojů.

Jak již bylo zmíněno, je u revolveru Smith & Wesson – 500 šíření PZ velmi specifické a odlišné než u pistolí. Hlavním aspektem je uložení nábojů v revolverovém válci s mnohem většími netěsnostmi, než nabízí nábojová komora u pistolí. Na rozdíl od revolveru S & W 500 dochází u námi sledovaného modelu GP 100 k hoření střelné složky i mimo revolverový válec, to znamená, že záblesk pozorujeme i před hlavní. Jedná se o revolvery s odlišnou ráží, tedy i s množstvím použitého střelného prachu a odlišnými jevy doprovázející výstřel. Na prvním obrázku vidíme primární expanzi projevující se před hlavní a sekundární expanzi v ústí revolverového válce. Sekundární expanze zaniká a vzniklý tlak uniká zejména 102 milimetrovou hlavní společně se střelou. Primární záblesk pozorujeme na druhém snímku zleva a zánik sekundárního záblesku přibližně ve vzdálenosti 10 centimetrů. PZ před hlavní se pohybují trychtýřovitě, ale odlišně než u pistolí.

V našem případě vzniká největší množství PZ v prostoru před hlavní, ale díky velkému tlaku a proudění plynů dochází k šíření PZ i zpětně. Na ruku střelce jsou detekovány PZ, které vznikají zejména v okamžiku prvotního zahoření a pak následně tlakovým vrácením. Je možné předpokládat větší koncentraci PZ v prostoru před hlavní, což je velmi dobře pozorovatelné na druhém snímku v druhé řadě. Tmavý oblak prachových částic vidíme

zvláště v dolní polovině snímku, v horní polovině snímku je pak výskyt těchto částic v mnohem řidší koncentraci.



Obr. 26 Zachycení výstřelu pistole Ruger – GP 100

Díky skvělým záběrům, pořízeným panem Ing. Zdeňkem Malánikem, za účelem zachycení funkce zbraně, bylo možné sestavit snímky mapující pohyb PZ v průběhu výstřelu. Byl pozorován velký rozdíl šíření zplodin u 6 pistolí a dvou revolverů. Na snímcích je možné vidět rozdílné šíření zplodin z kategoricky stejných zbraní. Závěrem lze říci, že každý model zbraně má své specifické znaky doprovázející výstřel, kdy ani u dvou modelově stejných zbraní nemusí být šíření zplodin totožné. Velmi zajímavé bylo pozorovat snímky zástupců nejsilnějšího revolveru a pistole, u nichž je výstřel doprovázen mohutnými optickými jevy. Rozptyl zplodin z velké míry záleží na konstrukci použitého náboje a příměsích ve střelném prachu. I když je snahou potlačení záblesku a co nejlepší hoření střelného prachu, nikdy nedojde k úplnému shoření a vždy budou výstřel z palné zbraně doprovázet PZ.

6 ZPŮSOB ZACHYCENÍ A DETEKCE PZ

Druhá kapitola praktické části se zabývá vývojem a konečným způsobu zachycení PZ pro vytvoření povýstřelových map. První podkapitola popisuje různé vyzkoušené varianty zachycení PZ a odůvodňuje zvolení té nejvhodnější. Další podkapitoly se zabývají použitou zbraní, náboji a podmínkami při měření. Poslední podkapitola pojednává o zvoleném způsobu detekce a záznamu.

Povýstřelové zplodiny je poměrně náročné zachytit, případně detekovat, a to právě díky své energii vzniklé při expanzi. Výzkumů, zabývajících se podobnou tematikou je málo, a spíše se zabývají složením PZ než samostatným rozptylem. Klíčové bylo, vymyslet způsob, jakým zachytit zplodiny viditelné lidským okem a zachovat je na stejném místě pro následné měření.

První pokusy byly neúspěšné, docházelo při nich k deformaci přípravku hned po několika výstřelech. Konstrukční varianty, které se ukázaly jako dostatečné, byly pro velké průměry hodně nákladné a zdaleka ne tak přesné. Prvotní myšlenkou bylo sestavení čtvercových krabic o různých průměrech, ale po důkladném uvážení byly zhotoveny tři válce o různých průměrech. Vnitřní strany válců byly opatřeny lepicí vrstvou na bílém podkladu, což umožňovalo detekovat přítomnost i na první pohled neviditelných prachových částic.

6.1 Způsoby zachycení PZ

Prvotním zkoumáním bylo nalezení vhodné varianty pro zachycení PZ. Po vyhodnocení několika pokusů byla k zachycení PZ zvolena metoda pomocí lepicí vrstvy na tvrdém podkladu. Propočítáním plochy, potřebné pro sestavení záchytných přípravků ukázalo, že pro smysluplné měření bude zapotřebí lepicí plocha o rozměru 5 metrů čtverečních. To znamenalo, že byla potřeba i stejná velikost dostatečně tvrdého a tvarovatelného podkladu. Proto byla zvolena varianta vlnité lepenky, která nejlépe splňovala dané požadavky. Její nevýhodou je, že u velkých průměrů nadržuje svůj tvar. Tento nedostatek se po několika pokusech podařilo vyřešit.

Další otázkou bylo zvolit nejlepší a zároveň i ekonomicky výhodnou variantu lepicí vrstvy. Z technologického i praktického hlediska nejlépe vycházely bílé lepicí etikety ve formátu A4, které byly nalepeny těsně vedle sebe na vlnitou lepenku. Spoje vzniklé lepením etiket v těsné blízkosti vedle sebe nehrály ve výsledném zkoumání díky minimu vzniklých mezer

skoro žádnou váhu. Velkou výhodou bylo, že dané etikety neměly viditelnou strukturu lepidla, což usnadňovalo výslednou detekci. Dále bylo zapotřebí zjistit, jaká bude nejlepší varianta pro připevnění etiket k lepence, tak aby vydržely tlakovou vlnu vzniklou výstřelem. Nejlépe se osvědčilo naředěné lepidlo určené pro lepení dřeva a kartonáže. První pokusy s oboustrannou lepicí páskou, upraveným lepidlem na tapety nebo klasickým lepidlem na papír se ukázaly pro tento výzkum jako nedostatečné nebo ekonomicky nereálné.

Etikety byly nalepeny lepicí vrstvou směrem ven o pásu širokém 100 centimetrů a dlouhém přes 5 metrů. Lepicí vrstva byla opatřena ochrannou fólií, která byla stržena až těsně před měřením. Na výrobu tohoto pásu bylo využito přibližně 110 kusů etiket formátu A4. Lepicí vrstva díky své čistě bílé barvě a minimální viditelné struktuře lepidla umožňovala dokonalý podklad pro určení přítomnosti PZ.

Pro stanovení maximálního doletu zplodin bylo zapotřebí, zhotovit pás s lepicí vrstvou dlouhý 8 metrů a široký 30 centimetrů. Pro toto měření bylo využito stejného postupu jako u předešlého sestavení lepicího pásu.

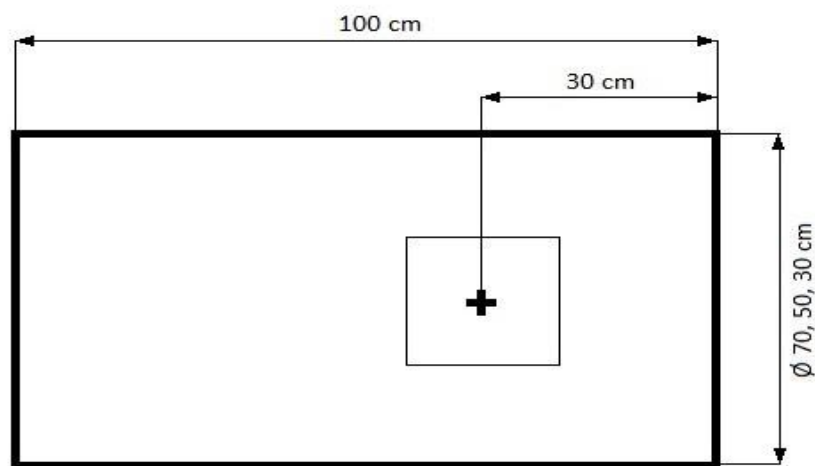
Posledním bodem měření bylo stanovení rozptylu PZ v prostoru za zbraní. To bylo stanoveno při prvních měřeních a následně ověřeno vytvořením lepicího rukávu o délce 90 centimetrů, navlečeného na ruku střelce spolu s rukavicí opatřenou totožnou lepicí vrstvou.

6.1.1 Konstrukce válců

Průměry válců byly určeny na 70, 50 a 30 centimetrů. Na válec o průměru 70 centimetrů bylo použito 230 centimetrů z vytvořeného lepicího pásu. Pro sestavení válce o průměru 50 centimetrů bylo potřeba 170 centimetrů z lepicího pásu. Na válec nejmenší o průměru 30 centimetrů bylo použito 105 centimetrů z lepicího válce, které bylo potřeba díky silnější tlakové vlně zpevnit další vrstvou.

K samostatné konstrukci válce byly použity pružné polykarbonátové komorové desky a železné obruče o požadovaných průměrech. Pružnost komorového polykarbonátu byla využita při stočení do válců o třech průměrech a zajištěna před rozvinutím železnými obručemi. Tyto obruče hrály značnou roli pro zpevnění a zachování kruhového tvaru při manipulaci a následné střelbě.

Do sestavených válců byly vloženy pásy s lepicí vrstvou a připevněny pomocí ruční sponkovačky ke konstrukci. Těsně před měřením byla z lepicí vrstvy odstraněna ochranná folie a ve válci zakresleny sektory využívané pro následné měření. Také byly vyměřeny orientační body pro polohu zbraně ve válci v průběhu výstřelů. Vzdálenost středu zbraně od zadní hrany válce byla určena na 30 centimetrů.



Obr. 27 Řez válce pro záznam PZ

6.2 Použitá zbraň, náboje a podmínky výstřelu

K měření byly poskytnuty prostory, zbraň a náboje společností TRIGGER Service s.r.o se sídlem v Brně. První pokusy, které se zaměřovaly na stanovení ideálních rozměrů válce a dostatečně pevné konstrukce, byly prováděny v prostorách venkovní střelnice. Bylo důležité, zajistit 100 procentní funkčnost a stabilitu pro všechny tři průměry válce a vyhodnocení nejvhodnějšího materiálu pro jejich výrobu.

Volba zbraně a nábojů byla ovlivněna mnoha aspekty, například četností prodeje, použitím a v poslední řadě povědomím široké veřejnosti o této zbraně.

6.2.1 Použitá zbraň a náboje

Zvolenou zbraní byl výrobek České zbrojovky CZ 75D Compact ráže 9mm Luger. Důvodů pro volbu tohoto modelu zbraně bylo hned několik. Jedním z nich byl, že se jedná o nejčastěji používanou pistoli pro obranu v České republice. Dalšími důvody bylo množství prodaných a legálně držných kusů u nás. Jak již bylo zmíněno, jednalo se o verzi

Compact, což je označení pro modely menších rozměrů určených především k sebeobraně a běžnému nošení u ozbrojených složek. Místa úniku PZ u tohoto modelu byla zkoumána stejně jako expanze střely v kapitole 5.1 Pistole CZ 75.

Volba nábojů byla jasná, jednalo se o továrně vyráběné Sellier&Bellot ráže 9 mm LUGER, se střelou typu FMJ. FMJ je označení pro celoplášťovou střelu s olověným jádrem, která se vyznačuje svou průbojností a nízkou deformací v cíli. To znamená, že zasaženou osobou střela projde, aniž by poničila okolní tkáň. Tato vlastnost není u použití zbraně pro obranu žádoucí, ale díky spolehlivosti náboje je ideální pro naše měření. Pro obranu je žádoucím jevem deformace a brzdění střely v cíli, ten nabízí například poloplášťové střely s obnaženým olověným jádrem, tupým nebo špičatým hrotem, tvarovou dutinou nebo šokovým hrotem. Existují také celoplášťové střely s vysokým ranivým účinkem, to ale nelze na první pohled na rozdíl od poloplášťových rozeznat. Z legislativního hlediska je vhodnost použité střely pro obranu velmi diskutabilním tématem a pohled každého se může lišit.

