



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Analýza možností průstřelu tlakové lahve při požáru

The analysis of cylinder bullet penetration possibilities in a fire

Diplomová práce

Studijní program: Civilní nouzové plánování

Autor diplomové práce: Bc. Martin Liber

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Tomáš Holec

Kladno 2022

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Liber** Jméno: **Martin** Osobní číslo: **503703**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Civilní nouzové plánování**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Analýza možností průstřelu tlakové lahve při požáru

Název diplomové práce anglicky:

The Analysis of Cylinder Bullet Penetration Possibilities in a Fire

Pokyny pro vypracování:

Předmětem diplomové práce bude provedení analýzy možností průstřelu tlakové lahve při požáru. Teoretická část se bude zabývat charakteristikou používaných tlakových lahví a zavedenými postupy při použití tohoto krajního způsobu likvidace tlakové lahve při požáru. V rámci praktické části bude proveden řízený experiment v podobě průstřelu tlakových lahví odstřelovačem a zjištění účinků jednotlivých druhů služební munice na plášť lahve. V rámci experimentu bude provedena analýza vhodnosti použití různých druhů služební munice na jednotlivé typy tlakových lahví. Výstupem diplomové práce bude nalezení vhodných typů munice pro jednotlivé tlakové nádoby a současně najít na tlakových lahvích nejvhodnější místa pro umístění zásahu v závislosti na penetraci pláště lahve a zabránění možných souvisejících škod po průstřelu.

Seznam doporučené literatury:

- [1] KRATOCHVÍL, Václav, Tlakové láhve z hlediska požární bezpečnosti, V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2009, ISBN 978-80-7385-070-8
- [2] HORA, Jan, Jan KARL a Ondřej SUCHÝ, Pressure cylinders under fire condition, ed. 7, 2016, Perspectives in Science, 208-221, 2213-0209
- [3] LITZ, Bryan, Applied ballistics for long-range shooting: Understanding the Elements and Application of External Ballistics for Successful Long-Range Target Shooting and Hunting, ed. 3, Cedar Springs: Applied Ballistics, 2015, ISBN 978-0990920618

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

RNDr. Tomáš Holec

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **04.10.2021**

Platnost zadání diplomové práce: **22.09.2023**

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.
vedoucí katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
děkan

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Analýza možností průstřelu tlakové lahve při požáru vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon), ve znění pozdějších předpisů.

V Kladně dne 02.05.2022

.....
Bc. Martin Liber

PODĚKOVÁNÍ

Děkuji vedoucímu práce plk. RNDr. Tomášovi Holcovi za cenné rady, připomínky a metodické vedení práce. Dále bych rád poděkoval Armádě České republiky za umožnění provedení praktických měření a poskytnutí materiálního a technického zabezpečení využitého při měření. Zároveň bych rád poděkoval pplk. doc. Ing. Teodorovi Balážovi, CSc. za poskytnutí řezů tlakových láhví a za konzultaci ohledně stanovení rozptylu zbraňových kompletů.

ABSTRAKT

Cílem této diplomové práce je analýza možností průstřelu tlakových láhví v podmínkách požáru, přičemž se práce zaměřuje především na účinek jednotlivých typů strel na plášť tlakové láhve. Teoretická část zahrnuje obecnou charakteristiku tlakových láhví, jejich značení a rozdělení. Pozornost je dále věnována konstrukci tlakových láhví, rizikům hrozícím při tepelném namáhání tlakových láhví a charakteristice možných havarijních projevů při úniku látek z tlakových láhví. Okrajově se zabývá postupy uvedenými v Bojovém řádu jednotek požární ochrany a obecnou problematikou použití střelné zbraně.

Praktická část práce se zabývá provedením praktických měření všech služebních ráží a zbraňových kompletů v současnosti používaných na skupinách odstřelovačů v rámci AČR. Měření se skládalo ze zjištění rozptylu jednotlivých zbraňových kompletů, stanovení vhodné vzdálenosti střeleckého stanoviště od tlakové láhve pro jednotlivé ráže, stanovením zásahové zóny na tlakové láhvi a stanovení vhodného úhlu dopadu střely na plášť tlakové láhve z hlediska penetrace obalu požadovaným způsobem. Výsledky jsou prezentovány v jednoduché kartě, která může sloužit jako pomůcka pro vyřešení nestandardních situací spojených s přítomností tlakových láhví.

Klíčová slova

Tlakové láhve; možnosti penetrace pláště; zásahový úhel; zásahová zóna; vzdálenost střeleckého stanoviště.

ABSTRACT

The aim of this thesis is to analyze the possibility of cylinder puncture in fire conditions, focusing mainly on the effect of different types of bullets on the cylinder shell. The theoretical part includes a general characterization of cylinders, their marking and classification. Attention is also paid to the design of cylinders, the risks of thermal stresses on cylinders and the characteristics of possible accident phenomena in case of leakage of substances from cylinders. It deals peripherally with the procedures set out in the Fire Protection Units Code of Conduct and the general issue of the use of firearms.

The practical part of the thesis deals with practical measurements of all service calibers and weapon sets currently used on sniper groups within the Czech Armed Forces. The measurements consisted of determining the dispersion of each weapon set, determining the appropriate distance of the firing position from the cylinder for each calibers, determining the impact zone on the cylinder and determining the appropriate angle of impact of the projectile on the cylinder jacket in terms of penetration of the jacket in the required manner. The results are presented in a simple card that can be used as an aid to resolve non-standard situations associated with the presence of cylinders.

Keywords

Pressure cylinders; casing penetration options; engagement angle; engagement zone; firing point distance.

Obsah

1	Úvod.....	12
2	Cíle práce a hypotézy	13
2.1	Cíle práce.....	13
2.2	Stanovené hypotézy.....	14
3	Přehled současného stavu.....	15
3.1	Tlakové láhve	15
3.1.1	Obecná charakteristika tlakových láhví k dopravě plynů.....	15
3.1.2	Rozdělení tlakových láhví	15
3.1.3	Značení tlakových láhví.....	16
3.1.4	Plyny a jejich směsi v tlakových láhvích	18
3.2	Konstrukce tlakových láhví.....	19
3.3	Hrozící rizika při tepelném namáhání tlakové láhve	20
3.3.1	Hoření.....	20
3.3.2	Termická radiace	20
3.3.3	Tlaková vlna.....	20
3.3.4	Rozptyl fragmentů.....	20
3.3.5	Rozptyl pevných materiálů z prostoru výbuchového děje.....	21
3.4	Charakteristika možných havarijních projevů při úniku látek z tlakových láhví.....	21
3.4.1	JET	21
3.4.2	JET FIRE.....	22
3.4.3	FIRE BALL	23
3.5	Přehled předpisů souvisejících s tlakovými láhvemi	24

3.6	Bojový řád jednotek požární ochrany	26
3.7	Problematika použití střelné zbraně	27
4	Metodika.....	30
4.1	Charakteristika použitých zbraňových kompletů	30
4.1.1	Desert Tech DTA SRS A1	30
4.1.2	Desert Tech DTA HTI	30
4.1.3	Sako TRG 22.....	31
4.2	Charakteristika použité munice.....	32
4.2.1	Nb .308 Winchester B476 Lapua Lock Base 170 gr	33
4.2.2	Nb .338 Lapua Magnum B408 Lapua Lock Base 250 gr	34
4.2.3	Nb .375 Cheyenne Tactical Desert Tech 352 gr.....	34
4.2.4	Nb .50 Browning Machine Gun Ball 704 gr	34
4.3	Charakteristika použitých optických zaměřovačů	35
4.3.1	March Deon D24V52FML	35
4.3.2	Leupold VX-3I	36
4.4	Charakteristika použitých měřících přístrojů.....	36
4.4.1	Balistický radar Labrador	36
4.4.2	Anemometr Kestrel 5700 Elite AB LiNK.....	37
4.4.3	Laserový dálkoměr Moskito.....	38
4.4.4	Software Ballistic-X.....	39
4.5	Charakteristika použitých tlakových láhví.....	39
4.6	Metoda stanovení rozptylu zbraně	40
4.6.1	Popis pracoviště	41
4.6.2	Postupy sběru dat	42

4.7	Metoda stanovení vhodné pozice tlakové láhve vůči střelci	42
4.7.1	Popis pracoviště	42
4.7.2	Postupy sběru dat	43
4.8	Metoda stanovení zásahové zóny na tlakové láhvi	45
4.8.1	Popis pracoviště	45
4.8.2	Postupy sběru dat	46
4.9	Metoda stanovení ideální vzdálenosti pro střelbu vzhledem k použité munici	46
4.9.1	Popis pracoviště	46
4.9.2	Postupy sběru dat	47
5	Výsledky	48
5.1	Rozptyl zbraňového kompletu	48
5.1.1	Desert Tech DTA SRS A1	48
5.1.2	Sako TRG 22	50
5.1.3	Desert Tech HTI	50
5.2	Pozice tlakové láhve vůči střelci	52
5.2.1	Zbraňové komplety Desert Tech DTA SRS A1 a Sako TRG 22 ..	52
	Náklon řezu tlakové láhve 10°, ráže .308 Win, vzdálenost 100 m	53
	Náklon řezu tlakové láhve 20°, ráže .308 Win, vzdálenost 100 m	54
	Náklon řezu tlakové láhve 30°, ráže .308 Win, vzdálenost 100 m	55
	Náklon řezu tlakové láhve 40°, ráže .308 Win, vzdálenost 100 m	56
	Náklon řezu tlakové láhve 50°, ráže .308 Win, vzdálenost 100 m	57
	Náklon řezu tlakové láhve 60°, ráže .308 Win, vzdálenost 100 m	58

Náklon řezu tlakové láhve 70°, 80° a 90°, ráže .308 Win, vzdálenost 100 m.....	59
5.2.2 Zbraňový komplet Desert Tech DTA SRS A1 .338 LM.....	60
Náklon řezu tlakové láhve 10°, ráže .338 LM, vzdálenost 200 m	60
Náklon řezu tlakové láhve 20°, ráže .338 LM, vzdálenost 200 m.....	61
Náklon řezu tlakové láhve 30°, ráže .338 LM, vzdálenost 200 m.....	62
Náklon řezu tlakové láhve 40°, ráže .338 LM, vzdálenost 200 m.....	63
Náklon řezu tlakové láhve 50°, ráže .338 LM, vzdálenost 200 m.....	64
Náklon řezu tlakové láhve 60°, 70°, 80°, 90°, ráže .338 LM, vzdálenost 200 m.....	65
5.2.3 Zbraňový komplet Desert Tech HTI .375 Cheytac	66
Náklon řezu tlakové láhve 10°, ráže .375 Cheytac, vzdálenost 300 m	66
Náklon řezu tlakové láhve 20°, ráže .375 Cheytac, vzdálenost 300 m.....	67
Náklon řezu tlakové láhve 30°, ráže .375 Cheytac, vzdálenost 300 m.....	68
Náklon řezu tlakové láhve 40°, ráže .375 Cheytac, vzdálenost 300 m.....	69
Náklon řezu tlakové láhve 50°, 60°, 70°, 80°, 90°, ráže .375 Cheytac, vzdálenost 300 m.....	70
5.2.4 Zbraňový komplet Desert Tech HTI .50 BMG	72
5.3 Vzdálenost láhve vzhledem k použité munici	73
5.4 Metoda stanovení zásahové zóny na tlakové láhvi	74
5.5 Celkové shrnutí	76
6 Diskuze	78
Vyhodnocení stanovených hypotéz	86
Hypotéza č. 1:	86

	Hypotéza č. 2:.....	86
7	Závěr	88
8	Seznam použitých zkratek.....	89
9	Seznam použité literatury	90
10	Seznam použitých obrázků	94
11	Seznam použitých tabulek.....	97
12	Seznam příloh.....	98

1 ÚVOD

Průstřel tlakových láhví je dle Bojového řádu HZS ČR vnímána jako krajní možnost zásahu při požáru tlakových láhví. V posledních deseti letech však vznikla celá řada studií a projektů zabývajících se právě touto problematikou. Určitá skupina příslušníků HZS ČR a PČR se snaží vytvořit metodiku zásahu a celý proces co v největší míře zautomatizovat s cílem naplno využít výhody tohoto řešení. Tato práce se nezabývá havarijními projevy tlakových láhví při požáru nebo projevy, které vznikají po průstřelu. Práce se zabývá analýzou možností průstřelu láhve, tzn. především stanovením jednotlivých vzdáleností, polohy, směru a dalších okolností, které komplexně vedou k úspěšnému průstřelu pláště láhve.

Práce byla zpracována na možnosti reálného zásahu odstřelovačů AČR. O práci je uvažováno jako o edukačním materiálu pro rozšíření schopností a vědomostí odstřelovačů při nasazeních v rámci zahraničních operací, kde se vzhledem k působení v zastavěných aglomeracích mohou běžně setkat s tlakovými nádobami. Jednotlivá měření tedy byla prováděna výhradně se zbraněmi, municí, přístroji a dalším příslušenstvím zavedeným v AČR.

Na základě této práce bude možné zpracovat metodiku zásahu odstřelovačů AČR v případě výskytu tlakových láhví. Metodiku bude možné aplikovat nejen na případy požáru, ale komplexně jako dokument pro minimalizaci ztrát a škod při ohrožení v důsledku přítomnosti tlakových láhví. Poznatky slouží především k minimalizaci vzniku sekundárních a terciálních ztrát, kterým bude odstřelovač schopný zabránit dobře mířeným zásahem a vhodně zvolenou polohou střeleckého stanoviště.

2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

2.1 Cíle práce

Cílem diplomové práce je provedení analýzy možností průstřelu tlakové lahve při požáru. Teoretická část se zabývá základní charakteristikou používaných tlakových lahví, jejich rozdělení a varianty značení. Součástí teoretické části je zároveň základní charakteristika možných havarijních projevů tlakových lahví v prostředí požáru a zároveň projevy, které je možné očekávat po průstřelu tlakové lahve. V rámci praktické části je vyhodnocen řízený experiment v podobě průstřelu řezů tlakových lahví odstřelovačem a zjištění účinků jednotlivých druhů služební munice na plášť lahve. Tento řízený experiment obsahuje řadu dílčích úkonů a měření, které se vzájemně ovlivňují a utváří výsledný produkt práce. Jedná se především o zvolení vhodné vzdálenosti střelce od tlakové lahve v závislosti na použité ráži a druhu munice, dále o různé varianty náklonu tlakové lahve vůči střeleckému stanovišti a stanovení vhodné zásahové zóny s ohledem na penetraci pláště tlakové lahve a možný vznik sekundárního nebezpečí spojeného s odrazem střely.

Výstupem diplomové práce je komplexní zpracování problematiky do přehledné tabulky, kde je počítáno se všemi těmito faktory. Výsledná tabulka bude zpracována do jednoduché grafické podoby s možností zařazení mezi tzv. bojové karty, což jsou jednoduché pomůcky a návody na vyřešení různých situací, které mohou nastat v případě plnění operace. Získané poznatky budou sloužit především odstřelovačům AČR na jejichž základě je možné vytvořit metodiku pro nasazení při přítomnosti tlakových lahví. Na základě těchto poznatků budou odstřelovači vědět pod jakým úhlem, na jakou vzdálenost mají vytvořit střelecké stanoviště, jaký zbraňový komplet a jakou ráži mají zvolit, tak aby penetrace tlakové lahve byla úspěšná a zároveň co nejbezpečnější z hlediska další možných škod.

2.2 Stanovené hypotézy

Hypotéza č. 1: Poloha tlakové láhve vůči ose letu střely není určující pro penetraci obalu tlakové láhve.

Hypotéza č. 2: Z hlediska zásahu se vyplatí použití větších ráží, jelikož střela má větší energii a zvyšuje se tak pravděpodobnost úspěšné penetrace pláště tlakové láhve.