Váha použité střely je 115 grs, to odpovídá 7,5 gramům a její plášť je z CuZn30. Hmotnost celého náboje je 12,5 gramů při velikosti 29,69 mm a použití mosazné nábojnice. Úst'ová rychlost, kterou je schopna tato střela vyvinout je 390 m/s a to o maximální energii 570.

6.2.2 Podmínky výstřelu

Pro přesné měření bylo potřeba zajistit stálé podmínky po celou dobu střelby. Ideálními prostory, poskytnutými pro měření byly prostory, nacházející se v krytých útrokách střelnice TRIGGER Service s.r.o v Brně, přesněji ve střelnici s označením B. Střelnice B je určena k akčnímu způsobu střelby z pistolí a revolverů s mnoha variantami střelby. Disponuje 15 metrů dlouhou střeleckou plochou a dostatečně velkým zázemím. V našem případě se jednalo o ideální prostory pro přípravy a měření.

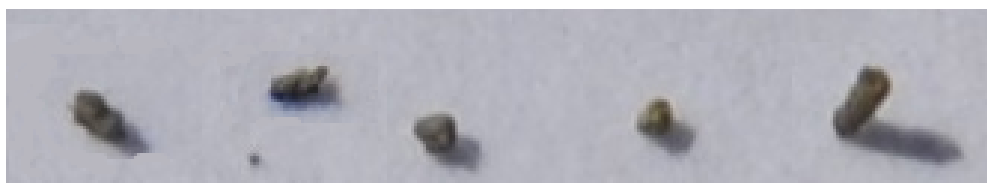
Místnost byla klimatizována, tedy i vnitřní podmínky ve střelnici byly stálé, s teplotou 18°C.

6.3 Způsob detekce PZ

Detekovat přítomnost PZ je velmi technologicky náročné, a proto bylo úkolem měření zmapovat a zjistit přítomnost PZ viditelných lidským okem. Z tohoto důvodu bylo nutné,

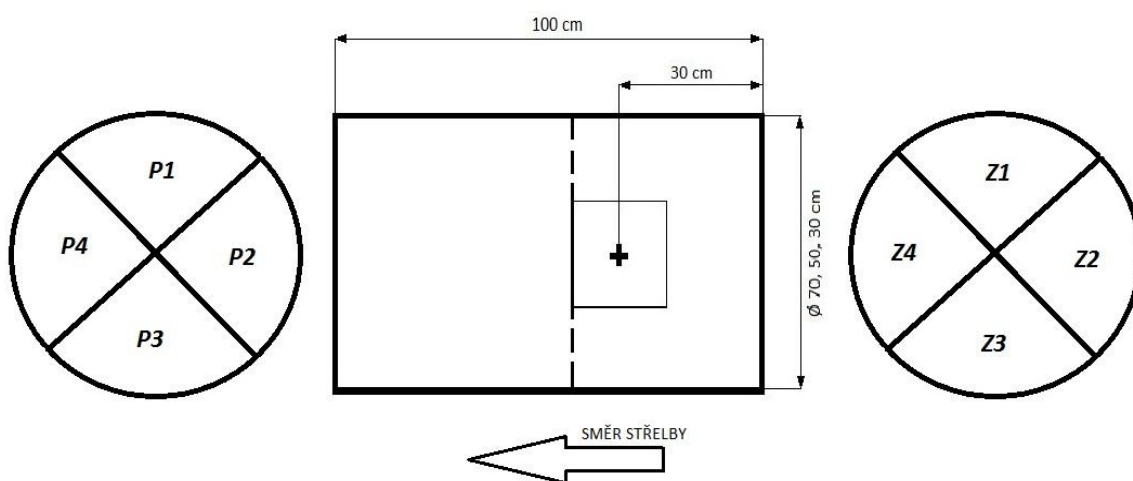
zajistit co nejlépejší jednotný podklad, který usnadňoval rozpoznání prachových částic. V našem případě se jednalo o bílé lepicí etikety.

Samotná detekce PZ probíhala nasvícením podkladu bílým světlem, aby díky vrženému stínu bylo možné jasně určit přítomnost PZ. Setkával jsem se s částicemi dobře viditelnými pouhým okem, ale také s částicemi složitě identifikovatelnými pod lupou. Prachových částic bylo při detekci nalezeno poměrně hodně, a to o různých tvarech a velikostech. Mezi nalezenými částicemi se z větší části jednalo o zrnka nespáleného střelného prachu.



Obr. 28 Příklad tvaru nalezených PZ

Stanovení množství PZ probíhalo ve třech válcích, jak již bylo zmíněno v kapitolách výše. Každý válec byl rozdělen na 8 sektorů, na čtyři v přední části před ústím hlavně a na čtyři sektory v zadní části za zbraní. Prostor před zbraní byl dlouhý 60 centimetrů s označením P1 až P4 ve směru hodinových ručiček. Prostor za zbraní byl dlouhý 40 centimetrů s označením Z1 až Z4. U všech tří průměrů válců šlo o stejné délky a rozdělení sektorů. Poloha zbraně ve válci byla po dobu všech výstřelů přibližně stejná.



Obr. 29 Rozdělení sektorů ve válcích

Podle daného náboje bylo určeno možné složení PZ pocházející z ráže 9 mm Luger. Tyto zplodiny by měly obsahovat stopové množství nebo kombinace prvků Pb, Sb, Ba, Cu, Zn, Sr, Si a K. Podle použité celoplášťové střely lze říci, že z pláště pocházely prvky Zn a Cu.

Na základě poznatků zjištěných v předchozí kapitole byly zvoleny stanoveny tři průměry pro sestavení záchytných válců. Jelikož bylo k detekci využíváno lidské oko nikoli speciálních přístrojů, mohou být zjištěné údaje zkreslené. Pro eliminaci nežádoucích faktorů se podařilo zajistit ideální podmínky ke střelbě v kryté střelnici TRIGGER Service s.r.o. v Brně a záchytné zařízení s dostatečně silnou a nezkreslující lepicí vrstvou. Měření bylo prováděno průměrováním dvou na sobě nezávislých výsledků.

7 NAMĚŘENÉ VÝSLEDKY

V této kapitole jsou vyhodnoceny naměřené výsledky pro tři průměry záchytných válců, stanovení maximálního doletu PZ a zmapování šíření prachových částic v prostoru za zbraní.

Podle konstrukce dané zbraně bylo možné předem předpokládat hlavní místa výskytu PZ. Z výsledků vyplývá, že velký vliv na množství nalezených částic měl průměr daného válce. Ve všech třech případech bylo nejvíce nalezených prachových částic v prostoru pod zbraní o rozměrech 30x30 centimetrů.

Měření proběhlo vždy po jednom výstřelu, poté následovaly další čtyři výstřely. Celkově tedy porovnáváme množství nalezených zplodin po jednom a po pěti výstřelech. Na první pohled by se tyto údaje mohly zdát podobné a dalo by se říci, že počet nalezených zplodin se každým výstřel násobí, ale ne vždy tomu tak bylo. Do jisté míry mohl být tento jev zapříčiněn tlakovou vlnou vzniklou po každém výstřelu, kde mohlo dojít k pohybu zachycených částic z předešlého výstřelu. Mezi každou střelou byly dodržovány mezery, z důvodu uklidnění vzduchu a stabilizování zbraně v dané střelecké poloze. Na ústí válce byl dobře pozorovatelný výfuk plynových a prachových částic nezachycených ve válci.

Nalezené částice byly spočítány a vyjádřeny procentuelně, kde celek 100% tvořily všechny částice nalezeny v daných čtyřech sektorech. Výsledky byly zprůměrovány ze dvou nezávisle na sobě stanovených hodnot od dvou osob. Je nutné podotknout, že se tyto dvě hodnoty od sebe lišily maximálně v řádech několika procent, kdy maximální rozdíl činil 8 procent. Po záznamu počtu nalezených zplodin byly vytvořeny mapy zakreslením plochy míst se zplodinami. Při zmenšování průměru válce byl zpozorován nárůst tlaku na ústí válce, což mělo za následek méně zachycených zplodin ve válci. Zjištěné hodnoty jsou tedy částečně zkreslené, protože v normálních podmínkách se střelbou ve válcích nesetkáme. Válec funguje v podstatě jako zesilovač a to bylo dobře slyšitelné při střelbě ve válci i mimo něj. S klesajícím průměrem docházelo ke zvýšení intenzity hluku při výstřelu.

7.1 Naměřené výsledky ve válci Ø 70cm

Největší plochou pro stanovení map byl válec o průměru 70 centimetrů. Z toho vyplývá, že zjištěné procento nalezených zplodin by se nacházelo na předmětech nebo osobách po stranách ve vzdálenosti okolo pětatřiceti centimetrů od zbraně.

Díky poměrně velkému prostoru kolem zbraně docházelo k padání větších částic směrem dolů a v případě lehčích částic k zachycení po stranách. Nejvíce nalezených částic po prvním výstřelu bylo v prostoru pod zbraní.

V přední části, tedy části před zbraní byly hodnoty po prvním a pátém výstřelu přibližně stejné a to 78% a 79%. Kromě nárůstu množství se poloha částic lišila jen minimálně. Nejvíce zplodin bylo zachyceno v sektoru P3, který odpovídá dolní částic. Na bočních stranách bylo zachyceno přibližně stejné procento zplodin, na rozdíl od horní části P1, kde bylo nalezeno minimum okem viditelných prachových částic.

Ø 70cm	P1	P2	P3	P4
1 výstřel	2%	10%	78%	10%
5 výstřelů	1%	10%	79%	10%

Tab. 4 Naměřené výsledky pro přední část válce o průměru 70 cm

Pro následné vytvoření map byly směrodatné hodnoty, zjištěné v zadní části válce, tedy hodnoty zjištěné v prostoru za zbraní. Zplodiny v tomto prostoru pocházely nejčastěji z nábojové komory, netěsností zbraně a z doby pohybu závěru dozadu při vyhazování prázdné nábojnice. Další zplodiny se zde vyskytovaly vlivem zpětného rázu zbraně, kdy dochází k pohybu směrem vzhůru a dozadu. Válce fungovaly částečně jako zástěna před zplodinami vracejícími se vlivem tlakových vln v místnosti.

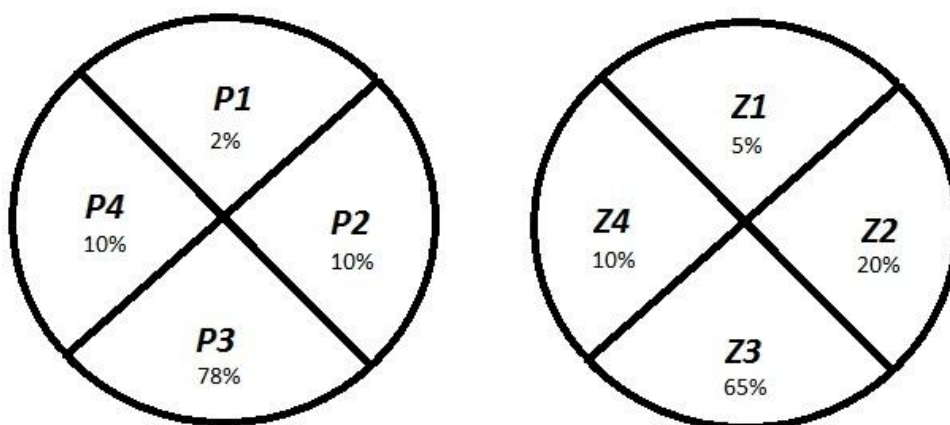
Ø 70cm	Z1	Z2	Z3	Z4
1 výstřel	5%	20%	65%	10%
5 výstřelů	5%	20%	70%	5%

Tab. 5 Naměřené výsledky pro zadní část válce o průměru 70 cm

Po prvním výstřelu bylo pozorováno mnohem menší procento zplodin v sektorech před zbraní než za zbraní přibližně v poměru 6 ku 1. Největší procento zplodin v zadní části bylo nalezeno v sektoru Z3, což odpovídá 65% všech zplodin v zadní části. To nám dokazuje, že zplodiny jdoucí směrem za zbraň nemají tak velkou energii jako zplodiny před zbraní. Další místo nálezu zplodin odpovídalo sektoru Z2, což odpovídá pravé straně zbraně, kde se nachází vyhazovací okno z nábojové komory. V tomto sektoru bylo nalezeno přibližně 20% zplodin soustředěných pouze na jedno místo. V horní části bylo

nalezeno minimum zplodin, z čehož vyplývá, že zplodiny ze zbraně jdou maximálně do výšky přibližně 35 centimetrů, většina větších zplodin padá tedy směrem dolů.

Celkové průměrné výsledky je možné dobře vidět na Obr. 30. Výskyt zplodin ve válci o průměru 70 cm. Zpětně lze říci, že velké množství zplodin neopustí zbraň po stranách ve větším rozptylu než 70 centimetrů. Do větších vzdáleností se dostane jen malé množství zplodin, kdy se především jedná o menší a lehčí částice. Ve venkovních podmínkách lze předpokládat, že tyto vzdálenosti vlivem proudění vzduchu mohou být úplně jiné. Vzdálenosti doletu PZ před a za zbraní jsou stanoveny v kapitole 7.4 Zmapování PZ v prostoru za zbraní a 7.5 Stanovení maximálního doletu PZ.



Obr. 30 Výskyt zplodin ve válci o průměru 70 cm

Závěrem lze říci, že válec o průměru 70 centimetrů měl minimální vliv na tlak vzniklý při výstřelu a tudíž naměřené hodnoty byly po dobu všech výstřelů stabilní. Z měření vyplynulo, že zplodiny jdoucí do prostoru nad zbraň jen minimálně dosahují vzdálenosti 35 centimetrů. Dále se potvrdila domněnka o zachycení PZ v prostoru vyhazovacího okénka a o rychlém klesání velkých prachových částic na ústí hlavně

7.2 Naměřené výsledky ve válci Ø 50cm

Střední průměr pro zmapování PZ byl 50 centimetrů, tedy přibližně 25 centimetrů kolem zbraně. Tento průměr byl podle studie pohybu PZ u zbraně CZ 75 D určen jako stěžejní. Byly očekávány rozdílné hodnoty jako u průměru 70 centimetrů, kdy se tento názor také potvrdil.

Velmi zajímavým zjištěním byla poměrně vyrovnaná vysoká hodnota vertikálního rozptylu v přední část válce. Jen minimální procento zplodin bylo zachyceno po stranách. Horní

sektor P1 obsahoval po prvním výstřelu 35% a po pěti výstřelech 30% celkových zplodin v přední části. Ve spodním sektoru P3 bylo nalezeno po prvním výstřelu 55% a po dalších čtyřech výstřelech 60% z nalezených zplodin. Zvýšení množství zplodin ve spodní části po 5 výstřelech je pochopitelné, z důvodu tlakové vlny každého výstřelu beroucí s sebou špatně přichycené částice. Po stranách bylo nalezeno přibližně stejné množství zplodin, ale ve velmi malé koncentraci oproti původnímu očekávání. Zjištěné hodnoty nám ukázaly, že expanzní rozptyl před zbraní má eliptický tvar. To mohla mít za příčinu konstrukce zbraně, ale také nezjištěný tlakový efekt ve válci.

Ø 50cm	P1	P2	P3	P4
1 výstřel	35%	5%	55%	5%
5 výstřelů	30%	5%	60%	5%

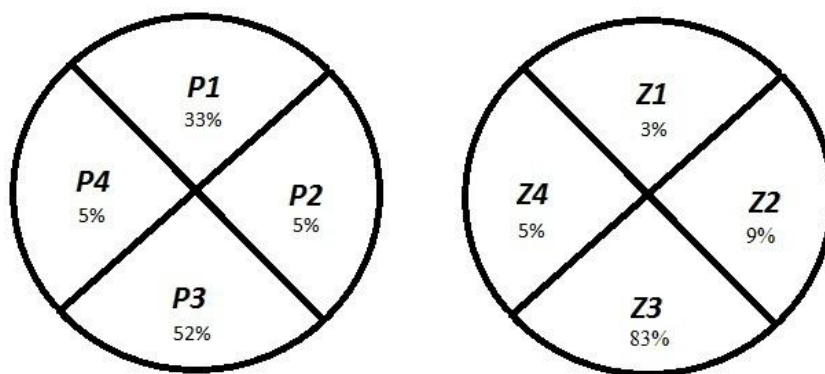
Tab. 6 Naměřené výsledky pro přední část válce o průměru 50 cm

V zadní části válce se jednoznačně nacházela největší koncentrace zplodin a to v sektoru Z3, který odpovídá prostoru pod zbraní. Po prvním výstřelu bylo nalezeno 81% ze všech nalezených částic a po následujících čtyřech výstřelech o pět procent více. Velmi zajímavé je, pozorovat množství zplodin po stranách, které je poměrově úplně odlišné od zplodin v prvním větším válci. Zplodiny po stranách mají hodnotu 10% a 6% po prvním výstřelu a 8% a 4% po pěti výstřelech, což vypovídá o šíření zplodin i z pravé strany zbraně. V horním sektoru Z1 bylo nalezených částic opravdu hodně málo.

Ø 50cm	Z1	Z2	Z3	Z4
1 výstřel	3%	10%	81%	6%
5 výstřelů	2%	8%	86%	4%

Tab. 7 Naměřené výsledky pro zadní část válce o průměru 50 cm

Závěrem měření ve válci o průměru 50 centimetrů lze říci, že byl zjištěn tvar rozptylového obrazce před zbraní, který podle výsledků není kruhový, ale válcový. I u tohoto průměru bylo zjištěno, že většina PZ v prostoru za zbraní nemá dostatečnou energii vyletět do velké výšky, a proto padají do spodní části.



Obr. 31 Výskyt zplodin ve válci o průměru 50 cm

7.3 Naměřené výsledky ve válci Ø 30cm

Nejmenším průměrem, který je možný pro ne příliš zkreslené výsledky použít, je 30 centimetrů. To odpovídá necelým patnácti centimetrům prostoru kolem osy hlavně. Díky takto malé vzdálenosti můžeme předpokládat nález PZ v přední části rovnoměrně rozmístěných po celé ploše válce. Hned první výstřel potvrdil tuto domněnku a ukázalo se, že opravdu v každém sektoru bylo přibližně 25% přítomných zplodin. Po pěti výstřelech zůstává situace poměrně stejná, pouze se nepatrně zvýšila koncentrace PZ ve spodním sektoru P3.

Ø 30cm	P1	P2	P3	P4
1 výstřel	25%	25%	25%	25%
5 výstřelů	24%	24%	28%	24%

Tab. 8 Naměřené výsledky pro přední část válce o průměru 30 cm

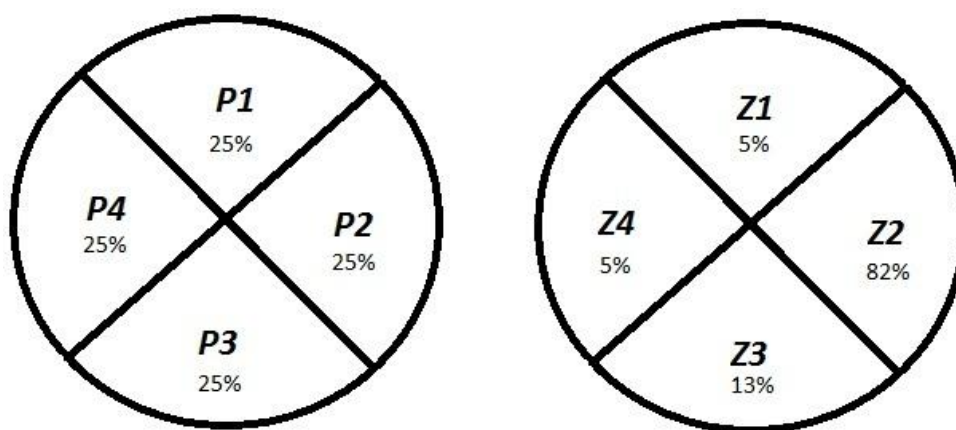
Na rozdíl od přední části, kde byly zplodiny rovnoměrně rozvrženy, tak v zadní části jsou výsledky odlišné. Nejvíce zplodin bylo nalezeno v sektoru Z2, který odpovídá pravé straně zbraně. Zplodiny v této části pocházejí hlavně ze chvíle, kdy dochází k pohybu závěru dozadu a vyhození nábojnice. Po prvním výstřelu bylo zaznamenáno 80% zplodin a po dalších výstřelech se hodnota snížila na 75%. V sektoru Z3 je o poznání méně zplodin jako u ostatních válců. Po prvním výstřelu to bylo 10% a 15% po dalších čtyřech výstřelech.

V nejmenším průměru bylo nalezeno celkově nejméně PZ ze všech válců. Celkově můžeme konstatovat, že čím menší průměr, tím méně nalezených PZ, znamená tedy i větší

tlak na ústí válce. Z výsledku lze vyčíst, že rozptyl při průměru 30 centimetrů je rovnoměrný a svůj kruhový tvar v elipsu mění až v rozmezí 30 a 50 centimetrů.

Ø 30cm	Z1	Z2	Z3	Z4
1 výstřel	5%	80%	10%	5%
5 výstřelů	5%	75%	15%	5%

Tab. 9 Naměřené výsledky pro zadní část válce o průměru 30 cm



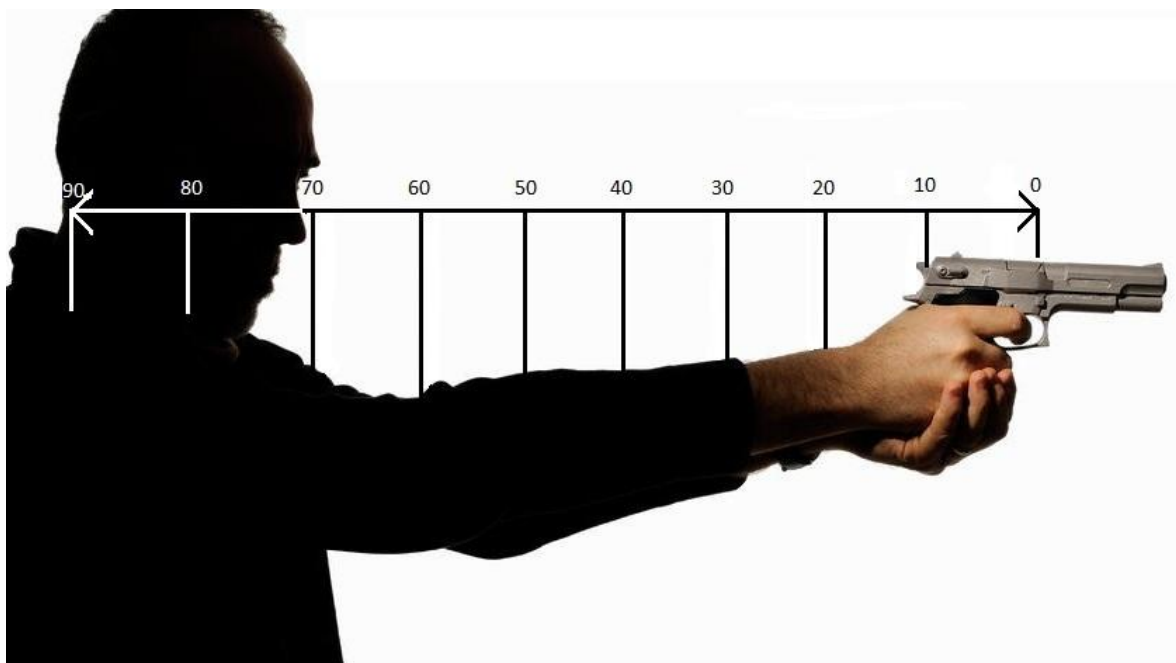
Obr. 32 Výskyt zplodin ve válci o průměru 30 cm

7.4 Zmapování PZ v prostoru za zbraní

Dalším záměrem práce bylo zmapování PZ jdoucích při výstřelu směrem za zbraní. Tyto údaje byly velmi důležité pro zjišťování PZ ze střelce, případně přítomných osob kolem. PZ v tomto prostoru nejčastěji pocházely ze chvíle, kdy docházelo k vyhození prázdné nábojnice, pohybu závěru dozadu a zpětnou tlakovou vlnou vzniklou při expanzi. Další možností šíření zplodin za zbraní bylo při zpětném rázu, tedy pohybu zbraně směrem nahoru a dozadu. Tuto příčinu lze ovlivnit použitou zbraní a schopností střelce korigovat zpětný ráz. Plynové a prachové částice jdoucí směrem za zbraň nemají tak velkou počáteční energii jako částice expandující společně se střelou z hlavně. Díky tomu je pohyb částic více ovlivňován okolními podmínkami.