3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

3.1 Tlakové láhve

3.1.1 Obecná charakteristika tlakových láhví k dopravě plynů

Tlakové nádoby na plyny jsou uzavíratelné kovové nádoby nebo nádoby z jiných materiálů, na jejichž vnitřní stěny po naplnění působí tlak plynu nebo par a které se po naplnění odpojí od zdroje plnění a přemístí na jiné stanoviště [1, s. 3].

Láhve jsou přepravitelné tlakové nádoby o vnitřním objemu od 0,5 litru do 150 litrů. Nádoby s hrdly o hmotnosti nejvýše 150 kg (bez náplně), jejichž délka bez výstroje a patky nepřesahuje 2 m a poměr délky k vnějšímu průměru nepřevyšuje 8 m. V praxi se používají láhve, kartuše, sudy, cisterny, baterie láhví (tzv. svazky) a kyvety [1, s. 3].

3.1.2 Rozdělení tlakových láhví

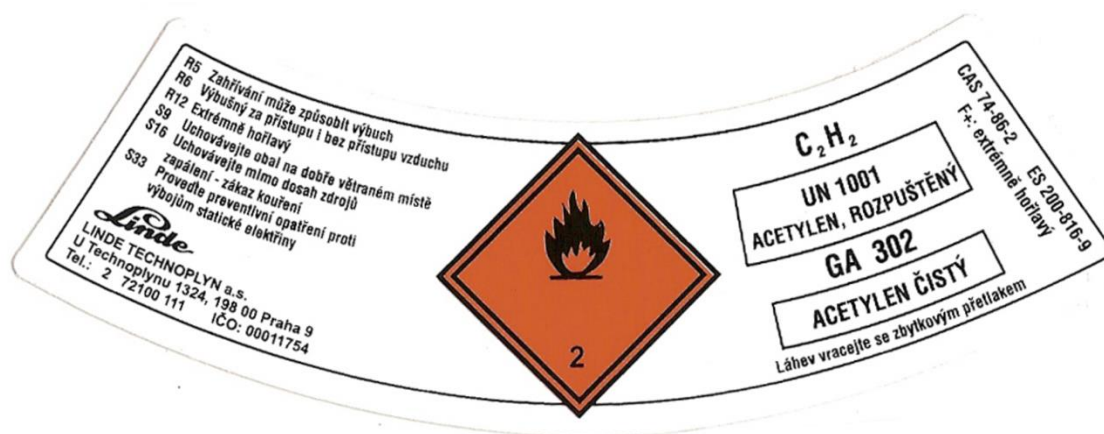
- **Podle objemu: od 0,5 do 150 l;**
- **podle druhu plněného plynu nebo směsi:**
 - a) plyn v plynné fázi nebo směs (např. kyslík, vodík, dusík, oxid dusný);
 - b) plyn v kapalně fázi (např. LPG);
 - c) plyn rozpuštěný pod tlakem v kapalině (např. acetylen).
- **podle plnicího tlaku:**
 - a) nízkotlaké (do 2,5 MPa);
 - b) vysokotlaké (nad 2,5 MPa).
- **podle konstrukce láhve:**
 - a) svařovaný plech (LPG);
 - b) bežešvá válcovaná nebo tažená láhev (kyslík, acetylen).
- **podle výstroje láhve:**

- a) s patkou;
- b) bez patky;
- c) s pojistným prvkem;
- d) bez pojistného prvku [1, s. 3].

3.1.3 Značení tlakových láhví

Pro značení tlakových lahví platí následující předpisy:

- a) Barevné značení nádob na plyny podle ČSN EN 1089-3;
- b) značení nádob na plyny ražením podle ČSN EN ISO 13769;
- c) označování lahví informačními nálepkami podle ČSN ISO 7225 [1, s. 4].



Obrázek 1 – Příklad označení láhvi nálepkou [14]

Barevné značení lahví podle vlastnosti plynu:

- a) Toxické a žíravé plyny – **ŽLUTÁ**;
- b) hořlavé – **ČERVENÁ**;
- c) oxidační – **SVĚTLE MODRÁ**;
- d) inertní – **JASNĚ ZELENÁ** (Nesmí být použita pro láhve na vzduch určený k inhalaci, včetně dýchacích přístrojů) [1, s. 4].

Barevné značení lahví v případě dvou nebezpečných vlastností plynu:

Barevné značení se provádí podle hlavního nebezpečí, případně dle hlavního a současně vedlejšího nebezpečí:

- toxicita a hořlavost – **ŽLUTÁ** a **ČERVENÁ**;
- toxicita a oxidace – **ŽLUTÁ** a **SVĚTLE MODRÁ** [1, s. 4].

Barevné značení láhví se zvláštními plyny:

- a) Acetylen – **KAŠTANOVÁ**;
- b) kyslík – **BÍLÁ**;
- c) oxid dusný – **MODRÁ**;
- d) argon – **TMAVĚ ZELENÁ**;
- e) dusík – **ČERNÁ**;
- f) oxid uhličitý – **ŠEDÁ**;
- g) helium – **HNĚDÁ** [1, s. 4].

Barevné značení láhví se směsmi plynů určených k inhalaci:

- a) Vzduch, syntetický vzduch – **BÍLÁ** a **ČERNÁ**;
- b) helium / kyslík – **BÍLÁ** a **HNĚDÁ**;
- c) kyslík / oxid uhličitý – **BÍLÁ** a **ŠEDÁ**;
- d) kyslík / oxid dusný – **BÍLÁ** a **MODRÁ**.

Tyto barvy nesmějí být používány pro technické plynné směsi obsahující stejné druhy plynů [1, s. 4].



Obrázek 2 – Příklad barevného značení tlakových láhví [15]

Značení dle ADR a CLP:

Označování dle ADR a CLP se provádí pomocí informačních tabulek na plášti láhve. Požadavky dle CLP vychází z Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008, vydaného dne 16. prosince 2008, o klasifikaci, balení a označování látek. Musí tedy obsahovat jen údaje, kterými je možné látky jednoznačně identifikovat. Identifikační tabulka je označována jako identifikační etiketa.

Etiketa musí obsahovat:

- číslo UN, ES;
- H a P věty;
- úplný název a popis plynu dle ADR;
- bezpečnostní značení;
- informace o výrobcí (kontakt, adresu, název společnosti) [2, s. 10].

3.1.4 Plyny a jejich směsi v tlakových láhvích

- a) bez vlivu na zdraví člověka a životní prostředí (např. vzduch);

- b) působící na zdraví člověka nebo životní prostředí s tím, že u některých plynů se jedná o kombinaci působení:
 - netečné, například He;
 - výbušné, například H₂;
 - hořlavé, například LPG, C₂H₂;
 - nehořlavé, například CO₂;
 - narkotické, například N₂O;
 - toxické, například NH₃ [1, s. 3].

3.2 Konstrukce tlakových láhví

Tlakové láhve se vyrábějí bezešvé i svařované obvykle válcovitého tvaru s konkávní, konvexním nebo plochým dnem z uhlíkových i korozivzdorných ocelí, nebo hliníkových slitin, případně kompozitu. Ocelové bezešvé láhve se vyrábějí z uhlíkových ocelí třídy 11, nebo legovaných ocelí třídy 13 a 15 podle normy ČSN ISO 4705. Láhve se ze základního vývalku za tepla vylisují, vykovají nebo zpětně protlačují, dále se tepelně zpracují (normalizační žíhání). Do hrdla se vyřeže příslušný závit. Pro svařované láhve je postup obdobný s rozdílem, že se láhev sestaví ze dvou výlisků podélným svarem. Pro láhve z hliníkových slitin se používají tvářené vytvrditelné slitiny řady 6000 – AlMgSi, např. 6061. Láhve jsou vyráběny buď protlačováním za tepla nebo za studena vylisováním z ploché desky. Za tepla se poté upraví hrdlo pro závit ventilů. Takto připravené láhve se podrobují normalizačnímu žíhání a umělého stárnutí (vytvrzování). Kompozitní láhve se skládají z pouzdra z hliníkové slitiny a vrstev uhlíkových, skleněných nebo kevlarových vláken. Při ovíjení vláken dochází k vysokému tlaku, kdy je překročena mez kluzu a láhev je plasticky deformována, dochází tak ke zpevňování za studena. Po výrobě se provádí nedestruktivní zkouška celistvosti jak základního materiálu (zkouška vizuální a další, např. ultrazvukem či akustickou emisí) tak případného svarového spoje. Pokud výsledky

nedestruktivních zkoušek vyhovují, provedou se zkoušky těsnosti a přetlakem [16].

3.3 Hrozící rizika při tepelném namáhání tlakové láhve

3.3.1 Hoření

Hořením hořlavého plynu nebo výbuchem výbušného plynu uvolněného z láhve může dojít k rozšíření požáru do okolí. Tento jev se může projevovat do značných vzdáleností, řádově desítek metrů [1, s. 47].

3.3.2 Termická radiace

Součástí procesu hoření hořlavého plynu nebo jeho výbuchu je tepelné působení děje na okolí. Teplo se šíří všemi směry. Důsledkem působení tepelné radiace je jak možné rozšíření požáru, tak riziko popálení zasahujících hasičů, resp. osob a zvířat [1, s. 47].

3.3.3 Tlaková vlna

Rizika spojená s účinky tlakové vlny odpovídají parametrům výbuchového děje a v některých případech jsou destrukční účinky rozhodujícím faktorem negativních důsledků celé události [1, s. 48].

3.3.4 Rozptyl fragmentů

Zejména mechanické vlastnosti pláště láhve v návaznosti na charakter a průběh tepelného namáhání ovlivňují možnost vzniku fragmentů. Tyto části pláště láhve představují při rozptylu nepředpokladatelná rizika. Předpoklad jejich „vzniku“ se v zásadě nedá určit. Představují však velmi vysoká rizika do značných vzdáleností. Může se jednat až o stovky metrů [1, s. 48].

3.3.5 Rozptyl pevných materiálů z prostoru výbuchového děje

Celý děj v okolí láhve při její destrukci má obvykle velmi silné dynamické účinky. Všechny neupevněné předměty, na které působí účinky výbuchového děje, získávají pohybovou a tepelnou energii. Účinky jejich rozptylu se mohou projevat ve vzdálenostech až stovek metrů [1, s. 48].

Významným rysem výbuchu není velké množství energie, který se při něm uvolní, ale výkon, tzn. energie uvolněná za jednotku času [1, s. 48].

3.4 Charakteristika možných havarijních projevů při úniku látek z tlakových láhví

3.4.1 JET

Model JET představuje jednorázový či déle trvající, kontinuální, únik toxické látky do okolního prostředí. Tento model je charakteristický tvorbou toxického oblaku těžkého plynu, který na základě koncentrace dané látky může mít závažné následky pro zasažené osoby [3].



Obrázek 3 – Projev JET po penetraci pláště acetylenové tlakové láhve [vlastní zdroj]

3.4.2 JET FIRE

Havarijní projev JET FIRE charakterizuje déle trvající masivní únik látek se zahořením. V případě rychlého, okamžitého vzniku požáru nahromaděné látky v ovzduší se jedná o model FLASH FIRE, kdy dochází k mžikovému vznícení látky [3].

V momentě, kdy je obal tlakové láhve penetrován střelou dojde nejpravděpodobněji k vytvoření 2 – 3 metrů dlouhého projevu JET nebo JET FIRE. Penetrací pláště láhve dojde k narušení celistvosti pláště, standardně o velikosti použité ráže v závislosti na poloze láhve vůči střelci. V porovnání nebezpečnosti projevu JET a JET FIRE při průstřelu tlakové láhve, je tento projev

výrazně méně nebezpečný než neřízený výbuch tlakové láhve v podmínkách požáru. [4].



Obrázek 4 – Projev JET FIRE po penetraci pláště acetylenové tlakové láhve [vlastní zdroj]

3.4.3 FIRE BALL

Tento model představuje výbuch plynů, par a prachů je charakteristický dosahem tlakové vlny a exploze s možným poraněním samotnou vlnou a střepinami láhve. V blízkosti místa vzniku výbuchu mohou vzniknout smrtelná poranění a poškození okolních budov, aut či dalších objektů a předmětů. Jako následek rovněž může vzniknout požár. Tyto jevy lze charakterizovat vznícením a explozí látky při kterém dochází k ohnivé kouli. V rámci tohoto havarijního projevu lze uvažovat i možném varu kapaliny s postupným zvyšováním tlaku uvnitř zásobníku. Při překročení maximálního tlaku dojde k explozi zásobníku s okamžitou expanzí a uvolněním nebezpečné látky, která vede k vytvoření ohnivé koule. Tento jev je charakterizován modelem BLEVE (Boiling Liquid Expanding Vapor Explosion) [3].



Obrázek 5 – Projev FIRE BALL po neřízené explozi acetylenové láhve [vlastní zdroj]

3.5 Přehled předpisů souvisejících s tlakovými láhvemi

Používání tlakových láhví je v ČR upraveno souborem právních a technických předpisů. Na základě těchto předpisů jsou upraveny podmínky skladování, manipulace, odběru plynů a podmínky stanovující revize a další kontroly. Technické předpisy upravují podmínky pro výrobu, zkoušení, plnění, skladování, přepravu, označování a distribuci tlakových láhví [1].

Základní kritéria pro skladování a používání tlakových láhví jsou uvedena v těchto právních a technických normách:

- Zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů;
- vyhláška MV č. 246/2001 Sb., o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci);
- Zákon č. 22/1997 Sb., o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů;

- Zákon č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání, ve znění pozdějších předpisů (živnostenský zákon);
- ČSN 07 8304 Tlakové nádoby na plyny – Provozní pravidla;
- ČSN 07 8305 Kovové tlakové nádoby k dopravě plynu. Technická pravidla;
- ČSN 38 6462 Zásobování plynem. LPG. Tlakové stanice, rozvod a použití;
- ČSN EN 1440 (07 8440) Přepravní vratné ocelové svařované láhve určené k přepravě zkapalněných uhlovodíkových plynů (LPG) – Periodické zkoušky;
- ČSN EN 1439 (07 8441) Přepravní vratné ocelové svařované láhve určené k přepravě zkapalněných uhlovodíkových plynů (LPG) – Postup pro zkoušky před plněním, v jeho průběhu a po naplnění;
- ČSN 65 6481 Zkapalněné uhlovodíkové plyny. Propan;
- TPG 200 00 Skladování, prodej a doprava tlakových nádob se zkapalněnými uhlovodíkovými plyny (LPG) – bez omezení kapacity;
- TPG 206 01 Láhve na zkapalněné uhlovodíkové plyny;
- TPG 206 21 Značení kovových tlakových láhví k dopravě plynů;
- TPG 401 02 Použití oxidu uhličitého ve výčepních zařízeních;
- TPG 402 01 Tlakové stanice, rozvod a doprava zkapalněných uhlovodíkových plynů (LPG);
- ČSN EN ISO 10 286 (69 0008) Láhve na plyny – terminologie [1, s. 20].

Samotný proces průstřelu tlakové láhve je u HZS ČR zakotven pouze v Bojovém řádu jednotek požární ochrany, konkrétně v Metodickém listu 32 P – Požáry s přítomností tlakových láhví s technickými stlačenými a zkapalněnými

plyny a Metodickém listu 33 P – Požáry s přítomností tlakových láhví s acetylénem. Konkrétně je zde uvedeno:

Prostřelení láhve je krajním řešením v případě, že se v prostoru hoření nachází láhev a nelze zabránit jejímu výbuchu. Je nutné počítat s tím, že uvolněný hořlavý plyn (silné zvukové účinky) vzplane a plamen může dosahovat až do vzdálenosti desítek metrů. Vlivem tlaku se láhev ze svého místa může pohnout o několik metrů. Střelbu může provést pouze specialista Policie České republiky [15, s. 8].