Měření PZ probíhalo ze stejné zbraně jako v předešlých případech i ze střeleckého postoje, pouze s rozdílem střelby jednoruč. Střelecký postoj je u každého odlišný ve vztahu na tělesnou stavbu, pohodlí a také osobní styl. Vzdálenosti byly měřeny od ústí vyhazovacího

okénka na člověku s výškou 179 centimetrů. Na ruku střelce byla navlečena trubka pokrytá z vnější strany bílou lepicí vrstvou a zakončena plochou pro zachycení zplodin letících do vzdálenosti více než 90 centimetrů. Pistole byla uchycena v rukavici s lepicí vrstvou na hřbetu ruky.



Obr. 33 Vzdálenost doletu PZ v poměru ke střelci

Na vytvořené záchytné ploše bylo nalezeno přibližně 377 okem viditelných částic různých velikostí. Z naměřených výsledků vyplývá, že větší část PZ je nalezena v prostoru zápěstí, tedy do vzdálenosti 20 centimetrů od ústí vyhazovacího okénka a to přibližně 290, což odpovídá 77,4 % nalezených částic při tomto měření. S přibývajícím vzdáleností množství zplodin rychle klesá a v rozmezí 70 až 90 centimetrů bylo nalezeno pouze 6 okem viditelných prachových částic.

Vzdálenost (cm)	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	60-70	70-80	80-90
Počet okem viditelných částic	200	90	36	25	12	8	4	2
Celkový poměr PZ	53,40%	24%	9,50%	6,60%	3%	2%	1%	0,50%

Tab. 10 Pohyb PZ v prostoru za zbraní

Měření potvrzuje již předem zjištěné výsledky rozptylu ve válcích. Zplodiny pohybující se za zbraní mají malou energii a bez okolních vlivů se nedostanou do větší vzdálenosti než 90 centimetrů. Tedy často nalezené zplodiny ve vlasech nemusí zákonitě zaručovat, že se jedná o střilející osobu, jelikož zplodiny do vlasů mohou být dostány okolními vlivy. Jelikož se jedná o velmi malé a lehké částičky, je jejich šíření možné v podstatě kamkoliv. V případě použití jiné zbraně, náboje nebo střelby v leže, může být chování zplodin i v prostoru za zbraní odlišné. Dolet PZ za zbraní je do velké míry ovlivněn i postojem střelce.

7.5 Stanovení maximálního doletu PZ

Úkolem bylo, stanovit maximální dolet PZ, kdy předpokládaná vzdálenost doletu byla mezi dvěma a třemi metry. Vždy je nějaké množství PZ vázané na střelu, a proto jsou nalezeny zplodiny i ve vzdáleném cíli. Měření probíhalo dvakrát v leže po pěti výstřelech na vzdálenost osmi metrů. Prvních pět výstřelů bylo rozhodujících pro vzdálenost do tří metrů, dalších pět pro vzdálenost do osmi metrů. K měření vzdálenosti nula až pět metrů bylo využito pěti metrového pásu s bílou lepicí vrstvou o šířce 30 centimetrů. Vzdálenost od pěti do osmi metrů byly zajištěna záchytnými čtverci o rozměrech 30x30 centimetrů, které byly rozmístěny v 50 centimetrových intervalech od sebe. Bylo využito stejné zbraně a nábojů jako při ostatních měřeních.

Prvotní výstřely ukázaly, že dolet PZ za ideálních podmínek je mnohem větší než se předpokládalo. Měření probíhalo od ústí hlavně a ze zjištěných hodnot lze vyčíst i přibližný tvar expanzního obrazce před zbraní. Od ústí hlavně do 55 centimetrů byla nízká koncentrace okem viditelných PZ a to přibližně 50 prachových částiček, což odpovídá 10% ze všech nalezených částic ve vzdálenosti do 8 metrů. Nejvíce zplodin bylo nalezeno v rozmezí 55 až 240 centimetrů od ústí hlavně. V tomto rozmezí se nacházelo přibližně 325 okem viditelných částic a to odpovídá 65% ze všech nalezených částic. Ve vzdálenosti od 240 do 320 centimetrů se nacházelo přibližně 20% ze všech prachových částic. Dalším měřeným úsekem bylo rozmezí 320 až 425 centimetrů, kde docházelo k velkému úbytku nalezených částic. Maximální dolet byl stanoven na vzdálenost 425 centimetrů od ústí hlavně, ale v této vzdálenosti se jednalo vyloženě o pár menších částic.

Vzdálenost (cm)	0-55	55-240	240-320	320-425	425-800
Počet okem viditelných částic	50	325	100	25	0
Celkový poměr PZ	10%	65%	20%	5%	0%

Tab. 11 Vzdálenosti doletu PZ před ústím hlavně

Volba střelby v leže mohla do určité míry ovlivnit výsledky, ale pro účely měření byla určena jako nejpřesnější. Hlavním aspektem bylo minimalizování okolních vlivů, které by mohly působit na prachové a plynové částice v případě dopadu z větší výšky. Nevýhodou byla však možná tlaková vlna ve vztahu k blízké zemi, tato domněnka se nijak viditelně neprojevila. Částice byly snímány pouze v šířkovém rozsahu 3 centimetrů na délce 8 metrů. Na této ploše se podařilo zachytit dostatečně velké množství částic pocházejících z deseti výstřelů. Maximální dolet okem viditelných částic byl stanoven na 425 centimetrů. Nejvíce prachových částic bylo nalezeno ve vzdálenosti 55 až 240 centimetrů od ústí hlavně. V případě střelby ve stoje by se tyto hodnoty mohly lišit, především poletováním částic vlivem okolních podmínek.



Obr. 34 Střelba v leže pro určení maximální vzdálenosti doletu PZ

Stejně tak i doletové vzdálenosti můžou být při použití jiné zbraně nebo náboje úplně odlišné. Oproti původním předpokladům bylo dosaženo mnohem většího doletu a to hlavně z důvodu zvoleného stylu střelby a důmyslného způsobu zachycení prachových částic.

Závěrem sedmé kapitoly lze říci, že se potvrdily počáteční obavy se zvyšováním tlaku při zmenšování průměru, který mohl do určité míry ovlivnit naměřené výsledky. Celkově můžeme konstatovat, že čím menší průměr, tím méně nalezených PZ, znamená tedy i větší tlak na ústí válce. Válec o průměru 70 centimetrů měl minimální vliv na tlak vzniklý při výstřelu, na rozdíl od nejmenšího průměru, kde byl pozorován rapidní pokles množství

nalezených zplodin. Bylo zjištěno, že zplodiny jdoucí do prostoru nad zbraní, dosahují vzdálenosti mezi 25 a 35 centimetry. Dále byl stanoven tvar rozptylového obrazce před zbraní na eliptický nikoli na kruhový. Elipsa v užším místě dosahuje průměru minimálně 30 centimetrů a v širším místě pak minimálně 50 centimetrů.

Měření rozptylu PZ v prostoru za zbraní potvrdilo již předem zjištěné výsledky rozptylu ve válkách, kdy zplodiny pohybující se za zbraní mají malou energii a bez okolních vlivů se nedostanou do větší vzdálenosti než 90 centimetrů. V případě použití jiného střeleckého stylu, zbraně nebo náboje mohou být naměřené hodnoty diametrálně odlišné, stejně tak i vlivem okolních podmínek.

8 POVÝSTŘELOVÉ MAPY

Hlavním výstupem této práce bylo sestavit povýstřelové mapy pro tři odlišné vzdálenosti od osy hlavně. K vytvoření map bylo využito střelby ve válcích o průměrech 70, 50 a 30 centimetrů. Mapa byla sestavena zakreslením míst s největším výskytem zplodin a následným rozvinutím válce pro lepší záznam. Mapy obsahují osy, pro rozdělení do sektorů odpovídající naměřeným hodnotám v kapitole 7 Naměřené výsledky. Každý větší výskyt zplodin je výrazně zaznačen a má přiděleno odpovídající číslo. Mapy byly vytvořené vždy po pěti výstřelech a mezi každým výstřelem došlo docházelo k vycentrování zbraně na počáteční pozici.

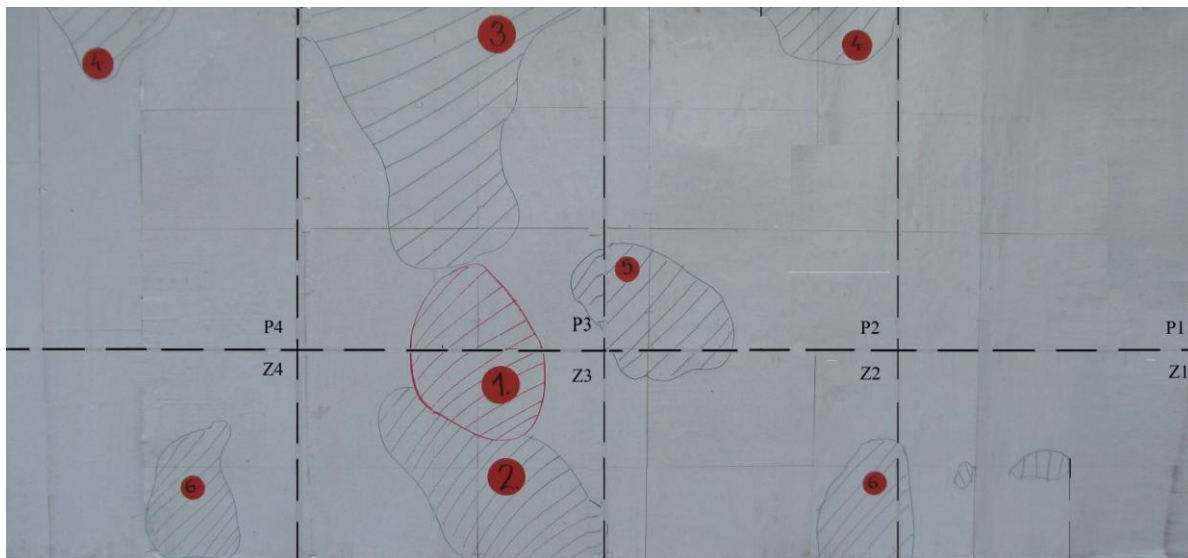
Místo nacházející se přímo pod zbraní, je vždy označeno číslem jedna a zaznačeno červeně v sektorech P3 a Z3. Dále v sektoru P3 je zaznamenán prostor před zbraní a označen číslem dva. Jedná se vždy o hlavní místo výskytu PZ. V sektor Z3 je vidět prostor za zbraní a označen číslem tři. Další číselné označení je pro každou mapu individuální ve vztahu k velikosti zaznačeného prostoru.



Obr. 35 Příklad sestavených povýstřelových map ve válci

8.1 Povýstřelová mapa pro průměr 70 centimetrů

Největší mapa byla sestavena z válce o průměru 70 centimetrů. Její celková plocha je 2,3 m² s rozměry 230 x100 centimetrů. Mapa zachycených zplodin odpovídá vzdálenosti 35 centimetrů kolem osy hlavně. Mapa se skládá z devíti označených ploch, očíslovaných 1 až 6. Číslování daných plochy bylo určeno podle své velikosti, důležitosti a hustoty nalezených částic.



Obr. 36 Povýstřelová mapa pro průměr 70 centimetrů

Tři největší plochy mapy se nacházejí v sektorech P3 a Z3, což jsou sektory v prostoru pod zbraní. Červeně ohraničená plocha s označením jedna značí prostor v těsné blízkosti pod zbraní o přibližné rozloze 754 cm². Sousedící plocha s označením dva má rozlohu 807,9 cm² a pokračuje mimo mapu. V zadních sektorech byly nalezeny další čtyři menší plochy o celkové rozloze přibližně 700 cm². Všechny zplodiny nalezené v zadních sektorech pochází z netěsností zbraně, zpětného rázu při expanzi střely, pohybu závěru a vyhození prázdné nábojnice.

Největší zasažená plocha celé mapy se nachází v předních sektorech a je označena číslem tři. Celkový rozsah této plochy je 1374,43 cm² a byl ovlivněn velkým průměrem válce, kdy docházelo ke klesání částic směrem dolů dříve, než došlo k zachycení. V přední části byly nalezeny dvě další menší plochy označené číslem čtyři se společnou rozlohou 377 cm². V horní části válce, tedy v sektoru P1 nebylo nalezené dostatečné množství zplodin pro vytvoření mapového obrazce. Všechny PZ v předních sektorech doprovázely střelu při

výletu z hlavně, kromě zplodin zachycených v prostoru 5, které pochází z nábojové komory a vyhozené prázdné nábojnice. Tento prostor má velikost 592,46 cm².

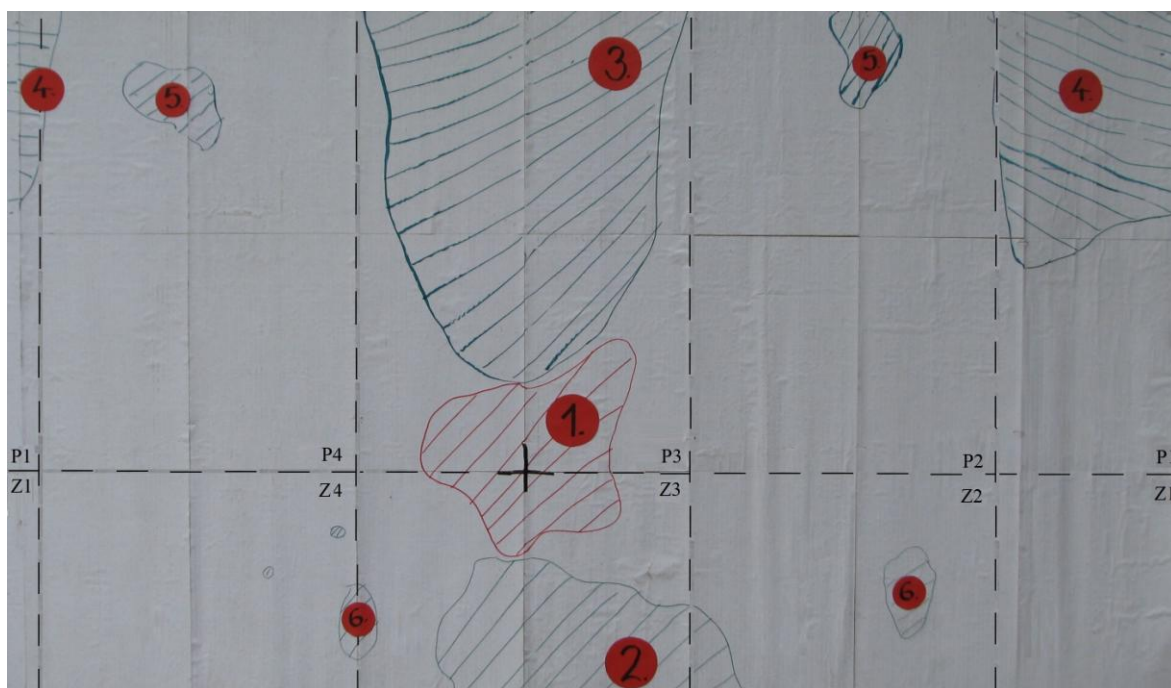
Mapa	1	2	3	4	5	6	Celkem
Plocha [cm ²]	754,04	807,9	1373,43	377,02	592,46	673,25	4578,1

Tab. 12 Plocha map pro průměr 70 cm

Mapa s největší plochou byla pokryta prachovými obrazci přibližně z 20 %. Díky tomu, že byl průměr válce větší než zjištěný průměr rozptylu PZ před zbraní, nebylo po stranách válce nalezeno velké množství okem viditelných částic. Jejich největší část byla nalezena ve spodních sektorech záchytného válce. Bylo zjištěno, že k největšímu rozptylu zplodin docházelo až mimo válec, tedy ve vzdálenosti větší 70 centimetrů.

8.2 Povýstřelová mapa pro průměr 50 centimetrů

Střední rozměr pro zhotovení mapy byl určen o průměru 50 centimetrů. Zhotovená mapa odpovídá vzdálenosti 25 centimetrů kolem osy hlavně. Její délka je 170 centimetrů, šířka 100 centimetrů a celková plocha 1,7 m². Mapa se skládá z devíti označených ploch, očíslovaných 1 až 6. Číslování daných ploch bylo určeno podle své velikosti, důležitosti a hustoty nalezených částic.



Obr. 37 Povýstřelová mapa pro průměr 50 centimetrů

Rozvržení povýstřelových ploch není tak jednoznačné jako u předešle mapy. Číslem jedna je označen červený prostor pod zbraní, s rozlohou 618,45 cm². Číslo dvě má plocha vzniklá za zbraní a pokračuje mimo mapu. Viditelná část na mapě má rozsah 758 cm². Ve spodní části mapy byly zachyceny další čtyři menší obrazce s celkovou plochou přibližně 200 cm². Všechny zplodiny nalezené ve spodní části mapy pochází z netěsností zbraně, zpětného rázu při expanzi střely, pohybu závěru a vyhození prázdné nábojnice.

Velmi dobře viditelné jsou plochy vzniklé především v předních sektorech P1 a P3. U ostatních bočních sektorů P2 a P4 byla četnost nalezených zplodin malá, a tak velikost zasažených ploch byla 279,3 cm². K největšímu zachycení prachových částic došlo na ploše s označením 3, nalézající se v předním sektoru P3, mající rozlohu 2114,7 cm². Zachycený prostor v horní části válce s označením 4 má velikost 1077,3 cm². Diametrálně odlišná velikost dvou zrcadlově položených ploch je důkazem okamžitého poklesu větších prachových částic směrem dolů. Ze zobrazení zachycených prachových částic v předních sektorech vyplynul tvar výstřelového obrazce před zbraní, který není kruhový, nýbrž oválný.

Mapa	1	2	3	4	5	6	Celkem
Plocha [cm ²]	618,45	758,1	2114,7	1077,3	279,3	199,5	5047,35

Tab. 13 Plocha map pro průměr 50 cm

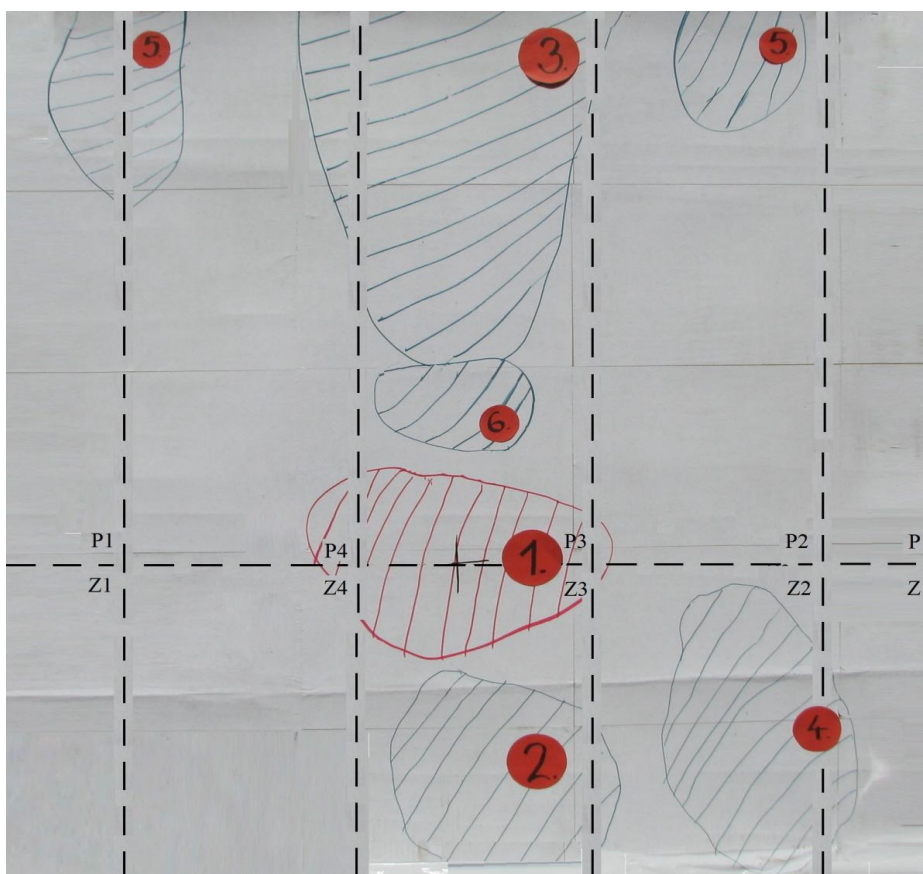
Mapa o průměru 50 centimetrů byla celkově pokryta prachovými obrazci přibližně z 30%. Vlivem vzniklého tlaku ve válci nedošlo ke zobrazení prachového obrazce, který by odpovídal vyhazovacímu okénku na zbraní. Tato mapa je ukazatelem rozměrů rozptylového obrazce před ústím hlavně. Nejvíce zplodin bylo zachyceno zejména ve spodních sektorech, ale na rozdíl od většího průměru zde byly zplodiny zachyceny i v horní části válce. U válce o průměru 50 centimetrů se začaly z větší části projevovat změny tlaku, mající vliv na výsledky měření.

8.3 Povýstřelová mapa pro průměr 30 centimetrů

Nejmenší mapa byla sestavena z válce o průměru 30 centimetrů. Její celková plocha je 1,1 m² s rozměry 110 x 100 centimetrů. Mapa zachycených zplodin odpovídá vzdálenosti 15 centimetrů kolem osy hlavně. Mapa se skládá ze sedmi zaznačených ploch,

očíslovaných 1 až 6. Číslování daných plochy bylo určeno podle své velikosti, důležitosti a hustoty nalezených částic.