Příslušníci Policie ČR provádí zásah na základě právní definice krajní nouze, která je dle Zákona č. 273/2008 Sb., o Policii ČR opravňuje k použití střelné zbraně [18]. Jakékoliv další právní zakotvení, metodika, apod. neexistuje a samotný zásah odstřelovače při průstřelu tlakové láhve činí velmi nepřehledný [21].

3.6 Bojový řád jednotek požární ochrany

V současné době při zásahu u požáru tlakových láhví postupují jednotky požární ochrany HZS ČR dle taktických postupů zásahu, konkrétně Metodického listu 32 P – Požáry s přítomností tlakových láhví s technickými stlačenými a zkapalněnými plyny a Metodického listu 33 P – Požáry s přítomností tlakových láhví s acetylénem.

Metodické listy jsou rozpracovány do třech jednotlivých kapitol, charakteristika, úkoly a postup činností při zásahu a očekávané zvláštnosti. První část obsahuje základní charakteristiku tlakových láhví a jejich dělení. Dále obsahuje příklady minulého a aktuálního barevného značení dle normy ČSN EN 1089-3. Zároveň jsou v tabulce přehledně zpracovány požárně technické charakteristiky některých technických plynů a další související nebezpečí spojené s výskytem tlakových láhví v prostoru požáru. Ve druhé části metodického listu jsou zpracovány konkrétní úkoly a postup činností při zásahu. Navazující třetí část a závěrečná část obsahuje možné očekávané zvláštnosti.

3.7 Problematika použití střelné zbraně

Metoda prostřelení kovové tlakové láhve v podmínkách skutečného požáru je po zhodnocení všech získaných poznatků a zkušeností jedním ze způsobů, který při splnění podmínek pro provedení střelby, jednoznačně a bez dalších průkazů umožňuje minimalizovat riziko pro zasahující hasiče [1, s. 83].

V praxi je nereálné, aby na místě požáru bylo dostatek vstupních podmínek pro stanovení času destrukce pláště kovové láhve. Již bylo uvedeno, jsou-li splněny podmínky pro bezpečnou střelbu, jeví se tato metoda jako nejvhodnější. Jak z hlediska minimalizace rizika pro zasahující hasiče, tak z hlediska taktiky zasahujících jednotek požárních jednotek. Tuto metodu je vhodné legalizovat a zavést do praxe [1, s. 83].

Pro střelbu není nutné předpokládat potřebu zřízení funkce nebo pozice střelce u Hasičského záchranného sboru ČR. Policie ČR disponuje v každém kraji dostatečným počtem kvalifikovaných střelců pro tuto činnost, kteří jsou trvale v aktuálním čase dosažitelní. Jejich přepravu na místo mimořádné události lze zajistit, mimo jiné způsoby, také s využitím služeb Letecké služby Policie ČR, kde je spolupráce složek v IZS v posledních letech prověřena a lze ji hodnotit jako výbornou. Vynikající schopnosti pilotů této složky jsou při společných akcích mnohonásobně prokázány. Jediným negativním faktorem této varianty okamžité přepravy střelce jsou nepříznivé letové podmínky. Tento faktor nelze nijak ovlivnit [1, s. 84].

Po prostřelení pláště láhve došlo vždy k silným dynamickým účinkům – úniku plynu z láhve a hoření, které byly doprovázeny silným zvukovým efektem. Před provedením prvních nástřelů plášťů láhví umístěných v simulovaných podmínkách požáru byly tři zásadní nejasnosti, otázky, na které bylo nutné dát odpověď [1, s. 84].

Jednalo se především o získání odpovědí zejména na tyto otázky:

1. Kterým směrem bude působit plamen hořícího plynu po prostřelení pláště láhve, zda nezasáhne střelce, který je zákonitě v jeho směru, jaká je pro střelce bezpečná vzdálenost?
2. Dojde po průstřelu k roztržení pláště láhve na fragmenty a jaký bude případný fragmentační obraz?
3. Dojde k takové situaci, při které se prostřelená láhev bude pohybovat v důsledku velmi rychlého proudění plynů otvorem – průstřelem v plášti láhve [1, s. 84]?

Pro nasazení metody prostřelení tlakové láhve střelnou zbraní je nutné dodržet následující obecné zásady:

- a) rozhodnutí o použití střelné zbraně závisí na odborných znalostech velitele zásahu, bez odborných znalostí se použití této metody nedoporučuje,
- b) prostor pro střelbu musí vyhovovat z hlediska bezpečnosti pro okolí,
- c) následky po střelbě musí být vyhodnoceny ve vztahu k rozhodnutí o použití této metody,
- d) střelbu může provádět výhradně zacvičený střelec,
- e) pro střelbu je nutné použít vyzkoušené zbraně [1, s. 102].

Definice použití zbraně dle § 56 zákona č. 273/2008 Sb., o Policii ČR:

(1) Policista je oprávněn použít zbraň

- a) v nutné obraně nebo v krajní nouzi,

b) jestliže se nebezpečný pachatel, proti němuž zakročuje, na jeho výzvu nevzdá nebo se zdráhá opustit svůj úkryt,

c) aby zamezil útěku nebezpečného pachatele, jehož nemůže jiným způsobem zadržet,

d) nelze-li jinak překonat aktivní odpor směřující ke zmaření jeho závažného zákroku,

e) aby odvrátil násilný útok, který ohrožuje střežený nebo chráněný objekt anebo prostor,

f) nelze-li jinak zadržet dopravní prostředek, jehož řidič bezohlednou jízdou vážně ohrožuje život nebo zdraví osob a na opětovnou výzvu nebo znamení dané podle jiného právního předpisu¹⁰⁾ nezastaví,

g) jestliže osoba, proti níž byl použit donucovací prostředek hrozba namířenou střelnou zbraní nebo varovný výstřel, neuposlechne příkazu policisty směřujícího k zajištění bezpečnosti jeho vlastní nebo jiné osoby, nebo

h) ke zneškodnění zvířete ohrožujícího život nebo zdraví osoby [18].

Definice krajní nouze dle § 28 zákona č. 40/2009 Sb., Trestní zákoník:

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

(2) Nejde o krajní nouzi, jestliže bylo možno toto nebezpečí za daných okolností odvrátit jinak anebo způsobený následek je zřejmě stejně závažný nebo ještě závažnější než ten, který hrozil, anebo byl ten, komu nebezpečí hrozilo, povinen je snášet [17].

4 METODIKA

4.1 Charakteristika použitých zbraňových kompletů

4.1.1 Desert Tech DTA SRS A1

Odstřelovací puška Desert Tech DTA SRS A1 je multirážová puška v provedení bullpup. Zásobníková šachta se tedy nachází až za spoušťovým mechanismem zbraně a tím je délka pušky výrazně kratší, než ve standartním provedení. Umožňuje výměnu jednotlivých ráží na základě výměny hlavně, závěru a zásobníku. Výměnu je schopen provést odstřelovač v terénu s pomocí momentového klíče, bez potřeby dalšího nastřelení zbraně. Výrobce deklarovaná přesnost po výměně hlavně je stanovena na 0,2 MOA. V současné době se v AČR používá zbraňový komplet v rážích .308 Winchester a .338 Lapua Magnum. Součástí zbraňového kompletu jsou tlumiče hluku pro jednotlivé ráže, puškohled March Deon D24V52FML, dvojnožka Atlas Bipod V8, noktovizorní předsádka Flir SXR a další příslušenství. Ve výzbroji odstřelovačů AČR je zavedena od roku 2015.



Obrázek 6 – Desert Tech DTA SRS A1 [vlastní zdroj]

4.1.2 Desert Tech DTA HTI

Odstřelovací puška Desert Tech DTA HTI je multirážová puška v provedení bullpup. Puška je určena pro střelbu na dlouhé vzdálenosti s vysokým průbojným účinkem na cíli. Umožňuje výměnu jednotlivých ráží na základě

výměny hlavně, závěru a zásobníku. Výměnu je schopen provést odstřelovač v terénu s pomocí momentového klíče, bez potřeby dalšího nastřelení zbraně. Výrobce deklarovaná přesnost po výměně hlavně je stanovena na 0,2 MOA. V současné době se v AČR používá zbraňový komplet v rážích .375 Cheytac a .50 BMG. Součástí zbraňového kompletu jsou tlumiče hluku pro jednotlivé ráže, puškohled March Deon D24V52FML, dvojnožka Nord Arms, noktovizorní předsádka Flir PVS-27 a další příslušenství. Ve výzbroji odstřelovačů AČR je zavedena od roku 2018.



Obrázek 7 – Desert Tech DTA HTI [vlastní zdroj]

4.1.3 Sako TRG 22

Odstřelovací puška Sako TRG 22 je opakovací puška v provedení s modifikovaným odsuvným válcovým závěrem typu Mauser. Je určena pro střelbu náboji v ráži .308 Winchester k přesné střelbě do 800 metrů. Součástí zbraňového kompletu je tlumič hluku, puškohled Leupold VX-3I, dvojnožka Harris a další příslušenství. Ve výzbroji odstřelovačů AČR je zavedena od roku 2011.



Obrázek 8 – Sako TRG 22 [vlastní zdroj]

4.2 Charakteristika použité munice

Pro měření v rámci experimentu byly vybrány standartní druhy nábojů zavedených v AČR, které se běžně využívají pro výcvik a které jsou zároveň vždy základním střelivem při možném nasazení odstřelovačů AČR. V experimentu nebyly použity speciální střely s řízenou deformací, jelikož nejsou schopné penetrovat plášť tlakové láhve a nebyly použity ani průbojné náboje a jejich další kombinace, jelikož ty prochází skrze obě stěny tlakové láhve a pokračují dále v letu [4]. Na obrázku č. 9 jsou náboje použité v rámci experimentálních měření, přičemž jsou seřazeny od nejmenší ráže po nejvyšší.



Obrázek 9 – Porovnání použité munice [vlastní zdroj]

4.2.1 Nb .308 Winchester B476 Lapua Lock Base 170 gr

Náboj ráže .308 Winchester byl zaveden do výroby v roce 1952 a jedná se zřejmě o nejrozšířenější a nejuniverzálnější typ náboje se středovým zápalem na světě. Ráže je charakteristická mírným zpětným rázem, dobrými balistickými vlastnostmi a rozsáhlou nabídkou různých druhů střel. Střela Lapua Lock Base má vysokou přesnost a plochou balistickou dráhou při střelbě na velké vzdálenosti. Konstrukčně vychází ze střely typu FMJ s „boat tail“ zakončením. Střela typu Lock Base má patentovanou konstrukci základny, díky které má lepší stabilizační vlastnosti než tradiční FMJ [5]. Tento typ náboje je vybaven střelou o hmotnosti 170 gr. Na obrázku č. 9 je náboj umístěn jako první zleva.

4.2.2 Nb .338 Lapua Magnum B408 Lapua Lock Base 250 gr

Náboj ráže .338 Lapua Magnum je špičkový náboj pro pušky se středovým zápalem, speciálně konstruovaný pro extrémně dlouhé vzdálenosti. Náboj je hojně využíván ve všech ozbrojených složkách po celém světě pro svůj vysoký účinek na cíli a balistické vlastnosti [6]. V tomto případě je náboj opět vybaven střelou typu Lapua Lock Base o hmotnosti 250 gr. Na obrázku č. 9 je náboj umístěn jako druhý zleva.

4.2.3 Nb .375 Cheyenne Tactical Desert Tech 352 gr

Náboj ráže .375 Cheyenne Tactical je derivát střely ráže .408 Cheyenne Tactical. Jedná se o speciální monolitický náboj s úzkým hrdlem pro pušky se středovým zápalem pro střelbu na extrémní vzdálenosti. Střely jsou na rozdíl od ostatních typů soustružené na speciálním přístroji z jednoho kusu. Náboj se stal hlavním konkurentem pro zavedené náboje ráže .338 Lapua Magnum a ráže .50 Browning Machine Gun. Náboj je hojně využíván ve všech ozbrojených složkách po celém světě pro svůj vysoký účinek na cíli a balistické vlastnosti. Náboj je typický pro svůj špičatý vzhled v porovnání se standartními tvary střel [7]. V tomto případě je náboj vybaven střelou o hmotnosti 352 gr. Na obrázku č. 9 je náboj umístěn jako třetí zleva.

4.2.4 Nb .50 Browning Machine Gun Ball 704 gr

Náboj ráže .50 Browning Machine Gun je náboj se středovým zápalem primárně určený pro ničení technických prostředků protivníka. Náboj byl vytvořen v období 1. světové války výrazným zvětšením náboje ráže .30-06 Springfield, s cílem vyvinout účinnou protiletadlovou zbraň. Náboj je nejčastěji zaveden a používán spolu s těžkým kulometem M2 namontovaným na vozidlech, letadlech nebo opevněních. Díky svému výkonu je vhodný proti lehce pancéřovaným cílům a opevněním. Z tohoto důvodu začal být používán i jako

náboj pro odstřelovačské pušky. Je zavedeno mnoho typů nábojů se sekundárními vlastnostmi účinku na cíli, například protipancéřové, zápalné, tříštivé, apod. V tomto případě je náboj vybaven střelou typu Ball. Tento typ střely nedisponuje sekundárními vlastnostmi účinku na cíli a je využíván proti nepancéřovaným cílům a živé síle [8]. Na obrázku č. 9 je náboj umístěn jako čtvrtý zleva.

4.3 Charakteristika použitých optických zaměřovačů

4.3.1 March Deon D24V52FML

Optický zaměřovač March Deon D24V52FML je kompaktní taktický zaměřovač určený pro střelbu na dlouhé vzdálenosti. Zvětšení lze nastavit v rozsahu 3x až 24x. Průměr výstupního tubusu je 52 mm, přičemž průměr tubusu těla 30 mm. Zaměřovač je vyhotoven v první fokální rovině s možností výškové a stranové korekce v rozsahu 0,1 MIL. Osnova v puškohledu je typu FML-T1 s možností osvětlení záměrného kříže. V současné době je v AČR tento typ zaměřovače osazen na zbraňových kompletech DTA SRS A1 a DTA HTI.



Obrázek 10 – Puškohled March Deon D24V52FML [22]

4.3.2 Leupold VX-3I

Optický zaměřovač Leupold VX-3I je taktický zaměřovač určený pro střelbu na dlouhé vzdálenosti. Zvětšení lze nastavit v rozsahu 6,5x až 20x. Průměr výstupního tubusu je 50 mm, přičemž průměr tubusu těla 30 mm. Zaměřovač je vyhotoven v druhé fokální rovině s možností výškové a stranové korekce v rozsahu 0,25 MOA. Osnova v puškohledu je typu FINE DUPLEX s možností osvětlení záměrného kříže. V současné době je v AČR tento typ zaměřovače osazen na zbraňovém kompletu SAKO TRG 22.



Obrázek 11 – Puškohled Leupold VX-3I [23]

4.4 Charakteristika použitých měřících přístrojů

4.4.1 Balistický radar Labrador

Jedná se o kompaktní balistický radar využívající k měření systém Dopplerova jevu, který popisuje změnu frekvence a vlnové délky přijímaného oproti vysílanému vlnění, způsobenou nenulovou vzájemnou rychlostí vysílače a přijímače. Přístroj využívá fyzikálního jevu, kdy střela odráží vysílané radiové vlny z přístroje zpět se změněnou frekvencí a vlnovou délkou.



Obrázek 12 – Balistický radar Labradar umístěný na tripodu [24]

4.4.2 Anemometr Kestrel 5700 Elite AB LiNK

Přístroj Kestrel 5700 Elite s technologií Applied Ballistics je kompaktní meteorologická stanice pro měření a zaznamenávání základních podmínek okolního prostředí, včetně rychlosti a směru větru, teploty, vlhkosti, tepelného indexu, tlaku a nadmořské výšky. Přístroj také obsahuje balistický kalkulátor postavený na systému Applied Ballistics s možností pokročilého bezdrátového spojení s dalšími přístroji.