Podle naměřených výsledků v kapitole **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů. Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**, by v přední části válce byla mapa rovnoměrně rozsáhlá přes všechny čtyři sektory. Jelikož zplodin v této části bylo nalezeno oproti ostatním mapám málo, byly z důvodů větší přesnosti stanoveny tři plochy s největší koncentrací. Šíření zplodin v tomto malém průměru bylo velmi specifické a hodně ovlivněné vzniklým tlakem. Největší zaznamenaná plocha byla označena číslem 3, mající rozlohu 1072,5 cm². Úzce s ní je propojena plocha číslo 6 s rozlohou 179 cm². Důvodem rozdělení těchto dvou ploch je jejich vznik, kde plocha číslo 6 vznikla při primární expanzi střely a plocha číslo 3 byla následkem fázi záblesku. Stejně jako plocha číslo tři vznikly i dvě další přilehlé plochy s označením 5 o celkové rozloze 467,5 cm².



Obr. 38 Povýstřelová mapa pro průměr 30 centimetrů

Prostor za zbraní byl z pohledu určení šíření zplodin jednoduší a došlo ke vzniku pouze dvou větších ploch. V sektoru Z3 vznikla plocha o rozloze 522,5 cm² s označením 2. Jedná se o plochu v prostoru za zbraní, která pokračuje i mimo mapu. Zde zachycené zplodiny

pochází z pohybu závěru a zpětného rázu zbraně. Druhá největší plocha této mapy má číslo 4 a rozsah 632,5 cm². Tato plocha se nachází v sektoru Z2, který odpovídá místu vyhazovacího okénka zbraně. Plocha číslo 4 měla velkou hustotu zplodin a viditelnou stopu po vyhozené nábojnici..

Mapa	1	2	3	4	5	6	Celkem
Plocha [cm ²]	577,5	522,5	1072,5	632,5	467,5	178,75	3451,25

Tab. 14 Plocha map pro průměr 30 cm

Mapa o nejmenším průměru byla pokryta prachovými obrazci přibližně z 32%, ale tento údaj není relevantní k celkové pokryté ploše zplodinami. Zde se naplno projevil vliv průměru na tlak ve válci při výstřelu. Celkově bylo nalezeno nejméně prachových částic ze všech tří map. V přední polovině bylo pokrytí ve všech sektorech rovnoměrné a to vypovídá o tom, že rozptylový obrazec má při průměru 30 centimetrů kruhový tvar. Nejlépe byl viditelný prachový obrazec odpovídající vyhazovacímu okýnku pistole.

Vytvořené mapy, stejně tak jako naměřené hodnoty byly ukazatelem velké změny tlaku ve vztahu k průměru válce. Nejvíce se projevila velikost tlaku u nejmenšího průměru a to na množství zachycených zplodin. Mapa s největší plochou byla pokryta prachovými obrazci přibližně z 20 %, střední mapa z 30% a nejmenší mapa z 32%. Tyto hodnoty ale nevypovídají o celkové ploše pokryté PZ. Celkově nejméně zplodin bylo nalezeno ve válci o nejmenším průměru, tedy i na nejmenší mapě.

Bylo prokázáno, že větší část PZ při výstřelu klesá směrem dolů a jen malé procento zplodin se dostává do větší vzdálenosti v prostoru nad zbraní. K největšímu rozptylu docházelo až mimo záchytný válec, tedy ve vzdálenosti více než 70 centimetrů. Pro stanovení tvaru povýstřelového obrazce se nejvíce osvědčil válec o průměru 50 centimetrů.

ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo přiblížit problematiku povýstřelových zplodin. Jedná se o velmi rozsáhlou a komplikovanou problematiku, která je do značné míry závislá na okolních podmínkách a kromě počáteční energie získané při výstřelu nemá žádná stálá pravidla.

V úvodu práce jsou shrnuty základy kriminalistické balistiky, která je jedním ze základních pilířů pro zkoumání trestných činů, u nichž bylo použito ruční střelné zbraně. V teoretické části jsou uvedeny veškeré podstatné informace týkající se této problematiky, například balistické stopy vznikající při výstřelu, fáze výstřelu nebo úst'ové jevy, které jsou velmi důležité pro porozumění šíření PZ.

V praktické části došlo ke zmapování PZ pomocí sestavených válců se záchytnou vrstvou, jejichž průměry byly stanoveny na 30, 50 a 70 centimetrů. Pro eliminaci nežádoucích faktorů bylo nutné zajistit ideální podmínky pro střelbu, které byly poskytnuty panem Ing. Zdeňkem Maláníkem v kryté střelnici TRIGGER Service, s.r.o. v Brně. Vytvořené záchytné zařízení disponovalo silnou lepící vrstvou umožňující dokonalým kontrastem při styku s prachovými částicemi, skoro až ideálním pro pozorování lidským okem. Měření bylo prováděno vždy pro jeden a pět výstřelů ze zbraně CZ 75 průměrováním dvou na sobě nezávislých výsledků. Procentuální hodnoty se nijak výrazně s počtem výstřelů neměnily. Výrazné změny v šíření PZ se projevíly při změnách průměru záchytného válce, kde při zmenšování docházelo k nárůstu tlaku na ústí hlavně. Bylo zjištěno, že zplodiny jdoucí do prostoru nad zbraní dosahují vzdálenosti mezi 25 a 35 centimetry. Dále byl stanoven tvar rozptylového obrazce před zbraní na eliptický nikoli na kruhový, kde se pro zlomové měření ukázal jako nejlepší válec o průměru 50 centimetrů. Elipsa v užším místě dosahuje průměru minimálně 30 centimetrů, v širším místě pak minimálně 50 centimetrů.

Z naměřených údajů byly vytvořeny 3 mapy, které ukazují místa nejčastějšího nálezu PZ vůči různým vzdálenostem ke zbraní. Mapa s největší plochou odpovídající vzdálenosti 35 centimetrů byla pokryta prachovými obrazci přibližně z 20 %, střední mapa pro vzdálenost 25 centimetrů z 30% a nejmenší mapa pro 15 centimetrů z 32%. Tyto hodnoty ale nevypovídají o celkové ploše pokryté PZ. K největšímu rozptylu docházelo až mimo záchytný válec, tedy ve vzdálenosti více než 70 centimetrů od ústí hlavně. Dále bylo

dokázáno, že zplodiny pohybující se za zbraní mají malou energii a bez okolních vlivů se nedostanou do větší vzdálenosti než 90 centimetrů.

Jedním z nejznámějších faktů týkajících se PZ je jejich schopnost maximálního doletu stanoveného na 2 až 3 metry. Toto mínění se při měření nepotvrdilo, jelikož zachycené zplodiny při střelbě v leže byly nalezeny až do vzdálenosti 425 centimetrů od ústí hlavně. O zjištěné informace se mohou do budoucna opírat teorie potvrzující sebevraždu nebo cizí zavinění. Jedná se o základní orientační hodnoty, které se v případě použití jiného střeleckého stylu, zbraně nebo náboje mohou diametrálně lišit. Kompletní mapování bylo prováděno pro jednu zvolenou zbraň při použití továrních nábojů. Zajímavé by bylo porovnání výsledků zjištěných stejnou metodou u jiného modelu zbraně.

Práce pro mě byla velkým přínosem a obohatila mě především z pohledu lepšího pochopení funkce zbraní a jevů doprovázejících výstřel.

CONCLUSION

The aim of this diploma thesis was to bring the issue of Gun Shot Residues (hereinafter referred as GSR). This is a very extensive and complicated issue that is largely dependent on environmental conditions and in addition to initial power of shot has no constant rules.

The thesis introduction summarizes the basics of forensic ballistics, which is one of the fundamental pillars for examining of crimes with use of handguns. The theoretical section contains all essential information relating to this issue, such as ballistic traces generated during firing, firing phases or muzzle effects, which are very important for understanding the proces of spreading GSR.

In the practical part were mapped GSR using the compiled cylinders with intercepting layer, whose diameters were set for 30, 50 and 70 cm. To eliminate undesirable factors was necessary to ensure ideal conditions for shooting, which were provided by engineer Mr. Zdenek Malanik in the indoor shooting range TRIGGER Service Ltd. in Brno. Created intercepting device possessed a strong adhesive layer with excellent contrast by contact with dust particles, almost perfect for sensing by the human eye. Measurement was carried out for each one and five gunshots of weapon CZ 75 by averaging of two independent results. Percentage values did not significantly change by the number of shots . Distinctive changes in the process of spreading GSR were reflected in changes of diameters of intercepting cylinder, wherein depending on the reduction of cylinder diameter occurred accretion of pressure in the muzzle of gun. It was found that the fumes passing to the space above the weapon reach distance between 25 and 35 cm. Then was also determined the shape of the dispersion pattern in front of the weapon as elliptical rather than circular, wherein the break measurement proved to be the best with cylinder with a diameter 50 cm. Ellipse in the narrow place reaches a minimum diameter of 30 cm and in the wider place a minimum diameter of 50 cm.

Measured data were processed into 3 maps that show the most common places of occurence of GSR with different distances to the weapon. Map with the largest area corresponding to a distance of 35 cm was covered with dust patterns of approximately 20%, middle size map for distance of 25 cm was covered of 30% and the smallest map for 15 cm distance was covered of 32%. Still, these values don't reflect the total area covered by GSR. The greatest dispersion occurred than outside the compiled cylinder in a distance

of more than 70 cm. Furthermore, it was proven that fumes moving behind the weapon have only a weak energy and without surrounding influences will not get further away than 90 cm.

One of the most well-known facts relating to the GSR is ability to set the maximum range from 2 to 3 meters. This opinion was not confirmed by my measuring as intercepted fumes while shooting in prone position were found up to a distance of 425 cm from the muzzle. This information can be used in the future as a pillar for theories confirming suicide or foreign fault. These are basic orientation values, which in case of using a different style of shooting, weapons or ammunition may differ widely. Complete mapping was performed for a single selected weapon when using factory ammunition. Would be interesting to compare the results obtained using the same method with another types of guns.

This work was a great benefit for me and it enriched me, especially in terms of better understanding of the functioning of weapon and phenomena accompanying gunshot.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KÍŠOVÁ, Petra et al. *Metodika stanovení povýstřelových zplodin*. Chemické listy. 2011, č. 105, s. 4. ISSN 1213-7103; 0009-2770. Dostupné z: <http://www.chemicke-listy.cz>.
- [2] ŠTEFAN, Jiří a Jan MACH. *Soudně lékařská a medicínsko-právní problematika v praxi*. 1: Grada Publishing, a.s., 2005, 247 s. ISBN 8024709317 9788024709314; 262478875.
- [3] PLANKA, Bohumil. *Kriminalistická balistika*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 660 s. ISBN 978-807-3800-369.
- [4] ŠTŮLOVÁ, Kristýna. *Využití LA-ICP-MS ve forenzní analýze ? analýza povýstřelových zplodin*. Brno: Masarykova univerzita, 2012. 75 s. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/270130/prif_m/DP_Stulova.pdf. Diplomová práce. Masarykova univerzita Brno, Přírodovědná fakulta, Ústav chemie. Vedoucí práce Mgr. Tomáš Vaculovič, Ph.D.
- [5] 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.
- [6] MUSIL, Jan, Zdeněk KONRÁD a Jaroslav SUCHÁNEK. *Kriminalistika*. Vyd. 1. Praha: C. H. Beck, 2001, xx, 512 s. ISBN 8071793620.
- [7] VICHLENDÁ, Milan. *Kriminalistika*. Karviná, 2011. Dostupné z: <http://www.sosoom-zlin.cz/media/skripta/kriminalistika.pdf>. Studijní opora. Střední odborná škola ochrany osob a majetku s.r.o.
- [8] STRAUS, Jiří. *Kriminalistická technika*. 2., rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008, 431 s. ISBN 978-80-7380-052-9.
- [11] ELAS Brno: Elavak. ELAS BRNO, v.o.s. [online]. [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: http://www.elasbrno.cz/index_l=cs_t=13_k=10_p=64.html
- [12] M, Laupy. *Důkazní význam biologické stopy*. Odborná sdělení Kriminalistického ústavu. 1999, Speciál.
- [13] PORADA, Viktor a Jiří STRAUS. *Kriminalistické stopy*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2012. ISBN 978-80-7380-396-4..

- [14] KVAPILOVÁ, Helena a Michal DOGOŠI. *Soudní lékařství pro právníky a policisty*. 2., rozš. vyd. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2007, 243 s. ISBN 978-80-7380-059-8.
- [15] VĚDA NA STOPĚ ZLOČINU: Testovací střely míří do bavlny!. *21.století* [online]. 2006 [cit. 2013-06-02]. Dostupné z: <http://21stoleti.cz/blog/2006/03/17/veda-na-stope-zlocinu-testovaci-strely-miri-do-bavlny/>
- [16] PORADA, Viktor. *Kriminalistika*. Brno: CERM, 2001, 746 s. ISBN 8072041940.
- [17] PLÍHAL, Bohumil, Jan KOMENDA a Stanislav BEER. *Balistika*. Brno: Univerzita obrany, 2011. ISBN 978-80-7231-785-1.
- [18] SEDLÁČKOVÁ, Alena. *Objekty zkoumání kriminalistické balistiky*. Zlín, 2009. Bakalářská práce. UTB ve Zlíně. Vedoucí práce Vladislav Štefka.
- [19] Zbraně kvalitně. *Nauka o zbraních: Hlavní svazky* [online]. [cit. 2013-05-06]. Dostupné z: <http://zbrankvalitne.cz/zbrojni-prukaz/nauka-o-zbranich>
- [20] Pušný prach: Zrná čierneho strelného prachu. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2013 [cit. 2013-05-13]. Dostupné z: http://sk.wikipedia.org/wiki/Pušný_prach

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

PZ	Povýstřelové zplodiny
Pb	Olovo
Cu	Měď
Fe	Železo
Al	Hliník
Ba	Baryum
Ni	Nikl
Sb	Antimon
Sn	Cín
Si	Křemík
Zn	Zinek
Ca	Vápník
Hg	Rtuť
Cl	Chlór
S	Síra
K	Draslík
Gd	Gadolinium
ICP-MS	Inductively Coupled Plasma-Mass Spectroscopy
LIBS	Laser Induced Breakdown Spectroscopy
NAA	Neutron Activation Analysis
AAS	Atomic absorption spectrophotometry
GFAAS	Graphite Furnace Atomic Absorption Spectroscopy
SEM	Scanning Electron Microscopy
ACP	Automatic Colt Pistol

grs grain

J Joule

S&W Smith & Wesson

GAP GLOCK Automatic Pistol

SW Software

HW Hardware

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1 Dělení balistiky [3]	16
Obr. 2 Přehled běžně používaných kombinací hlavní [19].....	25
Obr. 3 Podrobný popis střelné zbraně[19]	26
Obr. 4 Průřez náboje s jehlovým zápalem	29
Obr. 5 Průřez náboje s okrajovým zápalem	30
Obr. 6 Průřez náboje se středovým zápalem.....	30
Obr. 7 Porovnání okrajového zápalu se středovým zápalem typu Beran a Boxer [3]	31
Obr. 8 Celoplášťovou, Poloplášťovou a bezplášťová střela	31
Obr. 9 Složení hromadné střely v řezu [6].....	32
Obr. 10 Ráže nábojek do expanzních zbraní [3].....	33
Obr. 11 Zrnka různých druhů střeného prachu [20].....	35
Obr. 12 Výlet střely z hlavně [15].....	38
Obr. 13 Filtrační výsávka ELAVAK [11].....	40
Obr. 14 Zviditelnění PZ kontaktně difúzní metodou pro 5cm a 60cm, kde levý sloupec Cu, Ni a pravý Pb, Fe. [8]	45
Obr. 15 Zachycení výstřelu pistole CZ 75D Compact	51
Obr. 16 Záznam primárního záblesku při mapování PZ z pohledu střelce.....	51
Obr. 17 Zachycení výstřelu pistole GLOCK 19.....	53
Obr. 18 PZ vázané na nábojnici při vyhození u GLOCK 19	53
Obr. 19 Zachycení výstřelu pistole Beretta 92 Billenium.....	54
Obr. 20 PZ vázané na nábojnici při vyhození pro Beretta 92 Billenium	55
Obr. 21 Zachycení výstřelu pistole Desert Eagle 50AE.....	56
Obr. 22 Zasněžený záznam střelby v okamžiku vyhození prázdné nábojnice	57
Obr. 23 Zachycení výstřelu pistole ZVI Kevin	58
Obr. 24 Zachycení výstřelu pistole RUGER – MK III Hunter.....	60
Obr. 25 Zachycení výstřelu pistole Smith & Wesson – 500	61
Obr. 26 Zachycení výstřelu pistole Ruger – GP 100.....	63
Obr. 27 Řez válce pro záznam PZ	66
Obr. 28 Příklad tvaru nalezených PZ.....	68
Obr. 29 Rozdělení sektorů ve válcích.....	68
Obr. 31 Výskyt zplodin ve válci o průměru 70 cm.....	72

Obr. 32 Výskyt zplodin ve válci o průměru 50 cm	74
Obr. 33 Výskyt zplodin ve válci o průměru 30 cm	75
Obr. 34 Vzdálenost doletu PZ v poměru ke střelci	76
Obr. 35 Střelba v leže pro určení maximální vzdálenosti doletu PZ	78
Obr. 36 Příklad sestavených povýstřelových map ve válci	80
Obr. 37 Povýstřelová mapa pro průměr 70 centimetrů	81
Obr. 38 Povýstřelová mapa pro průměr 50 centimetrů	82
Obr. 39 Povýstřelová mapa pro průměr 30 centimetrů	84

SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Přehled míst a příčin výskytu balistických stop [6]	18
Tab. 2 Orientační přehled síly zbraně [18]	24
Tab. 3 Úst'ová rychlost pro nejběžnější ráže.....	28
Tab. 4 Naměřené výsledky pro přední část válce o průměru 70 cm	71
Tab. 5 Naměřené výsledky pro zadní část válce o průměru 70 cm.....	71
Tab. 6 Naměřené výsledky pro přední část válce o průměru 50 cm	73
Tab. 7 Naměřené výsledky pro zadní část válce o průměru 50 cm.....	73
Tab. 8 Naměřené výsledky pro přední část válce o průměru 30 cm	74
Tab. 9 Naměřené výsledky pro zadní část válce o průměru 30 cm.....	75
Tab. 10 Pohyb PZ v prostoru za zbraní.....	76
Tab. 11 Vzdálenosti doletu PZ před ústím hlavně.....	78
Tab. 12 Plocha map pro průměr 70 cm.....	82
Tab. 13 Plocha map pro průměr 50 cm.....	83
Tab. 14 Plocha map pro průměr 30 cm.....	85

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Přehled dostupných ráží

Příloha P II: Šíření povýstřelových zplodin při výstřelu z Desert Eagle 50 AE

Příloha P III: Šíření povýstřelových zplodin při výstřelu ze Smith & Wesson - 500

Příloha P IV: Povýstřelová mapa pro průměr 30 cm

Příloha P V: Povýstřelová mapa pro průměr 50 cm

Příloha P VI: Povýstřelová mapa pro průměr 70 cm

PŘÍLOHA P I: PŘEHLED DOSTUPNÝCH RÁŽÍ

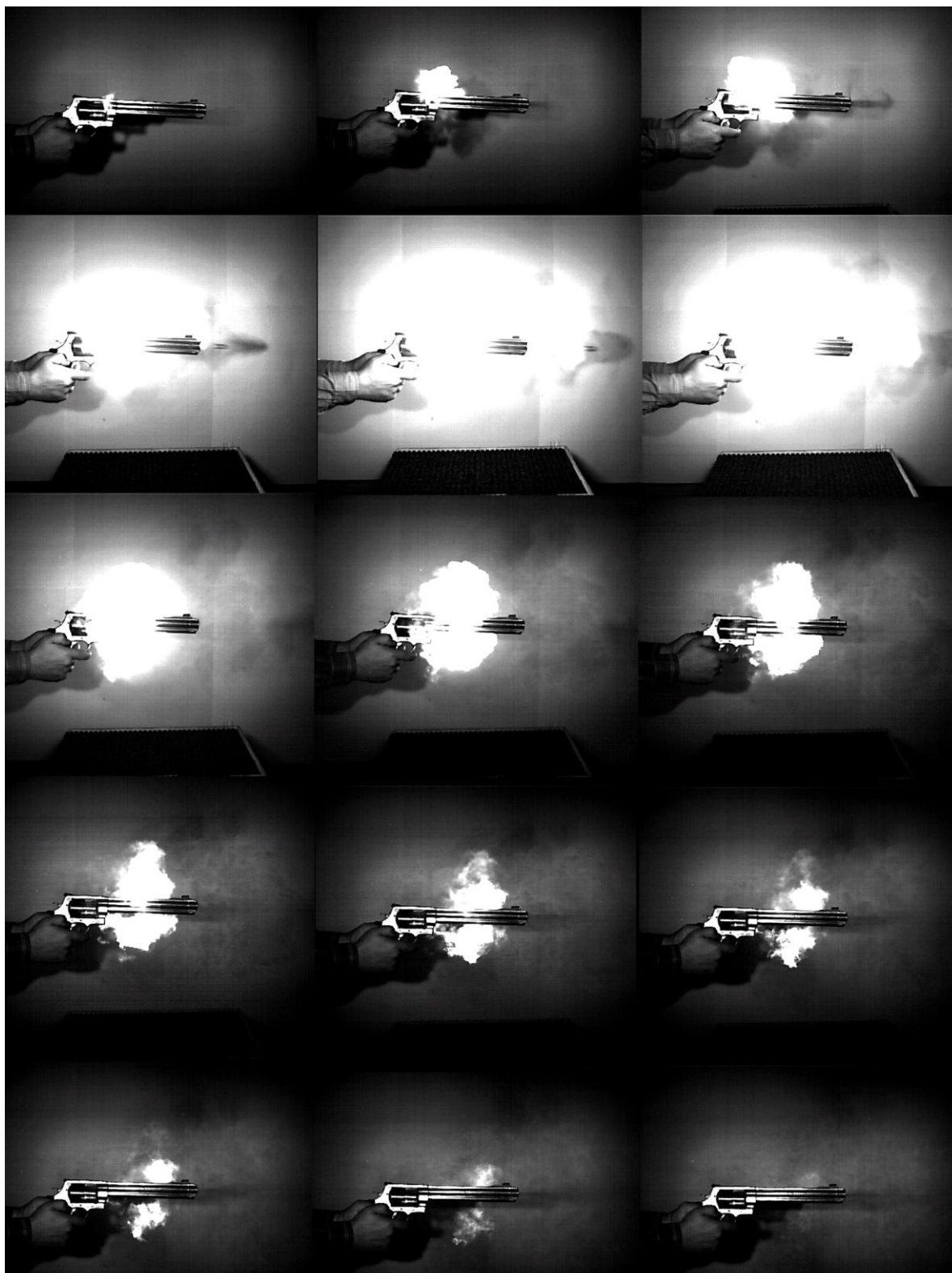
2.7 mm Kolibri	.297 Rev. CF	9mm Karcher	.410 Rev. CF
2.34 mm	.32 S&W	9mm Devisme	.41 Long CF
3 mm Kolibri	7mm Franc.	.38 Short Colt	.400 Corbon
4 mm Practice Cartridge GECCO	7mm Spirlet	9mm Francouzský	10mm Bergmann
4 mm Practice Cartridge M. 20	.35 S&W Auto	9mm Spirlet	.40 Smith & Wesson
4.25 mm Liliput	7,62mm typ 64 Čínský	.38 Webley	.40 Super
.17 Mach 2	7,65 Bittner	9mm Federal	10 mm Auto
.17 Hornady Magnum Rimfire	7mm Charola	.38 Long Colt	10,4 Švýc. služební
4.5 x 26 mm	7mm Nambu	.356 TSW	10.4mm Italian Revolver
4.6 x 30 mm	7,6mm Mauser Rev.	9mm Major	.41 Avenger
5mm Brun	7,5 Švýc. služební	9mm Jap. služební	.41 Action Express
5mm Fr.	7,6 Mannlicher m.1894	9mm Nagant	10mm Soerabaja
5mm Bergmann č. 2	.32-44 S&W	.38 S&W	.41 Remington Magnum
.297/.230 Short Morris	7,8mm Bergmann č.5	.38 Calibre	.44-40 Winchester
5mm Pickert	7,62mm Rus. terčový	.380 Revolver	.44 Special
5mm Clement	7mm Bench Rest Remington	.380 ACP / 9 mm Browning	.44 S&W Russian
.297/.230 Long Morris	.30 Carbine	.38 Special	.44 Remington Magnum
.22 BB	7.62 mm Tokarev	.357 Magnum	.44 Auto Mag
.22 CB	7.62 mm Nagant	.357 Remington Maximum	.44 Webley
.22 Short	7.63 mm Mauser	9 mm Makarov	11 mm French Ordnance
.22 Long	7.65 mm Borchardt	9 mm Police	.45 Schofield
.22 Long Rifle	7.65 mm Browning	9 mm Browning Long	.45 Colt
.22 WMR	7.65 mm Luger	9 mm Glisenti	.45 Super
.22 WRF	7.65 mm Longue	9 mm Luger	.450 Revolver
.22 Reed Express	7.65 mm Mannlicher	9 mm IMI	.45 Webley
.22 Remington Jet	.30 Pedersen	9 mm Steyr	.455 Webley
.221 Remington Fireball	.32 NAA	9 mm Largo	.455 Webley Mk II
.230 Rev. CF	.32 S&W	.360 Long CF	.455 Webley Automatic
5.45 x 18mm	.32 S&W Long	.36 Thuer	.45 GAP
5.7x28 mm	.32 S&w Extra Long	9mm Mauser rev.	.45 ACP
.25 NAA	.320 Revolver	9mm/10mm Auto	.45 S&W