Obrázek 13 – Anemometr Kestrel 5700 Elite AB LiNK [25]

4.4.3 Laserový dálkoměr Moskito

Přístroj Moskito je optoelektronická akviziční jednotka vybavená denním a nočním pozorovacím kanálem, laserovým dálkoměrem, GPS lokalizátorem, měřením azimutu a vertikálních úhlů. Denní pozorovací kanál využívá optickou soustavu s pětinasobným zvětšením, noční pozorovací kanál je realizován formou noktovize s mikrokanálovým zesilovačem. Přístroj umožňuje pozorování a měření vzdáleností objektů umístěných do 4000 metrů od pozorovacího stanoviště při zachování 90 % úspěšnosti.



Obrázek 14 – Laserový dálkoměr Moskito [26]

4.4.4 Software Ballistic-X

Program pro vyhodnocování nástřelu na různých variantách papírových terčů. Umožňuje výpočet rozptylu zbraně, odchylky od záměrného bodu, výpočet středního bodu zásahu a další funkce. V programu je možné pracovat s většinou používaných ráží a vyhodnocovat terče i na různých vzdálenostech od střelce.

4.5 Charakteristika použitých tlakových láhví

V rámci experimentálního měření byly použity řezy tlakových láhví určené pro přepravu a skladování acetylenu včetně monolitické bez-azbestové porézní hmoty UL 1. Řezy tlakových lahví pro použití v rámci experimentů byly vytvořeny z nejběžnějšího rozměru 50 litrové / 10 kilogramové tlakové láhve pro skladování a přepravu acetylenu o rozměrech 1667 x 229 mm, která odolá tlaku 200 barů. Tohoto typu tlakové láhve se v ČR ročně naplní přibližně 500 000 kusů, přičemž se zároveň jedná o třetí nejvyšší podíl naplněných tlakových láhví v ČR [1]. Řezy byly vytvořeny o velikosti 300 mm x 230 mm. Zcela zásadní bylo použití

řezů s porézní hmotou UL 1, jelikož vlastnosti materiálu měly zásadní vliv na pohyb střely uvnitř láhve po průniku svrchního pláště. O acetylenových láhvích uvažuje i Bojový řád HZS ČR jako o nejrizikovějším typu tlakové láhve z hlediska podmínek zásahu hasičů. V případě, kdy není zcela jasné, jakou látkou je tlaková láhev naplněna, mají zasahující hasiči dle Bojového řádu HZS ČR postupovat tak, jako by se jednalo o láhev s acetylenem [15].



*Obrázek 15 – Řez 50 l acetylenové tlakové láhve včetně porézní hmoty UL 1
[vlastní zdroj]*

4.6 Metoda stanovení rozptylu zbraně

Rozptyl zbraně nám určuje výkonnost zbraňového systému a jeho doplňků v závislosti na použité munici a schopnostech střelce. Rozptyl sledovaný při střelbě se skládá ze tří složek: rozptyl zbraně, rozptyl střeliva a rozptyl střelce [9]. Pro měření rozptylu zbraně se nepoužívá zbraň nová ani nadměrně opotřebovaná, jelikož mají obvykle větší rozptyl úhlů výstřelu. Nadměrně opotřebovaná zbraň navíc vykazuje zmenšení ústové rychlosti střel a většinou zvětšuje i rozptyl samotný. Náboje použité při měření mají být jedné výrobní

série a náboje byly uloženy v temperačním prostoru, kde se udržuje stálá teplota [10]. Porovnáním jednotlivých rozptylových obrazců v rámci jednotlivých typů munice a zbraňových kompletů nám vznikne vodítko, na základě kterého jsme schopni zvýšit pravděpodobnost zásahu láhve na určité vzdálenosti například zvýšením počtu střelců nebo změnou střeleckého stanoviště.

4.6.1 Popis pracoviště

Pracoviště měření rozptylu zbraně se skládá z použitého zbraňového kompletu osazeného dvojnožkou jako opora pro střelbu v leže, 20 ks munice jednotlivých ráží, unifikovaného papírového terče ve vzdálenostech 100, 200, 300 metrů v závislosti na použité ráži, anemometru Kestrel a přístroje pro měření úšňové rychlosti projektilů LabRadar.



Obrázek 16 – Pracoviště měření technického rozptylu [vlastní zdroj]

4.6.2 Postupy sběru dat

Měření probíhalo na střelnicích SBV Mětikalov, PS Plešivec ve vojenském újezdu Hradiště, na SBV Podvoří ve vojenském újezdu Boletice a na SBV-B Březina ve vojenském újezdu Březina. Střelba byla prováděna čtyřmi plně vycvičenými střelci zařazenými na pozici odstřelovače AČR. Měření zároveň probíhalo v odlišnou denní dobu a v odlišných klimatických podmínkách v období od prosince 2021 do dubna 2022. Při každé střelecké položce byly zaznamenávány data o povětrnostních podmínkách, ústřední rychlosti a ráži jednotlivých střel a samozřejmě data o dosaženém výsledku na terči. Na základě zvoleného postupu měření byla zachována vysoká variabilita vstupních dat, čímž výsledek měření napodobuje v maximální možné míře různorodost prostředí v podmínkách neznámého prostředí reálného zásahu.

Naměřená data poté byla vyhodnocena za pomoci specializovaného softwaru pro vyhodnocování balistických dat Ballistic-X. Výsledkem je mimo jiné přesné určení rozptylu jednotlivých střeleckých položek v úhlových minutách, jež jsou běžně používané jednotky pro posouzení přesnosti zbraně, tak pro velikost kliku puškohledu. Vzájemným porovnáním rozptylových obrazců a naměřených hodnot byl určen největší změřený rozptyl u jednotlivé ráže jako hodnotící kritérium pro schopnosti střelců a jednotlivých zbraňových kompletů.

4.7 Metoda stanovení vhodné pozice tlakové láhve vůči střelci

4.7.1 Popis pracoviště

Pracoviště stanovení vhodné pozice tlakové láhve vůči střelci se skládá z použitého zbraňového kompletu osazeného dvojnožkou jako opora pro střelbu v leže, 15 ks munice jednotlivých ráží, anemometru Kestrel a přístroje pro měření ústřední rychlosti projektilů LabRadar a řezu tlakové láhve používané pro skladování a přepravu acetyleny včetně porézní hmoty UL 1. Řez tlakové láhve

byl umístěn na různých vzdálenostech v závislosti na použité ráži. Další součástí vybavení pracoviště byl předem připravená pomůcka označující různé úhly. Pomůcka umožňovala nastavit a zafixovat řez láhve v požadované poloze vůči střeleckému stanovišti.

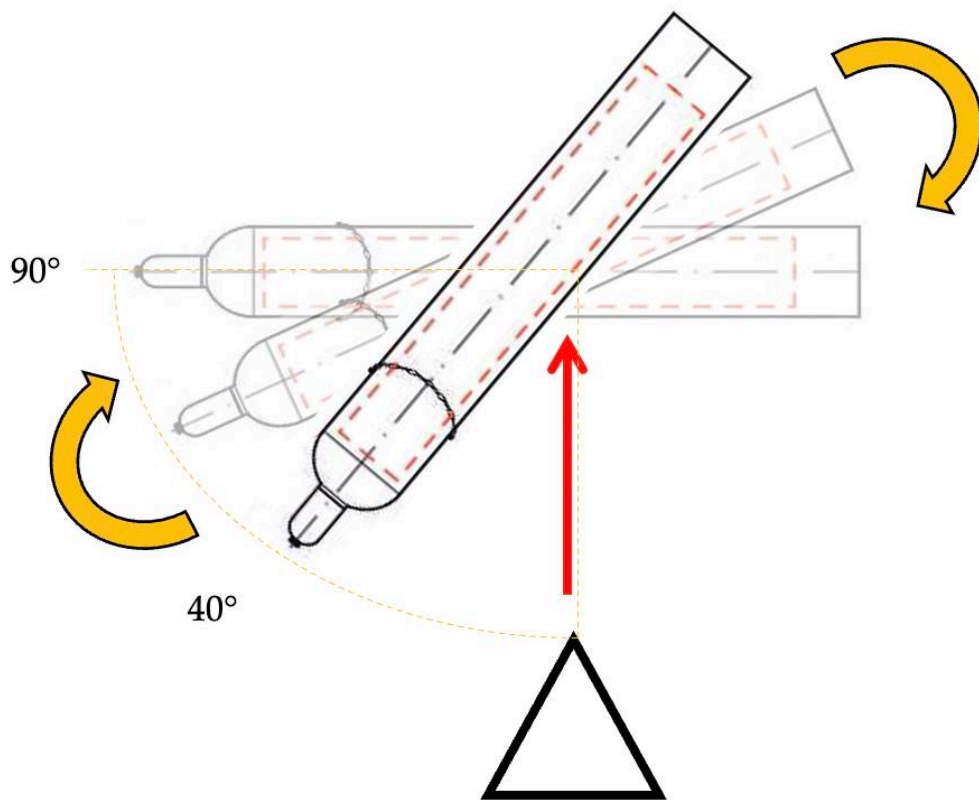


Obrázek 17 – Řez tl. láhve s vyznačeným záměrným bodem [vlastní zdroj]

4.7.2 Postupy sběru dat

Měření probíhalo na střelnicích SBV Mětikalov, PS Plešivec ve Vojenském újezdu Hradiště, na SBV Podvoří ve Vojenském újezdu Boletice a na SBV-B Březina ve Vojenském újezdu Březina. Střelba byla prováděna čtyřmi plně vycvičenými střelci zařazenými na pozici odstřelovače AČR. Měření zároveň probíhalo v odlišnou denní dobu a v odlišných klimatických podmínkách v období od prosince 2021 do dubna 2022. Při každé střelecké položce byly zaznamenávány data o povětrnostních podmínkách, úšťové rychlosti a ráži jednotlivých střel a účinky střel na plášť tlakové láhve. Řez tlakové láhve byl umístěn v rozsahu 190° až 270°, přičemž se pozice měnila vždy o 10° a jako

referenční bod byl zvolen pomyslné hrdlo tlakové láhve. Provedeno bylo tedy celkem devět nástřelů pláště s jednotlivým typem munice. Na základě předpokladu o nejmenším účinku střely na plášti láhve se vždy začínalo v náklonu 10° vůči střelci. Osa střeleckého stanoviště prezentovaná směřováním hlavně zbraňového kompletu a osa tlakové láhve prezentovaná pomyslnou přímkou spojující dno a hrdlo tlakové láhve, svírá úhel 10° . Sledován byl především účinek na plášti láhve, možnost odrazu střely a případný průchod střely skrze oba pláště láhve.



Obrázek 18 – Schéma procesu měření možného náklonu tlakové láhve [vlastní zdroj]

4.8 Metoda stanovení zásahové zóny na tlakové láhvi

4.8.1 Popis pracoviště

Pracoviště pro stanovení zásahové zóny 50 litrové acetylenové tlakové láhve se skládá z použitého zbraňového kompletu osazeného dvojnožkou jako opora pro střelbu v leže, zhruba 10 ks munice jednotlivých ráží v závislosti na přesnosti provedených zásahů, anemometru Kestrel a přístroje pro měření ústové rychlosti projektilů LabRadar a řezu tlakové láhve používané pro skladování a přepravu acetylenu včetně porézni hmoty UL 1. Řez tlakové láhve byl umístěn na různých vzdálenostech v závislosti na použité ráži.



Obrázek 19 – Řez tl. láhve s vyznačeným záměrným bodem [vlastní zdroj]

4.8.2 Postupy sběru dat

Měření probíhalo na střelnicích SBV Mětikalov, PS Plešivec ve vojenském újezdu Hradiště, na SBV Podvoří ve vojenském újezdu Boletice a na SBV-B Březina ve vojenském újezdu Březina. Střelba byla prováděna čtyřmi plně vycvičenými střelci zařazenými na pozici odstřelovače AČR. Měření zároveň probíhalo v odlišnou denní dobu a v odlišných klimatických podmínkách v období od prosince 2021 do dubna 2022. Při každé střelecké položce byly zaznamenávány data o povětrnostních podmínkách, ústřední rychlosti a ráži jednotlivých střel a účinky střel na plášť tlakové láhve. Na láhvi byly vyznačeny orientační záměrné body, přičemž v rámci měření probíhala střelba od středního záměrného bodu směrem k okraji tlakové láhve. Sledován byl především účinek na plášti láhve, možnost odrazu střely a případný průchod střely skrze oba pláště láhve. Na základě tohoto měření je možné stanovit na tlakové láhvi zásahovou zónu, kterou je nutné zasáhnout, aby došlo k průniku střely vnějším pláštěm láhve. Součástí měření byl i pokus o penetraci dna a hrdla tlakové láhve.

4.9 Metoda stanovení ideální vzdálenosti pro střelbu vzhledem k použité munici

4.9.1 Popis pracoviště

Pracoviště stanovení ideální vzdálenosti tlakové láhve s ohledem na použitou munici se skládá z použitého zbraňového kompletu osazeného dvojnožkou jako opora pro střelbu v leže, 20 ks munice jednotlivých ráží, anemometru Kestrel a přístroje pro měření ústřední rychlosti projektilů LabRadar a řezu tlakové láhve používané pro skladování a přepravu acetylenu včetně porézní hmoty UL 1. Řez tlakové láhve byl umístěn na různých vzdálenostech.

4.9.2 Postupy sběru dat

Měření probíhalo na střelnicích SBV Mětikalov, PS Plešivec ve vojenském újezdu Hradiště, na SBV Podvoří ve vojenském újezdu Boletice a na SBV-B Březina ve vojenském újezdu Březina. Střelba byla prováděna čtyřmi plně vycvičenými střelci zařazenými na pozici odstřelovače AČR. Měření zároveň probíhalo v odlišnou denní dobu a v odlišných klimatických podmínkách v období od prosince 2021 do dubna 2022. Při každé střelecké položce byly zaznamenávány data o povětrnostních podmínkách, ústové rychlosti a ráži jednotlivých střel a účinky střel na plášť tlakové láhve. Měření se provádělo od nejmenší vzdálenosti po nejdlejší. Na každé vzdálenosti se nejdříve začínalo od nejmenší ráže, přičemž po zásahu se vždy zdokumentoval účinek střely na tlakové láhvi a poté se pokračovalo s vyšší ráží. Tlaková láhev byla v rámci měření umístěna v základní pozici, tedy dnem na zemi. Zásah byl směřován do pomyslné středové osy tlakové láhve, tak aby byl účinek střely na láhev co největší a nedošlo k odrazu střely.



Obrázek 20 – Účinek střely na plášť tlakové láhve [vlastní zdroj]

5 VÝSLEDKY

5.1 Rozptyl zbraňového kompletu

Na základě měření byl stanoven průměrný rozptyl zásahů na předem definované vzdálenosti. Díky výsledkům měření můžeme reálně pracovat s teoretickou procentuální úspěšností zásahu tlakové láhve. Teoretickou především z důvodu nezapočítání dalších proměnných faktorů ovlivňující dráhu letu střely, typicky směr a síla větru, apod. Tyto faktory jsou z pravidla měřitelné, ovšem předem neznámé a variabilní. Úspěšnost zásahu můžeme později využít v podmínkách reálného zásahu, například zvýšením počtu střelců nebo zvýšením počtu vystřelených střel. V tomto cyklu měření je uvažováno o 50 litrové acetylenové tlakové láhvi o průměru 230 mm. Jednotlivé rozptylové obrazce jsou připojeny jako příloha č. 2 této práce.