.256 Winchester Magnum	.32 Short Colt	9mm Mauser export	.45 Winchester Magnum
6mm Merveilleux	.32 Long Colt	.380 Long CF	.454 Casull
6mm Belgian Albini	.32 H&R Magnum	9mm Mars	.460 S&W Magnum
6,35 Pickert	.32-20 Winchester	9mm Gasser-Kropatschek	.475 Linebaugh
6,35 mm Browning	340 Short CF	.38 AMU	.475 Wildey Magnum
6,5mm Sungard	8mm Roth m.1895	.357 Wildey Mag.	.480 Ruger
6mm Karcher	8mm Dormus	.357 Auto Mag.	.476 Eley
6,3mm Roth	8mm Roth Steyr	9mm Winchester Magnum	.499 Linebaugh
.297/.250 Rook	8mm Bergmann č.4	9x25 Dillon	.50 Action Express
6,5mm Bergmann č3	8 mm French Ordnance	.380 ACP	.500 S&W Special
6,5 Mannlicher	8mm Gasser	.38 Auto	.500 S&W Magnum
6.5mm Grendel	8 mm Nambu	.38 Super Auto	.50 Remington
7mm Karcher	.31 Thuer	9.8 mm Auto Colt	.50 GI
7mm Devisme	8mm Seyr	.38-40 Winchester	.500 Linebaugh
7,65mm Frommer	8mm Tue Tue	.410 Colt Deringer CF	13 mm Gyrojet
7,65mm Pressin	8 mm Mauser	.41 Short Colt DA	.55 Boxer

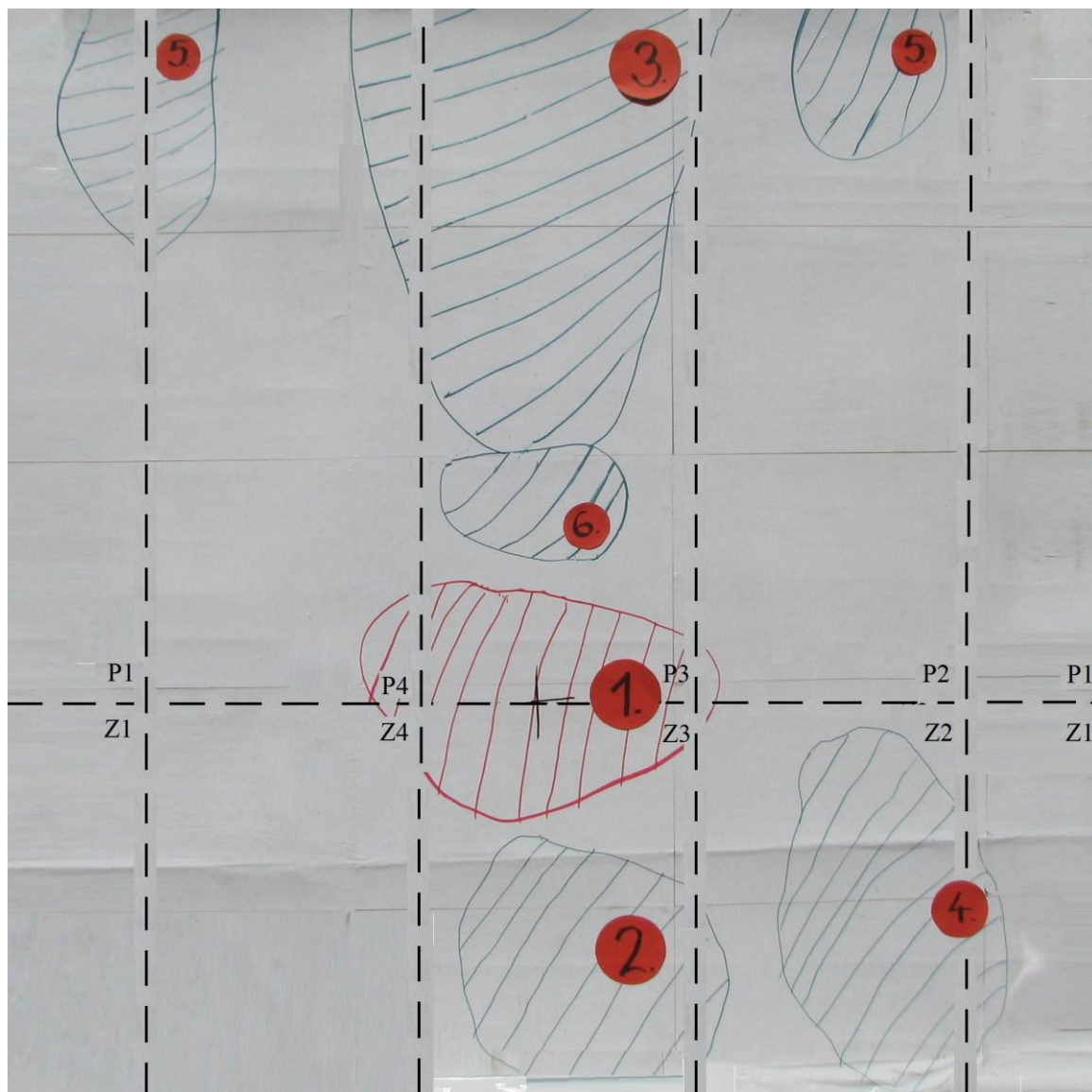
**PŘÍLOHA P II: ŠÍŘENÍ POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN PŘI
VÝSTŘELU Z DESERT EAGLE 50AE**



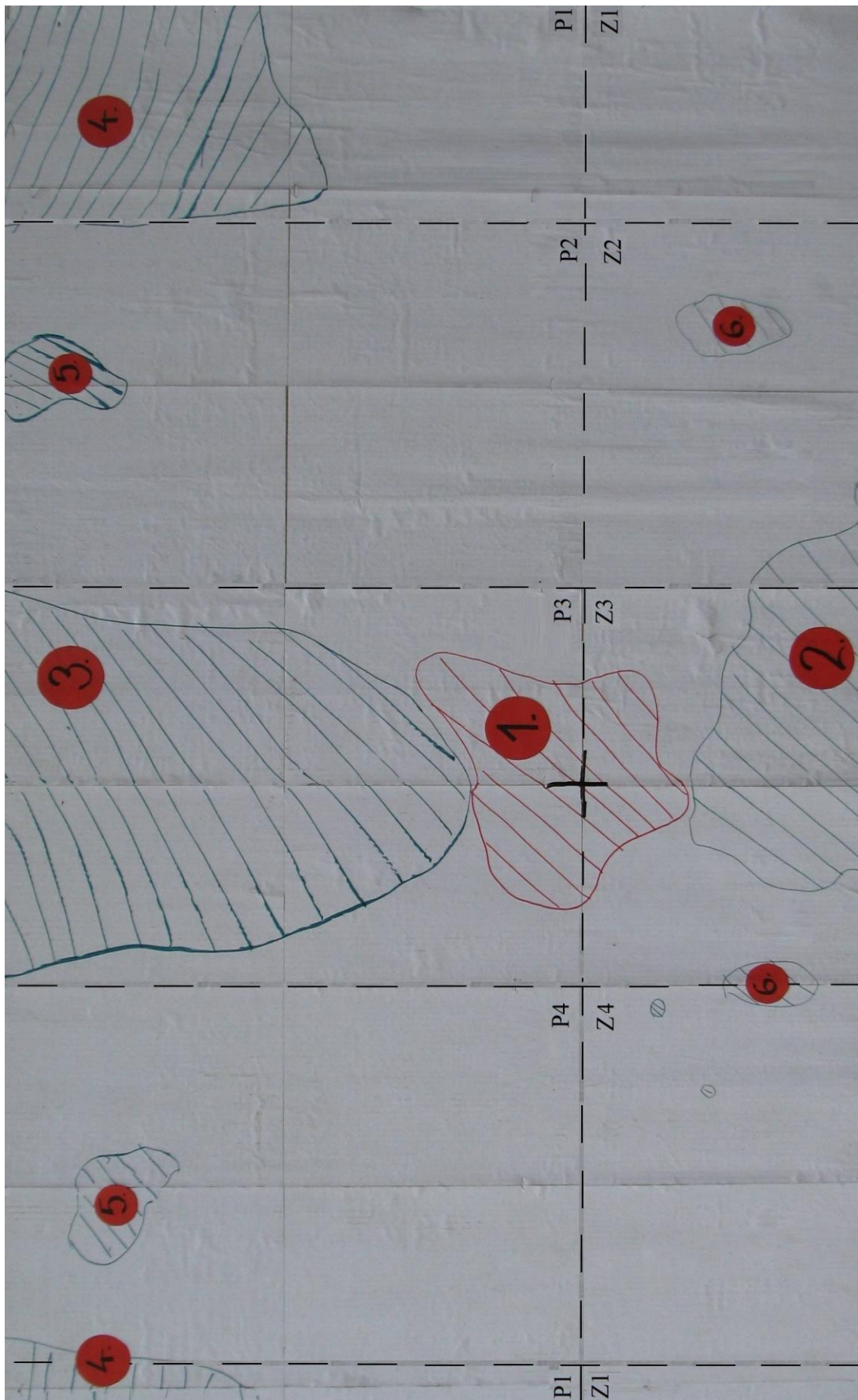
**PŘÍLOHA P III: ŠÍŘENÍ POVÝSTŘELOVÝCH ZPLODIN PŘI
VÝSTŘELU ZE SMITH & WESSON - 500**



PŘÍLOHA P IV: POVÝSTŘELOVÁ MAPA PRO PRŮMĚR 30CM



PŘÍLOHA P V: POVÝSTŘELOVÁ MAPA PRO PRŮMĚR 50CM



PŘÍLOHA P VI: POVÝSTŘELOVÁ MAPA PRO PRŮMĚR 70CM