5.1.1 Desert Tech DTA SRS A1

Nb .308 Winchester B476 Lapua Lock Base 170 gr

V případě zbraňového kompletu DTA SRS A1 bylo střelci s výše zmíněnou municí na vzdálenost 100 metrů dosaženo v průměru přesnosti 1,342 MOA. To znamená, že při uvažování o této konkrétní vzdálenosti veškeré zásahy v terči překryje kružnice o průměru 3,9 cm, přičemž středem kružnice je vypočítaný středový zásah. Průměrná ústřední rychlost střel v rámci měření byla 816 m/s při teplotě -0,3 °C, okolnímu tlaku prostředí 1005,5 hPa ve výšce 668 metrů nad mořem a relativní vlhkostí vzduchu 76,7 %.

Tabulka 1 – Rozptyl a procentuální pravděpodobnost zásahu .308 WIN

Přesnost v MOA: 1,342		
Vzdálenost v m	Průměr zásahové kružnice v mm	Teoretická procentuální pravděpodobnost zásahu
100	39	100
200	78,1	100
300	117,15	100
400	156,2	100
500	195,25	100

Nb .338 Lapua Magnum B408 Lapua Lock Base 250 gr

V případě zbraňového kompletu DTA SRS A1 bylo střelci s výše zmíněnou municí na vzdálenost 200 metrů dosaženo v průměru přesnosti 1,382 MOA. To znamená, že při uvažování o této konkrétní vzdálenosti veškeré zásahy v terči překryje kružnice o průměru 8 cm, přičemž středem kružnice je vypočítaný středový zásah. Průměrná úšľová rychlost střel v rámci měření byla 848 m/s při teplotě -1,6° celsia, okolnímu tlaku prostředí 1021,1 hPa ve výšce 798 metrů nad mořem a relativní vlhkostí vzduchu 92 %.

Tabulka 2 – Rozptyl a procentuální pravděpodobnost zásahu .338 LM

Přesnost v MOA: 1,382		
Vzdálenost v m	Průměr zásahové kružnice v mm	Teoretická procentuální pravděpodobnost zásahu
100	40,2	100
200	80,4	100
300	120,6	100
400	160,8	100
500	201	100

5.1.2 Sako TRG 22

Nb .308 Winchester B476 Lapua Lock Base 170 gr

V případě zbraňového kompletu Sako TRG 22 bylo střelci s výše zmíněnou municí na vzdálenost 100 metrů dosaženo v průměru přesnosti 1,089 MOA. To znamená, že při uvažování o této konkrétní vzdálenosti veškeré zásahy v terči překryje kružnice o průměru 3,2 cm, přičemž středem kružnice je vypočítaný středový zásah. Průměrná ústňová rychlost střel v rámci měření byla 845 m/s při teplotě -0,3 °C, okolnímu tlaku prostředí 1005,5 hPa ve výšce 668 metrů nad mořem a relativní vlhkostí vzduchu 76,7 %.

Tabulka 3 – Rozptyl a procentuální pravděpodobnost zásahu .308 WIN

Přesnost v MOA:		
1,089		
Vzdálenost v m	Průměr zásahové kružnice v mm	Teoretická procentuální pravděpodobnost zásahu
100	31,7	100
200	63,4	100
300	95,1	100
400	126,7	100
500	158,4	100

5.1.3 Desert Tech HTI

Nb .375 Cheyenne Tactical Desert Tech 352 gr

V případě zbraňového kompletu DTA HTI bylo střelci s výše zmíněnou municí na vzdálenost 300 metrů dosaženo v průměru přesnosti 2,804 MOA. To znamená, že při uvažování o této konkrétní vzdálenosti veškeré zásahy v terči překryje kružnice o průměru 24,5 cm, přičemž středem kružnice je vypočítaný středový zásah. Průměrná ústňová rychlost střel v rámci měření byla 920 m/s při

teplotě 11,8 ° celsia, okolnímu tlaku prostředí 960,1 hPa ve výšce 527 metrů nad mořem a relativní vlhkostí vzduchu 43,8 %.

Tabulka 4 – Rozptyl a procentuální pravděpodobnost zásahu .375 Cheytac

Přesnost v MOA: 2,804		
Vzdálenost v m	Průměr zásahové kružnice v mm	Teoretická procentuální pravděpodobnost zásahu
100	81,6	100
200	163,2	100
300	244,8	93,9
400	326,4	70,5
500	408	56,4

Nb .50 Browning Machine Gun Ball 704 gr

V případě zbraňového kompletu DTA HTI bylo střelci s výše zmíněnou municí na vzdálenost 300 metrů dosaženo v průměru přesnosti 2,857 MOA. To znamená, že při uvažování o této konkrétní vzdálenosti veškeré zásahy v terči překryje kružnice o průměru 25 cm, přičemž středem kružnice je vypočítaný středový zásah. Průměrná úšľová rychlost střel v rámci měření byla 844 m/s při teplotě 5,2° celsia, okolnímu tlaku prostředí 983 hPa ve výšce 653 metrů nad mořem a relativní vlhkostí vzduchu 37,5 %.

Tabulka 5 – Rozptyl a procentuální pravděpodobnost zásahu .50 BMG

Přesnost v MOA: 2,857		
Vzdálenost v m	Průměr zásahové kružnice v mm	Teoretická procentuální pravděpodobnost zásahu
100	83,1	100
200	166,2	100
300	249,3	92,3
400	332,4	69,2
500	415,5	55,4

5.2 Pozice tlakové láhve vůči střelci

5.2.1 Zbraňové komplety Desert Tech DTA SRS A1 a Sako TRG 22

V rámci měření došlo ke shodě naměřených výsledků na plášti tlakové láhve u dvou zbraňových kompletů především z důvodu užití stejného typu munice, tedy B476 Lapua Lock Base 170 gr v ráži .308 Winchester. Zbraňový komplet Sako TRG 22 má z důvodu delší hlavně rychlejší ústovou rychlost střel. V průběhu experimentu byla u tohoto kompletu naměřena v průměru o 24 m/s rychlejší ústová rychlost než u kompletu DTA SRS A1. Při vyhodnocení výsledků účinku střel na plášti tlakové láhve však nebyly nalezeny na pláštích rozdílné účinky a z toho důvodu budou tyto výsledky prezentovány ve společné části.

Náklon řezu tlakové láhve 10°, ráže .308 Win, vzdálenost 100 m



Obrázek 21 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 10° vůči střelci [vlastní zdroj]

Na obrázku lze spatřit viditelnou stopu po odrazu střely od pláště láhve. Střela nezpůsobila žádnou viditelnou deformaci pláště, po kontaktu došlo k jejímu odrazu a tím pádem ke vzniku dalšího nebezpečí.

Náklon řezu tlakové láhve 20°, ráže .308 Win, vzdálenost 100 m



Obrázek 22 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 20° vůči střelci [vlastní zdroj]

Na obrázku lze opět spatřit viditelnou stopu po odrazu střely od pláště láhve. Střela při současném náklonu způsobila drobné prohnutí pláště. Po kontaktu opět došlo k jejímu odrazu. Na obrázku lze současně porovnat odraz při náklonu 10° a 20°, kde je jasně viditelný kratší průběh kontaktu střely s pláštěm spojené s vyšší ztrátou rychlosti střely a větším úhlem odrazu.

Náklon řezu tlakové láhve 30°, ráže .308 Win, vzdálenost 100 m



Obrázek 23 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 30° vůči střelci [vlastní zdroj]

Na obrázku lze opět spatřit viditelnou stopu po odrazu střely od pláště láhve. Střela při současném náklonu způsobila značnou deformaci pláště, ale stále nedošlo k penetraci. Po kontaktu opět došlo k jejímu odrazu. Střela ovšem předala většinu své energie do pláště a výrazně ztratila rychlost letu.

Náklon řezu tlakové láhve 40°, ráže .308 Win, vzdálenost 100 m



Obrázek 24 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 40° vůči střelci [vlastní zdroj]

Při náklonu 40° došlo poprvé k penetraci pláště. Po kontaktu střely s pláštěm tlakové láhve došlo k roztržení střely, přičemž došlo k odrazu části fragmentů a zbývající část střely zůstala zaklíněná v plášti. Celistvost pláště ovšem byla narušena a došlo by k úniku látky uvnitř láhve.

Náklon řezu tlakové láhve 50°, ráže .308 Win, vzdálenost 100 m



Obrázek 25 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 50° vůči střelci [vlastní zdroj]

Při náklonu 50° došlo k průstřelu pláště. Střela pronikla pláštěm kompletní a vytvořila v láhvi oválný otvor odpovídající zhruba kalibru střely, který je způsobený nízkým dopadovým úhlem střely. Zásah byl proveden na zadní část řezu, přičemž střela měla dostatek energie, aby po průchodu pláštěm vytvořila střelný kanál v porézni hmotě.

Náklon řezu tlakové láhve 60°, ráže .308 Win, vzdálenost 100 m



Obrázek 26 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 60° vůči střelci [vlastní zdroj]

Při náklonu 60° došlo v podstatě již k čistému průstřelu pláště. Střela pronikla pláštěm kompletní a vytvořila v láhvi kruhový otvor odpovídající kalibru střely. Střela opět vytvořila střelný kanál v porézní hmotě a dopadla na zadní stranu pláště láhve. Střela však již neměla dostatek energie, aby prošla i druhou stěnou a po nárazu se roztránila. Fragmenty střely zůstaly uvnitř láhve.

Náklon řezu tlakové láhve 70°, 80° a 90°, ráže .308 Win, vzdálenost 100 m



Obrázek 27 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 70° vůči střelci [vlastní zdroj]

Při dalším měření pod úhlem 70°, 80° a 90° došlo v podstatě již k identickým jevům jako při předchozím měření. Střela čistě prošla pláštěm, vytvořila střelný kanál a roztránila se o zadní stěnu tlakové láhve. V každém měření neměla střela dost energie na to, aby poškodila druhý plášť a střela nebo její fragmenty vždy zůstali uvnitř láhve, což je požadovaný efekt z důvodu zachování bezpečnosti v okolním prostředí zásahu.

5.2.2 Zbraňový komplet Desert Tech DTA SRS A1 .338 LM

V tomto cyklu měření byl proveden obdobný pokus, ovšem s užitím jiné munice. Nb .338 Lapua Magnum B408 Lapua Lock Base 250 gr je výrazně rychlejší a těžší než předchozí střela, což zapříčinilo průstřel obou stěn tlakové láhve na vzdálenost 100 metrů. Střela tedy byla vyhodnocena jako příliš výkonná na tuto vzdálenost a test se prováděl za dodržení stejných podmínek na vzdálenost 200 metrů.

Náklon řezu tlakové láhve 10°, ráže .338 LM, vzdálenost 200 m



Obrázek 28 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 10° vůči střelci [vlastní zdroj]

Na obrázku lze spatřit viditelnou stopu po odrazu střely od pláště láhve. Střela nezpůsobila žádnou viditelnou deformaci pláště, po kontaktu došlo k jejímu odrazu a tím pádem ke vzniku dalšího nebezpečí.

Náklon řezu tlakové láhve 20°, ráže .338 LM, vzdálenost 200 m



Obrázek 29 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 20° vůči střelci [vlastní zdroj]

Na obrázku lze opět spatřit viditelnou stopu po odrazu střely od pláště láhve. Střela při současném náklonu opět způsobila jen drobné prohnutí pláště v řádu desetin milimetru. Po kontaktu střely s pláštěm tlakové láhve opět došlo k jejímu odrazu.

Náklon řezu tlakové láhve 30°, ráže .338 LM, vzdálenost 200 m



Obrázek 30 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 30° vůči střelci [vlastní zdroj]

Na obrázku lze opět spatřit viditelnou stopu po odrazu střely od pláště láhve. Střela při současném náklonu způsobila značnou deformaci pláště, ale stále nedošlo k penetraci. Po kontaktu opět došlo k jejímu odrazu.

Náklon řezu tlakové láhve 40°, ráže .338 LM, vzdálenost 200 m



Obrázek 31 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 40° vůči střelci [vlastní zdroj]

Teprve při náklonu 40° došlo k penetraci pláště stejně jako v případě užití předchozího typu munice. Po kontaktu střely s pláštěm tlakové láhve došlo k roztržení střely, přičemž došlo k odrazu části fragmentů a zbývající část střely zůstala zaklíněná v plášti. Celistvost pláště ovšem byla narušena a došlo by k úniku látky uvnitř láhve.

Náklon řezu tlakové láhve 50°, ráže .338 LM, vzdálenost 200 m



Obrázek 32 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 50° vůči střelci [vlastní zdroj]

Při náklonu 50° došlo k průstřelu pláště. Střela pronikla pláštěm kompletní a vytvořila v láhvi oválný otvor, který je způsoben nízkým dopadovým úhlem střely. Otvor odpovídá zhruba kalibru střely. Zásah byl proveden na zadní část řezu, přičemž střela měla dostatek energie, aby po průchodu pláštěm vytvořila střelný kanál v porézni hmotě a pokračovala v letu.

Náklon řezu tlakové láhve 60°, 70°, 80°, 90°, ráže .338 LM, vzdálenost 200 m



Obrázek 33 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 90° vůči střelci [vlastní zdroj]

Při dalším měření pod úhlem 60°, 70°, 80° a 90° došlo v podstatě již k identickým jevům jako při předchozím měření. Střela čistě prošla pláštěm, vytvořila střelný kanál v porézní hmotě a roztříštila se o zadní stěnu tlakové láhve. Střela nebo její fragmenty na tuto vzdálenost vždy zůstali uvnitř láhve, což je požadovaný efekt z důvodu zachování bezpečnosti v okolním prostředí zásahu.

5.2.3 Zbraňový komplet Desert Tech HTI .375 Cheytac

Následující cyklus měření byl proveden dle stejných pravidel, ovšem s užitím jiné munice. Nb .375 Cheyenne Tactical Desert Tech 352 gr dosahuje díky svému speciálnímu tvaru výrazně vyšších rychlostí a díky poměrně velké hmotnosti střely dosahuje i výrazných účinků v cíli. V rámci měření střela penetrovala obě stěny láhve na vzdálenost 100 a 200 metrů. Na vzdálenosti 300 metrů střela způsobila po průchodu tlakovou láhví v protilehlém plášti tlakové láhve výraznou deformaci s trhlinou, ale fragmenty střely již zůstaly uvnitř tlakové láhve. Samotné měření se tedy provádělo na vzdálenost 300 metrů od střeleckého stanoviště za dodržení stejných podmínek jako v případě předchozích měření.

Náklon řezu tlakové láhve 10°, ráže .375 Cheytac, vzdálenost 300 m



Obrázek 34 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 10° vůči střelci [vlastní zdroj]

Na obrázku lze spatřit viditelnou stopu po odrazu střely od pláště láhve. Střela nezpůsobila žádnou viditelnou deformaci pláště, po kontaktu došlo k jejímu odrazu a tím pádem ke vzniku dalšího nebezpečí. Střela po zásahu tlakové láhve měla dostatek energie a pokračovala vysokou rychlostí v letu.

Náklon řezu tlakové láhve 20°, ráže .375 Cheytac, vzdálenost 300 m



Obrázek 35 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 20° vůči střelci [vlastní zdroj]

Na obrázku lze opět spatřit viditelnou stopu po odrazu střely od pláště láhve. Střela při současném náklonu způsobila značnou deformaci pláště, ale stále nedošlo k penetraci. Po kontaktu opět došlo k jejímu odrazu.

Náklon řezu tlakové láhve 30°, ráže .375 Cheytac, vzdálenost 300 m



Obrázek 36 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 30° vůči střelci [vlastní zdroj]

Na obrázku lze opět spatřit viditelnou stopu po odrazu střely od pláště láhve. Střela při současném náklonu způsobila značnou deformaci pláště a částečně penetrovala obal tlakové láhve. Primárně došlo k odrazu střely, ale značnou deformací pláště tlakové láhve došlo k vytvoření trhlin v místě dopadu střely. Lze předpokládat, že v tomto případě by došlo k úniku látky z tlakové láhve.

Náklon řezu tlakové láhve 40°, ráže .375 Cheytac, vzdálenost 300 m



Obrázek 37 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 40° vůči střelci [vlastní zdroj]

Při náklonu 40° došlo ke kompletní penetraci pláště, přičemž střela pokračovala v letu skrze porézní hmotu a roztříštila se uvnitř láhve o stěnu tlakové láhve. Druhou stěnu tlakové láhve střela neprorazila a nezpůsobila ani výraznější deformaci pláště. Fragmenty střely zůstali uvnitř tlakové láhve.

Náklon řezu tlakové láhve 50°, 60°, 70°, 80°, 90°, ráže .375 Cheytac, vzdálenost 300 m



Obrázek 38 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 90° vůči střelci [vlastní zdroj]

Při dalším měření pod úhlem 50°, 60°, 70°, 80° a 90° došlo v podstatě již k identickým jevům jako při předchozím měření. Střela čistě prošla pláštěm, vytvořila střelný kanál v porézní hmotě a roztříštila se o zadní stěnu tlakové láhve. Střela nebo její fragmenty na tuto vzdálenost vždy zůstali uvnitř láhve, což je požadovaný efekt z důvodu zachování bezpečnosti v okolním prostředí zásahu. Zároveň však se zvyšováním úhlu vůči střelci docházelo k výraznější deformaci zadního pláště a při náklonu 80° a 90° došlo k vytvoření trhlin v místě roztříštění střely a pravděpodobně by došlo k úniku látky i z tohoto místa. Viditelná trhlina druhého pláště je označena červeným kruhem na následujícím obrázku.



Obrázek 39 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 90° vůči střelci [vlastní zdroj]

5.2.4 Zbraňový komplet Desert Tech HTI .50 BMG

V tomto cyklu bylo provedeno měření s Nb .50 Browning Machine Gun Ball 704 gr, přičemž se jedná o výrazně těžší střelu, která charakteristická vysokou energií po celou dobu letu střely. Střela se běžně užívá pro ničení lehce pancéřovaných cílů nebo technického vybavení nepřítele. V rámci základního měření střela penetrovala obě stěny tlakové láhve i na vzdálenost 500 metrů. Střela tedy byla vyhodnocena jako příliš výkonná a po provedení základních měření na zjištění účinku střely byla vyřazena. Střela v rámci měření penetrovala oba pláště tlakové láhve i při náklonu 10°, tudíž se v měření dále nepokračovalo. Na obrázku lze spatřit v místech kontaktu střely velké otřepy materiálu pláště tlakové láhve, tento jev viditelný u střel větších ráží s vysokou energií.



Obrázek 40 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 10° vůči střelci [vlastní zdroj]

5.3 Vzdálenost láhve vzhledem k použité munici

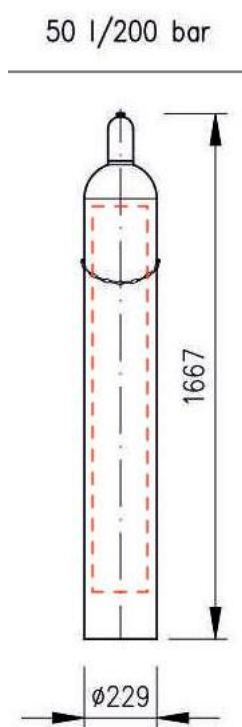
Požadovanou vlastností při průstřelu tlakových láhví z hlediska bezpečnosti zásahu je úspěšná penetrace pláště tlakové láhve, kdy je naplněna podmínka, že střela zůstane uvnitř tlakové láhve a dále nepokračuje v letu. Tento aspekt je velice důležitý z hlediska sekundárního ohrožení vzniklým po případném odrazu střely od pláště tlakové láhve nebo v případě, že penetruje obě stěny pláště a pokračuje dál v letu. V tabulce níže najdeme srovnání jednotlivých ráží a jejich účinek na předem definované vzdálenosti. V případě jednostěnné penetrace, došlo k úspěšnému průchodu střely pláštěm tlakové láhve a střela zůstala uvnitř láhve. Další možností je oboustranná penetrace, tzn. že střela pronikla prvním i druhým pláštěm tlakové láhve a pokračovala dál v letu. Poslední možností je, že střela na danou vzdálenost plášť láhve nepenetrovala.

Tabulka 6 – Účinek střel různých ráží na různých vzdálenostech

Použitá munice	100 m	200 m	300 m	400 m	500 m
Nb .308 Win	Penetrace jedné stěny	Penetrace jedné stěny	Střela neprošla	Střela neprošla	Střela neprošla
Nb .338 LM	Penetrace obou stěn	Penetrace jedné stěny	Penetrace jedné stěny	Penetrace jedné stěny	Penetrace jedné stěny
Nb .375 Cheytac	Penetrace obou stěn	Penetrace obou stěn	Částečná penetrace obou stěn	Penetrace jedné stěny	Penetrace jedné stěny
Nb .50 BMG	Penetrace obou stěn	Penetrace obou stěn	Penetrace obou stěn	Penetrace obou stěn	Penetrace obou stěn

5.4 Metoda stanovení zásahové zóny na tlakové láhvi

Výsledky měření stanovili velikost zásahové zóny na tlakové láhvi, tzn. jedná se o takovou zónu, kde střela úspěšně penetruje plášť tlakové láhve. Signifikanční pro tento experiment bylo, že pokud nebyla dodržena zjištěná velikost zásahové zóny, která je počítána od pomyslné středové osy tlakové láhve, dojde z důvodu válcovitého tvaru láhve k odrazu střely a následně jen velmi těžko předvídatelné rotaci střely. V podmínkách reálného zásahu je toto naprosto zásadní argument, jelikož chybné umístění střely odstřelovačem může vést ke způsobení sekundárních škod na majetku, zdraví a životech.



Obrázek 41 – Příklad stanovené zásahové zóny [vlastní zdroj]

Na obrázku č. 41 je znázorněn příklad stanovené zásahové zóny tlakové láhve na vzdálenost 100 metrů při použití Nb .308 Winchester. Důležité je, že zásahová zóna neobsahuje dno ani vrchlík láhve. V rámci měření docházelo vzhledem k zaoblenému tvaru těchto částí k odrazům střel a pouze nízké pravděpodobnosti zásahu. Zároveň tloušťka materiálu použitého na dně tlakové

láhve je natolik silná, že je plášť pro střely použité v rámci měření mimo typu Nb .50 BMG v podstatě neprůchodný [11].



Obrázek 42 – Zásah hrdla tlakové láhve [vlastní zdroj]

Tyto dvě místa na tlakové láhvi byly jako možné zásahové zóny vyloučeny, především z důvodu vysoké možnosti vzniku sekundárních nebezpečí po odrazu střel na zdraví, život a majetek bez požadovaného efektu. Níže v tabulce jsou uvedené hodnoty velikostí zásahových zón na jednotlivých předem definovaných vzdálenostech s použitím různé munice.

Tabulka 7 – Velikost zásahové zóny na různých vzdálenostech

Použitá munice / vzdálenost	100 m	200 m	300 m	400 m	500 m
Nb .308 Win	17 cm	15 cm	X	X	X
Nb .338 LM	21 cm	19 cm	17 cm	15 cm	13 cm
Nb .375 Cheytac	23 cm	22 cm	21 cm	19 cm	17 cm
Nb .50 BMG	23 cm	23 cm	23 cm	23 cm	23 cm

5.5 Celkové shrnutí

Z důvodu obsáhlosti je výsledná tabulka uvedena jako příloha č. 1 této práce. Z provedených měření vyplývá, že je nevhodné střílet na tlakovou láhev, jejíž osa svírá menší úhel než 40° vůči ose střelce, jelikož je vysoká pravděpodobnost, že dojde k odrazu střely. Toto tvrzení platí pro všechny druhy střel mimo ráže .375 CheyTac a .50 BMG. Ráže .375 částečně penetrovala tlakovou láhev i při náklonu 30° vůči ose střelce, došlo k vzniku trhlin v plášti tlakové láhve a pravděpodobně by vlivem tlaku došlo k úniku látky. Ráže .50 BMG penetrovala obě dvě stěny tlakových láhví pod vysokým úhlem i na velkou vzdálenost a z tohoto důvodu byla z měření pro svoji vysokou účinnost v cíli vyřazena. Takticky je však vždy doporučováno střílet na tlakovou láhev kolmo a vyhnout se kritickým úhlům náklonu, při kterých se zvyšuje pravděpodobnost odrazu střely [11].

Výsledky měření nám také stanovili vzdálenosti pro použití jednotlivých typů munice. Na základě výsledků lze konstatovat, že ráže .308 Winchester

s uvedenou municí je vhodné použít do vzdálenosti 200 metrů, kde je vysoká pravděpodobnost penetrace pláště tlakové láhve a zároveň střela nedisponuje takovou energií, aby pronikla i druhým pláštěm tlakové láhve. Dojde k roztržení střely a fragmenty zůstávají uvnitř tlakové láhve. Ráže .338 Lapua Magnum s uvedenou municí je nevhodné použít při vzdálenostech do 150 metrů, jelikož je vysoké riziko penetrace druhého pláště a tím vzniku podružného nebezpečí pro okolí. Naopak při vzdálenostech od 200 metrů se pozitivně projevuje vysoká energie střely a výborné letové schopnosti, tudíž je vhodnou volbou pro penetraci tlakových láhví na delších vzdálenostech. V případě ráže .375 CheyTac s uvedenou municí se projevuje vysoká energie střely a střela není vhodná k použití do vzdálenosti 350 metrů, jelikož penetruje oba pláště tlakové láhve. V případě této varianty je nutné se zamyslet i nad poměrně vysokým rozptylem zbraňového kompletu a pravděpodobností zásahu na větší vzdálenosti, kde by tato ráže našla využití. Dle názoru autora je vhodné tuto ráži použít pouze v případě, kdy odstřelovači nejsou schopni z objektivních důvodů zaujmout bližší střelecké stanoviště. Ráže .50 BMG byla pro střelbu tlakových láhví vyhodnocena jako nevhodná především z důvodu vysokého účinku v cíli. Střela penetrovala oba dva pláště tlakové láhve i na vzdálenost 500 metrů a z měření byla vyřazena.

Je nutné zmínit, že výsledné shrnutí nekalkuluje s pravděpodobností zásahu cíle z hlediska objektivních povětrnostních podmínek v době zásahu. V rámci shrnutí je počítáno pouze s výsledkem měřeného rozptylu jednotlivých zbraňových kompletů, který je dán vlastní přesností munice a střeleckou chybou měřeného vzorku odstřelovačů. Tato pravděpodobnost nelze předem stanovit, je totiž extrémně závislá na aktuální situaci, přičemž v podmínkách reálného zásahu je nutné se především spoléhat na profesní způsobilost a zkušenosti zasahujících odstřelovačů.

6 DISKUZE

V rámci zpracování této práce byl proveden rozhovor s velitelem družstva HZS ČR ze stanice Dobříš nprap. Bc. Antonínem Jarošem a náměstkem pro IZS Krajského ředitelství HZS ČR v Praze plk. Ing. Janem Horou o běžné praxi při řešení požáru v přítomnosti tlakových láhví [19][20]. Na základě tvrzení uvedených v rámci diskuze, praktických zkušeností autora z jiných měření a výsledků této práce podpořené například výsledky měření, které prováděl kolektiv autorů z Gdaňské univerzity v roce 2017 [4], autor práce nedoporučuje nasazení odstřelovače pro likvidaci tlakových láhví do objemu 40 litrů nebo pro láhve do 33 kg naplněné propan butanem. Na základě provedených měření bylo vyhodnoceno, že v případě použití odstřelovače při průstřelu tlakových láhví menších objemů, které mají užší stěny pláště dochází k penetraci obou dvou stěn tlakové láhve. Z hlediska posouzení rizik způsobených neřízeným výbuchem těchto láhví a rizikem způsobených podružných škod při průstřelu je hodnocené riziko v podstatě na stejné úrovni. Riziko zásahu za použití odstřelovače by se výrazně snížilo za situace, kdy se kolem tlakové láhve umístí balistické pláty schopné pojmout střelu po průstřelu. Při uvažování o této situaci by se však rapidně zvýšilo riziko pro zasahující hasiče, kteří by balistické pláty museli kolem tlakové láhve rozmístit. Zásah odstřelovače se v těchto případech z hlediska vzniku podružných rizik, vynaloženého úsilí na zajištění bezpečného prostoru, případně rozmístění balistických plátů a dalších nákladů jeví jako neefektivní. Na základě tohoto hlediska byly autorem práce po provedené diskuzi zařazeny do praktických měření v rámci této práce pouze láhve o velikosti 50 litrů, konkrétně řezy acetylenových tlakových láhví, tak jak jsou definovány v předchozích kapitolách. Zároveň vzhledem ke své běžně používané velikosti je v tomto případě riziko neřízeného výbuchu nesrovnatelně vyšší, než v případě provedení průstřelu odstřelovačem, tak jak bylo uvedeno v příspěvku zpracovaným kolektivem autorů v rámci 1st Czech-China Scientific

Conference v roce 2015 [12]. Autor plně souhlasí s tvrzením uvedeným v příspěvku kolektivu autorů z Gdaňské univerzity, že v případě uvažování o této velikosti tlakových láhví není větší riziko, než riziko neřízené exploze tlakové láhve [4]. Průběh neřízené exploze acetylenové tlakové láhve byl detailně popsán v rámci experimentu provedeném v Kaznějově v roce 2014, který mapuje procesy uvnitř tlakové láhve a účinky exploze v zastavěných oblastech [12]. Účinky takové exploze jsou destruktivní a dosahují velkých škod na životech, zdraví a majetku.

Navzdory informacím uvedených v Bojovém řádu HZS ČR byla autorem práce jako nejrizikovější vyhodnocena tlaková láhev naplněná kyslíkem. Při neřízené explozi byly fragmenty tlakové láhve naplněné kyslíkem nalezeny až 198 metrů od místa výbuchu [4]. Ekvivalent neřízeného výbuchu kyslíkové tlakové láhve je výbuch 0,5 kg TNT ve vzdálenosti 8 metrů [4]. V případě kyslíkových tlakových láhví je možné uskutečnit průstřel, ale není tak bezpečný jako v případě acetylenových tlakových láhví. Po průstřelu kyslíkové tlakové láhve dojde k vytvoření chemické reakce, která v podstatě vytvoří improvizovaný raketový motor, který má trysku v místě průstřelu. Pohyb takové láhve lze jen těžko předpokládat, ale bylo změřeno, že čím dále od středu je umístěný zásah, tím dochází k větší rotaci tlakové láhve. Kyslíkové láhve po průstřelu jsou schopné letět až 50 metrů od místa průstřelu tlakové láhve [4]. Autor se závěry uvedenými v příspěvku plně souhlasí, jelikož má s problematikou průstřelu tlakových láhví naplněných kyslíkem osobní zkušenosti v rámci provádění měření, které nejsou součástí této práce. Zároveň je nutné se zamyslet nad mírou zastoupení kyslíkových tlakových láhví v celkovém počtu naplněných láhví. V rámci ČR se jedná o 1 000 000 ks ročně, přičemž převažuje plnění do tlakových láhví o vodním objemu 40 a 50 litrů [1]. V rámci tlakových láhví většího objemu tak kyslík zaujímá první místo z celkového počtu naplněných tlakových láhví v ČR. Jedná se zhruba o

dvojnásobný počet oproti acetylenovým tlakovým láhvím. Kyslíkové tlakové láhve se často nacházejí v kombinaci s acetylenovými tlakovými láhvemi, jelikož směs těchto látek má schopnost vytvořit plamen o vysoké teplotě a využívá se pro svařování plamenem. Pravděpodobnost výskytu těchto tlakových láhví v podmínkách požáru je tedy poměrně vysoká.

Na základě těchto informací, informací uvedených v Bojovém řádu HZS ČR a závěrů provedených měření v rámci příspěvku [4] se autor domnívá, že v podmínkách požáru by se měl provádět průstřel tlakové láhve na minimální bezpečné vzdálenosti 200 metrů. Tato vzdálenost je mimo jiné uvedená i jako výchozí vzdálenost pro postavení zasahujících složek IZS v Metodickém listu Bojového řádu HZS ČR [15]. Zároveň autor nesouhlasí se závěry příspěvku kolektivu autorů na XV. mezinárodní vědecké konferenci v Žilině, kde kolektiv autorů stanovil minimální bezpečnou vzdálenost pro provedení průstřelu na 100 metrů [11]. Porovnáním výsledků rozptylu fragmentů tlakových láhví naplněných různými druhy látek po neřízené explozi jsou popsány v příspěvku kolektivu autorů z Gdaňské univerzity. Experimentem bylo zjištěno, že v případě acetylenové tlakové láhve byly fragmenty nalezeny 64 metrů od místa exploze a v případě kyslíkové tlakové láhve byly fragmenty nalezeny 198 metrů od místa exploze [4]. Nejvyššího rozptylu fragmentů tlakové láhve dosáhla láhev naplněná metanem, kdy bylo změřeno, že fragment o velikosti kovbojského klobouku letěl dále než 500 metrů od místa exploze [4]. Při uvažování o doporučené bezpečné vzdálenosti menší než 200 metrů by tedy mohlo dojít ke zcela zbytečnému ohrožení zasahujících složek IZS. Na vzdálenost 200 metrů je zároveň dosahováno srovnatelných střeleckých výkonů a účinků střel na tlakovou láhev jako v případě umístění střeleckého stanoviště ve vzdálenosti 100 metrů. Zásadním faktorem pro určení vhodné vzdálenosti je rozptyl jednotlivých zbraňových kompletů. Při uvažování o vzdálenosti 200 metrů je velmi vysoká pravděpodobnost zásahu láhve první ranou ze všech ráží zbraňových kompletů

měřených v rámci této práce. Zároveň je však nutné na tuto vzdálenost vyřadit výkonnější ráže .375 CheyTac a .50 BMG, jelikož střely na této vzdálenosti penetrují oba dva pláště tlakových láhví a pokračují dále v letu, kde mohou způsobit podružné nebezpečí. V případě dodržení striktní vzdálenosti střeleckého stanoviště 200 metrů od tlakové láhve a v případě kolmého postavení stanoviště zároveň autor na základě výsledků nedoporučuje použití ráže .338 Lapua Magnum, jelikož hrozí vysoké riziko průstřelu obou plášťů tlakové láhve. Autorem doporučená bezpečná vzdálenost 200 metrů je v rozporu s výsledky případové studie kolektivu autorů polské univerzity AGH, kde je uvedeno, že v případě samovolného výbuchu 50 litrové acetylenové tlakové láhve byly fragmenty láhve nalezeny 280 metrů od místa výbuchu [13]. Výsledky této případové studie jsou však jediné, které uvádějí takto vzdálený dopad fragmentů acetylenových tlakových láhví. V rozdílných měřeních se zpravidla jedná o vzdálenost do 70 metrů [4].

Z provedených měření v rámci této práce vyplývá, že zcela nevyhovující je náklon tlakové láhve do 30° vůči ose střelce. Autor opět nesouhlasí se závěry kolektivu autorů v příspěvku na XV. mezinárodní vědecké konferenci v Žilině, kde uvádějí, že láhev lze prostřelit i pod úhlem 30° [11]. Na základě výsledků měření provedených v rámci této práce, které byly provedeny s výkonnostně a konstrukčně srovnatelnými typy munice jako v případě zmíněného příspěvku a lze konstatovat, že do úhlu 40° je vysoké riziko odrazu střely od pláště tlakové láhve a také vysoké riziko, že střela plášť nepenetruje u všech zbraňových kompletů a ráží použitelných na vzdálenosti 200 metrů. Zároveň dle výsledku měření nejsou střely schopné penetrovat plášť tlakové láhve pod úhlem 30° . Způsobí poměrně velkou deformaci pláště, ale po kontaktu střely s pláštěm tlakové láhve dojde k odrazu střely. Autor plně souhlasí s tvrzením, uvedeným v příspěvku kolektivu autorů v rámci XV. mezinárodní vědecké konferenci v Žilině, že pokud to podmínky zásahu umožní je všeobecně doporučeno střílet

na tlakovou láhev kolmo [11]. Při tomto náklonu se výrazně snižuje riziko odrazu střely a střelec má zároveň vhodné podmínky na správné umístění zásahu.

Zásahovou zónu na tlakové láhvi zásadně ovlivňuje kulovitý tvar. Zásah musí směřovat do středu osy tlakové láhve, aby byla zajištěná co největší pravděpodobnost penetrace pláště tlakové láhve. Zároveň můžeme konstatovat, že velikost této zásahové zóny zásadním způsobem ovlivňuje vzdálenost střeleckého stanoviště, ráže a váha střely a její ústřední rychlost, respektive množství energie uvolněné při dopadu střely na plášť tlakové láhve. V ideálním případě je autorem vždy doporučeno střílet na tlakovou láhev kolmo z důvodu minimalizace pravděpodobnosti odrazu střely a zásah směřovat doprostřed tlakové láhve, především z důvodu snížení možné rotace tlakové láhve v případě že je naplněna kyslíkem. Autorovo tvrzení podporují výsledky jiných měření, kde dále hodnotí i možnosti průstřelu vrchlíku při použití průbojné munice [4]. Mimo jiné však upozorňují na nevhodnost použití tohoto typu munice především kvůli vzniku podružných škod [4]. Jako zcela nevhodné místo pro umístění zásahu je dno tlakové láhve, materiál je zde tak silný, že nedošlo k penetraci ani průbojné střely a autor práce toto místo zásadně nedoporučuje. Toto tvrzení potvrzují i výsledky uvedené v příspěvku kolektivu autorů v rámci XV. mezinárodní vědecké konferenci v Žilině [11] a autor s nimi plně souhlasí.

Dalším aspektem zásahu je dosažený rozptyl zbraňového kompletu především při střelbě na delší vzdálenosti. Se zvyšující se vzdáleností klesá procentuální úspěšnost zásahu zásahové zóny na tlakové láhvi první ranou. Tento problém lze poměrně jednoduše vyřešit nasazením více odstřelovačů. Taktika simultánního výstřelu více odstřelovačů se zcela běžně používá i v rámci působení odstřelovačů na klasické cíle, čímž výrazně zvyšují pravděpodobnost úspěšného zásahu. Zároveň je však nutné s narůstající vzdáleností střeleckého stanoviště počítat s povětrnostními vlivy, které zásadně ovlivňují dráhu letu

střely. Vliv povětrnostních podmínek na zásah je nesporný a neovlivnitelný, ale pravděpodobnost zásahu je extrémně závislá na úrovni výcviku a profesní způsobilosti zasahujícího odstřelovače. Vycvičený odstřelovač dokáže pracovat s těmito podmínkami a zahrnout je do výpočtu balistické korekce tak, aby pravděpodobnost zásahu první ranou zvýšil na maximální možnou hodnotu. V rámci naměřených výsledků této práce je opět zcela zásadní zvolení vhodné vzdálenosti pro střelbu a zároveň volba vhodného zbraňového systému, kde rozptyl odpovídá požadovaným rozměrům zásahové zóny na tlakové láhvi. V podmínkách zásahu složek IZS při požáru tlakových láhví je však zcela zásadní myslet především na bezpečnost zasahujících složek, životy, zdraví případných zúčastněných osob, zvířat a minimalizaci škod na majetku. Z toho důvodu je zcela zásadní volba vhodného střeleckého stanoviště. Stanoviště se musí nacházet ve výhodné vzdálenosti vzhledem k rozptylu zbraňového kompletu a účinku dané ráže na tlakovou láhev. Střelecké stanoviště musí dále umožňovat čistý výhled na tlakovou láhev, ideálně kolmo na láhev a musí umožňovat zaujetí stabilní střelecké polohy. Cílem je minimalizovat ohrožení zasahujících složek v případě neřízené exploze tlakové láhve a dále snížení možnosti nezasazení a neproražení pláště tlakové láhve v co největší míře.

Zásadním nedostatkem dle názoru autora práce je neexistence metodiky zásahu policejního odstřelovače při požáru tlakových láhví. Autor práce navrhuje vytvoření základního rámce této metodiky na základě výsledků této práce. Je zcela zřejmé, že metodika nemůže být striktně určující, vzhledem k variabilitě podmínek při jednotlivých zásazích, ale může dát základní bezpečnostní doporučení, které povedou k minimalizaci vzniku podružných škod a ohrožení života a zdraví zúčastněných osob. Jako zcela zásadní spatřuje autor dodržení bezpečné vzdálenosti při zásahu a to ve vzdálenosti 200 metrů. Jak již bylo zmíněno výše, tato vzdálenost stále poskytuje vysokou pravděpodobnost zásahu a požadovaného účinku střely na plášť láhve, zároveň

je to bezpečná vzdálenost v případě neřízené exploze většiny typů tlakových láhví. Dalším zcela zásadním aspektem je volba vhodného střeleckého stanoviště, které musí umožňovat střelbu na láhev pod větším úhlem než 40°. Metodika by měla obsahovat i doporučený materiál, který by měl být ve výbavě zasahujících složek IZS. Z pohledu autora by to měly být především vhodné balistické pláty umožňující rychlé rozmístění kolem tlakové láhve v případě, že podmínky zásahu neumožní vybudovat střelecké stanoviště ve vhodné pozici. Balistické pláty by měly být samonosné, umožňující zachycení požadované ráže, vhodného rozměru a váhy pro snadnější manipulaci v ohroženém prostoru. Dotčené složky IZS by dále měly být vybaveny výkonným laserovým značkovačem, umožňující značkování ve všech povětrnostních podmínkách a v jakoukoliv denní dobu, včetně možnosti značkování v infračerveném spektru. Značkovač by měl být ve výbavě především z důvodu chybějícího záměrného bodu na tlakové láhvi a umožňující rychlejší a snadnější navedení odstřelovače na požadovaný cíl. V případě střelby na delší vzdálenosti nemusí podmínky umožnit správné zamíření a zvyšuje se tak riziko minutí zásahové zóny na tlakové láhvi. To stejné platí v případě požáru, kdy může být v místě tlakové láhve přítomen oheň, kouř a další vlivy, které ovlivňují viditelnost a možnost správného zamíření. Laserový značkovač by proto měl být vybavený jednoduchým tripodem, který by umožnil stabilní zaměření laseru na požadovaný bod.

V současné době je z důvodu chybějící metodiky průstřel tlakové láhve prováděn na základě právní definice krajní nouze [21]. Na základě definice krajní nouze je jasné, že v případě použití odstřelovače na průstřel tlakové láhve toto řešení není vhodné a dle subjektivního názoru autora je bude možné používat pouze do doby, kdy při zásahu dojde k odvrácení závažnějších škod. V situaci, kdy při zásahu dojde průstřelem k vytvoření větších škod, než které hrozily, tak z definice jasně vyplývá, že se nejedná o krajní nouzi, jelikož bylo možné zaprvé

odvrátit nebezpečí jiným způsobem a za druhé následek bude závažnější než ten, který hrozil. Dle názoru autora by se tak zasahující příslušníci složek IZS vystavovali možnosti soudních sporů o náhradu škody. V současné době však ani zákon o Policii ČR neumožňuje použití zbraně odstřelovačem na základě jiné právní definice než krajní nouze. Z důvodu chybějící metodiky nejsou stanoveny kompetence a odpovědnost dotčených složek IZS v rámci zásahu. Příkladem může být odpovědnost za sekundární škody vzniklé odrazem střely od pláště tlakové láhve z důvodu použití nevhodného postupu, munice nebo střeleckého stanoviště. Nasazení policejního odstřelovače při požáru tlakových láhví je v současné době založena především na základě vzájemné ochotě velitele zásahu a dotčených útvarů PČR s cílem získat nové zkušenosti a znalosti při řešení mimořádných událostí. Nasazení odstřelovačů je silně ovlivněno zkušenostmi velitelů zásahů HZS ČR z oblasti problematiky průstřelu tlakových láhví. Lze konstatovat, že pokud se dotčený velitel zásahu účastnil zmíněných projektů nebo experimentálního měření spojených s průstřelem tlakových láhví, spatřuje výhody tohoto řešení, naopak velitelé, kteří tuto zkušenost nemají jsou k možnosti tohoto řešení zdrženliví [21].

Dle názoru autora je nutné pokračovat ve vzdělávací činnosti příslušníků HZS ČR, jelikož podle něj na základě získaných zkušeností s problematikou průstřelu tlakových láhví a závěrů této práce existují jasné výhody použití tohoto řešení. Je však nutné vytvořit metodiku takového zásahu a vymezit pravomoci a odpovědnost ze zásahu vyplývající. K provádění těchto zásahů je nutné pořídit odpovídající materiální zabezpečení, aby riziko podružných škod bylo minimalizováno. V návaznosti na problematiku průstřelu tlakových láhví by dále bylo vhodné vytvořit systém vzdělávání, ukázek a praktických zkoušek v rámci dotčených složek IZS. Organizace takového vzdělávání by mohla probíhat na krajské úrovni, jelikož v podstatě pro každý kraj disponuje Policie ČR odstřelovači v zásahových jednotkách, kteří jsou v neustálé pohotovosti k

nasazení. V důsledku provádění vzdělávání na krajské úrovni by došlo k vytvoření osobních vazeb mezi potencionálními veliteli zásahu ze strany HZS ČR a k vytvoření důvěry ve schopnosti odstřelovačů v rámci zásahu. Tento typ zásahů by měl být samozřejmě dále předmětem společných cvičení dotčených složek IZS.

Vyhodnocení stanovených hypotéz

Hypotéza č. 1:

Poloha tlakové láhve vůči ose letu střely není určující pro penetraci obalu tlakové láhve.

Na základě dosažených výsledků musí autor vyvrátit stanovenou hypotézu, jelikož měření bylo zjištěno, že pozice tlakové láhve vůči ose letu střely je zásadní a určující pro penetraci pláště tlakové láhve. Určující nebyla pozice tlakové láhve pouze v případě použití ráže .50 BMG, která tlakovou láhev penetrovala v každé pozici, ale střela byla pro svojí vysokou účinnost v cíli z měření vyřazena. Dle názoru autora lze o ní uvažovat jen v případě provádění střelby na dlouhé vzdálenosti, z důvodu nemožnosti vybudování střeleckého stanoviště blíže k tlakové láhvi nebo při hrozící neřízené explozi tlakové láhve naplněné metanem.

Hypotéza č. 2:

Z hlediska zásahu se vyplatí použití větších ráží, jelikož střela má větší energii a zvyšuje se tak pravděpodobnost úspěšné penetrace pláště tlakové láhve.

V návaznosti na výsledky měření výkonnější munice přijímá autor jako korektní pouze část stanovené hypotézy. Autor souhlasí s tvrzením, že vyšší ráže

zvyšuje pravděpodobnost penetrace obalu pláště láhve. V návaznosti na výsledky měření autor také částečně souhlasí, že v případě munice užití v rámci měření platí pravidlo, že čím větší ráže, tím větší má dopadovou energii, ale zároveň dodává, že ne u všech typů střel a munice toto pravidlo platí. V případě zásahu je však nutné zvážit použití vyšší ráže právě z důvodu penetrace obou plášťů tlakové láhve a možnosti vzniku podružných škod. Použití vyšší ráže tedy není ve všech případech výhodnější a hypotéza je v tomto směru nejednoznačná a autor ji musí odmítnout. Hypotézu lze popřípadě upravit následujícím způsobem: Z hlediska zásahu se na základě vyšší dopadové energie vyplatí použití větších ráží, čímž se zvyšuje pravděpodobnost penetrace pláště, ale jen za předpokladu dodržení doporučených vzdáleností, tak aby fragmenty střely zůstaly po průstřelu uvnitř tlakové láhve.

7 ZÁVĚR

Průstřel tlakové láhve v podmínkách požáru bude vždy velmi individuální záležitost, přičemž není možné postupy při zásahu standardizovat. Je možné zpracovat metodiku zásahu, obsahující základní informace a postup za ideální situace, ale vždy bude nutné důkladné posouzení velitelem zásahu a zároveň zasahujícím odstřelovačem, který by měl být odpovědný za rizika spojená s průstřelem tlakové láhve. Podmínky takového zásahu závisí nejenom na velikosti a objemu tlakové láhve, ale také na látce uvnitř láhve obsažené. Z pohledu zasahujícího odstřelovače také závisí na vhodné vzdálenosti případného střeleckého stanoviště a zároveň nerušeného výhledu na tlakovou láhev.

Výsledky této práce jasně definují vhodné vzdálenosti a pozice střeleckého stanoviště vzhledem k použitým zbraňovým kompletům a požadovaného účinku jednotlivých střel na plášť tlakové láhve. Práce přináší detailní informace o účinku jednotlivých druhů střel v rámci používaných služebních ráží na plášť tlakové láhve a poskytuje základní bezpečnostní doporučení vhodné k vytvoření metodiky zásahu policejního odstřelovače v podmínkách zásahu při požáru tlakových láhví na území ČR.

Konečným produktem této práce je jednoduchá informační karta, která má odstřelovači poskytnout základní informace pro zvolení vhodného střeleckého stanoviště ve výhodné vzdálenosti, informace pro volbu vhodného zbraňového systému a ráže. Hlubší myšlenkou této práce je především minimalizace ohrožení zasahujících složek a prezentace informací vedoucí k provedení úspěšného průstřelu pláště tlakové láhve první ranou s požadovaným účinkem.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

- **LPG** – liquefied petroleum gas (zkapalněný ropný plyn);
- **He** – helium;
- **H₂** – vodík;
- **C₂H₂** – acetylen;
- **CO₂** – oxid uhličitý;
- **N₂O** – oxid dusný;
- **NH₃** – amoniak;
- **HZS ČR** – Hasičský záchranný sbor České republiky;
- **PČR** – Policie České republiky;
- **AČR** – Armáda České republiky;
- **MIL** – miliradián;
- **MOA** – minute of angle (úhlová minuta);
- **Nb** – náboj;
- **GPS** – Ground Position System (pozemní poziční systém);
- **FMJ** – Full Metal Jacket (celo-kovový plášť);
- **gr** – grain;
- **hPa** – hektopascal;
- **Win** – ráže Winchester;
- **LM** – ráže Lapua Magnum;
- **CT** – ráže CheyTac;
- **BMG** – ráže Browning Machine Gun;
- **IZS** – integrovaný záchranný systém;

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Literární zdroje

1. KRATOCHVÍL, Václav. *Tlakové láhve z hlediska požární bezpečnosti*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2009. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-070-8.
2. KOPLÍK, T. *Analýza chování tlakových nádob při průstřelu a požáru*. Ostrava, 2019. Diplomová práce. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Katedra požární ochrany. Vedoucí diplomové práce: Ing. Miroslav Mynarz, Ph.D.
3. STANĚK, M. *Praktické a simulované metody řešení CBRN událostí*. Kladno, 2021. Studijní opora. České vysoké učení technické v Praze, Fakulta biomedicínského inženýrství.
4. EJSMONT, J., ŚWIECZKO-ŻUREK, B. a RONOWSKI, G. Shooting Gas Cylinders to Prevent Their Explosion in Fire. In *International Journal of Energy and Power Engineering*. Gdaňsk, 2017. Technická univerzita v Gdaňsku, Fakulta mechaniky.
5. LITZ, Bryan. *Accuracy and Precision for Long Range Shooting*. Cedar Springs: Applied Ballistics, 2012. ISBN 978-0-615-67255-7.
6. LITZ, Bryan. *Modern Advancements in Long Range Shooting: Volume 1*. Cedar Springs: Applied Ballistics, 2014. ISBN 978-0-692-20843-4.
7. LITZ, Bryan. *Applied ballistics for long-range shooting: Understanding the Elements and Application of External Ballistics for Successful Long-Range Target Shooting and Hunting*. 3rd ed. Cedar Springs: Applied Ballistics, 2015. ISBN 978-0990920618.
8. LITZ, Bryan. *Modern Advancements in Long Range Shooting: Volume 2*. Cedar Springs: Applied Ballistics, 2016. ISBN 978-0-9909206-3-2.

9. KNEUBUEHL, Beat P. *Balistika: střely, přesnost střelby, účinek*. Praha: Naše vojsko, 2004. ISBN 80-206-0749-8.
10. JIRSÁK, Čestmír a Pravoslav KODYM. *Vnější balistika a teorie střelby*. Praha: Naše vojsko, 2017. ISBN 978-80-206-1650-0.
11. JANKŮJ, V., MYNARZ, M. a LEPÍK, P. Nebezpečí tlakových láhví a možnosti eliminace následků. In *XV. mezinárodní vědecká konference*. Žilina, 2018. Žilinská univerzita, Fakulta bezpečnostního inženýrství.
12. HORA, J., KARL, J. a SUCHÝ, O. Pressure cylinders under fire condition. In *1st Czech-China Scientific Conference 2015*. Amsterdam: Elsevier, 2016. Perspectives in science, Volume 7 (2016).
13. POLKA, M., SALAMONOWICZ, Z., BATKO, P. The explosion of acetylen cylinders – case study. Krakow, 2011. AGH Univesity of Science and Technology, The Main School of Fire Service.

Elektronické zdroje

14. Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy. Požáry s přítomností tlakových láhví s acetylenem, P 33. [online]. 2017. [cit. 2022-04-30]. Dostupné z: https://www.hasici-vzdelavani.cz/download/bojovy_rad/P_33_Acetylen.pdf
15. Bojový řád jednotek požární ochrany – taktické postupy. Požáry s přítomností technických lahví s technickými stlačenými a zkapalněnými plyny, P32. [online]. 2017. [cit. 2022-04-30]. Dostupné z: https://www.hasici-vzdelavani.cz/download/bojovy_rad/P_32_Technicke_plyny.pdf
16. Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Tlaková láhev [online]. c2022 [citováno 25. 02. 2022]. Dostupný z WWW: <https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Tlakov%C3%A1_1%C3%A1hev&oldid=20917232>

Legislativní dokumenty

17. ČESKO. Zákon č. 40/2009 Sb., trestní zákoník. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2022 [cit. 25. 4. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-40>
18. ČESKO. Zákon č. 273/2008 Sb., o Policii České republiky. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2022 [cit. 29. 4. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-273>

Rozhovory

19. Rozhovor s panem nrap. Bc. Antonínem Jarošem, velitelem družstva stanice Dobříš HZS ČR, ze dne 7. 1. 2022.
20. Rozhovor s panem plk. Ing. Janem Horou, náměstkem pro IZS Krajského ředitelství Praha HZS ČR, ze dne 24. 1. 2022.
21. Rozhovor s policejními odstřelovači, Útvar rychlého nasazení PČR, ze dne 21. 2. 2022.

Ostatní zdroje

Kromě výše uvedených zdrojů byly při tvorbě diplomové práce využity následující materiály:

22. D24V52FML. March Scopes. DEON Optical Design Corporation, [online]. Miyagawa, 2021 [cit. 2021-12-11]. Dostupné z: <https://marchscopes.com/scopes/d24v52fml/>
23. VX-3I 6.5-20x50 Side Focus CDS Target Fine Duplex. Leupold, [online]. 2021 [cit. 2021-12-12]. Dostupné z: <https://www.leupold.com/vx-3i-65-20x50-side-focus-cds-target-fine-duplex-riflescope>

24. Gunwerks. LabRadar Bench and Tripod All Purpose Mount, [online]. Blackburn, 2018 [cit. 2021-12-11]. Dostupné z: <https://www.gunwerks.com/shop/pd-g25006-labradar-bench-and-tripod-all-purpose-mount-21855#attr=>
25. Kestrelmeters. Kestrel 5700 Elite Meter with Applied Ballistics and LiNK, [online]. Boothwyn, 2021 [cit. 2021-12-11]. Dostupné z: https://cz-kestrelmeters.glopalstore.com/products/kestrel-elite-weather-meter-with-applied-ballistics?utm_source=cz-kestrelmeters.glopalstore.com&utm_campaign=cs_w&utm_medium=wi_proxy&utm_content=cs_CZ
26. MOSKITO. Safran Vectronix, [online]. Heerbrugg, 2017 [cit. 2021-12-13]. Dostupné z: <https://www.safran-vectronix.com/product/moskito/>

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – Příklad označení láhví nálepkou [14]	16
Obrázek 2 – Příklad barevného značení tlakových láhví [15]	18
Obrázek 3 – Projev JET po penetraci pláště acetylenové tlakové láhve [vlastní zdroj]	22
Obrázek 4 – Projev JET FIRE po penetraci pláště acetylenové tlakové láhve [vlastní zdroj]	23
Obrázek 5 – Projev FIRE BALL po neřízené explozi acetylenové láhve [vlastní zdroj]	24
Obrázek 6 – Desert Tech DTA SRS A1 [vlastní zdroj]	30
Obrázek 7 – Desert Tech DTA HTI [vlastní zdroj]	31
Obrázek 8 – Sako TRG 22 [vlastní zdroj]	32
Obrázek 9 – Porovnání použité munice [vlastní zdroj]	33
Obrázek 10 – Puškohled March Deon D24V52FML [22]	35
Obrázek 11 – Puškohled Leupold VX-3I [23]	36
Obrázek 12 – Balistický radar Labrador umístěný na tripodu [24]	37
Obrázek 13 – Anemometr Kestrel 5700 Elite AB LiNK [25]	38
Obrázek 14 – Laserový dálkoměr Moskito [26]	39
Obrázek 15 – Řez 50 l acetylenové tlakové láhve včetně porézní hmoty UL 1 [vlastní zdroj]	40
Obrázek 16 – Pracoviště měření technického rozptylu [vlastní zdroj]	41
Obrázek 17 – Řez tl. láhve s vyznačeným záměrným bodem [vlastní zdroj] .	43
Obrázek 18 – Schéma procesu měření možného náklonu tlakové láhve [vlastní zdroj]	44
Obrázek 19 – Řez tl. láhve s vyznačeným záměrným bodem [vlastní zdroj] .	45
Obrázek 20 – Účinek střely na plášť tlakové láhve [vlastní zdroj]	47
Obrázek 21 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 10° vůči střelci [vlastní zdroj]	53

Obrázek 22 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 20° vůči střelci [vlastní zdroj].....	54
Obrázek 23 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 30° vůči střelci [vlastní zdroj].....	55
Obrázek 24 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 40° vůči střelci [vlastní zdroj].....	56
Obrázek 25 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 50° vůči střelci [vlastní zdroj].....	57
Obrázek 26 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 60° vůči střelci [vlastní zdroj].....	58
Obrázek 27 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 70° vůči střelci [vlastní zdroj].....	59
Obrázek 28 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 10° vůči střelci [vlastní zdroj].....	60
Obrázek 29 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 20° vůči střelci [vlastní zdroj].....	61
Obrázek 30 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 30° vůči střelci [vlastní zdroj].....	62
Obrázek 31 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 40° vůči střelci [vlastní zdroj].....	63
Obrázek 32 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 50° vůči střelci [vlastní zdroj].....	64
Obrázek 33 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 90° vůči střelci [vlastní zdroj].....	65
Obrázek 34 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 10° vůči střelci [vlastní zdroj].....	66
Obrázek 35 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 20° vůči střelci [vlastní zdroj].....	67

Obrázek 36 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 30° vůči střelci [vlastní zdroj].....	68
Obrázek 37 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 40° vůči střelci [vlastní zdroj].....	69
Obrázek 38 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 90° vůči střelci [vlastní zdroj].....	70
Obrázek 39 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 90° vůči střelci [vlastní zdroj].....	71
Obrázek 40 – Účinek střely na plášti láhve při náklonu 10° vůči střelci [vlastní zdroj].....	72
Obrázek 41 – Příklad stanovené zásahové zóny [vlastní zdroj].....	74
Obrázek 42 – Zásah hrdla tlakové láhve [vlastní zdroj]	75

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 – Rozptyl a procentuální pravděpodobnost zásahu .308 WIN	49
Tabulka 2 – Rozptyl a procentuální pravděpodobnost zásahu .338 LM.....	49
Tabulka 3 – Rozptyl a procentuální pravděpodobnost zásahu .308 WIN	50
Tabulka 4 – Rozptyl a procentuální pravděpodobnost zásahu .375 Cheytac ..	51
Tabulka 5 – Rozptyl a procentuální pravděpodobnost zásahu .50 BMG.....	52
Tabulka 6 – Účinek střel různých ráží na různých vzdálenostech.....	73
Tabulka 7 – Velikost zásahové zóny na různých vzdálenostech	76

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 – Taktická karta pro průstřel tlakových láhví

Příloha č. 2 – Jednotlivé rozptylové obrazce zbraňových kompletů

Příloha č. 1 – Taktická karta pro průstřel tlakových láhví

VHODNÉ POSTAVENÍ TL. LÁHVE PRO PENETRACI PLÁŠTĚ:

VELIKOST ZÁSAHOVÉ ZÓNY:

.308 Win Lapua LockBase 170gr
 100 m – 170 mm – 100 % úspěšnost
 200 m – 150 mm – 100 % úspěšnost
 300 m – X – nepenetruje
 400 m – X – nepenetruje
 500 m – X – nepenetruje

.338 LM Lapua LockBase 250gr
 100 m – 230 mm – projde skrz
 200 m – 190 mm – 100 % úspěšnost
 300 m – 170 mm – 100 % úspěšnost
 400 m – 150 mm – 100 % úspěšnost
 500 m – 130 mm – 100 % úspěšnost

.375 Cheytac Desert Tech 352gr
 100 m – 230 mm – projde skrz
 200 m – 230 mm – projde skrz
 300 m – 230 mm – projde skrz
 400 m – 190 mm – 70 % úspěšnost
 500 m – 170 mm – 56 % úspěšnost

.50 BMG 704gr
 100 m – 230 mm – projde skrz
 200 m – 230 mm – projde skrz
 300 m – 230 mm – projde skrz
 400 m – 230 mm – projde skrz
 500 m – 230 mm – projde skrz

1667 mm
230 mm

NESTŘÍLET DNO, HRDLO, A VENTIL TL. LÁHVE.	NÁKLON TLAKOVÉ LÁHVE / PENETRACE PLÁŠTĚ TL. LÁHVE								
	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
Nb .308 Win B476 Lapua Lock Base 170 gr 100 m	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Nb .338 LM B408 Lapua Lock Base 250 gr 200 m	✗	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Nb .375 Cheytac Desert Tech 352 gr 300 m	✗	✗	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Nb .50 BMG Ball 704 gr 500 m	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Příloha č. 2 – Rozptylový obrazec zbraňového kompletu DTA SRS A1 (.308 Win)



Příloha č. 2 – Rozptylový obrazec zbraňového kompletu DTA SRS A1 (.308 Win)



Příloha č. 2 – Rozptylový obrazec zbraňového kompletu Sako TRG 22 (.308 Win)



Příloha č. 2 – Rozptylový obrazec zbraňového kompletu Sako TRG 22



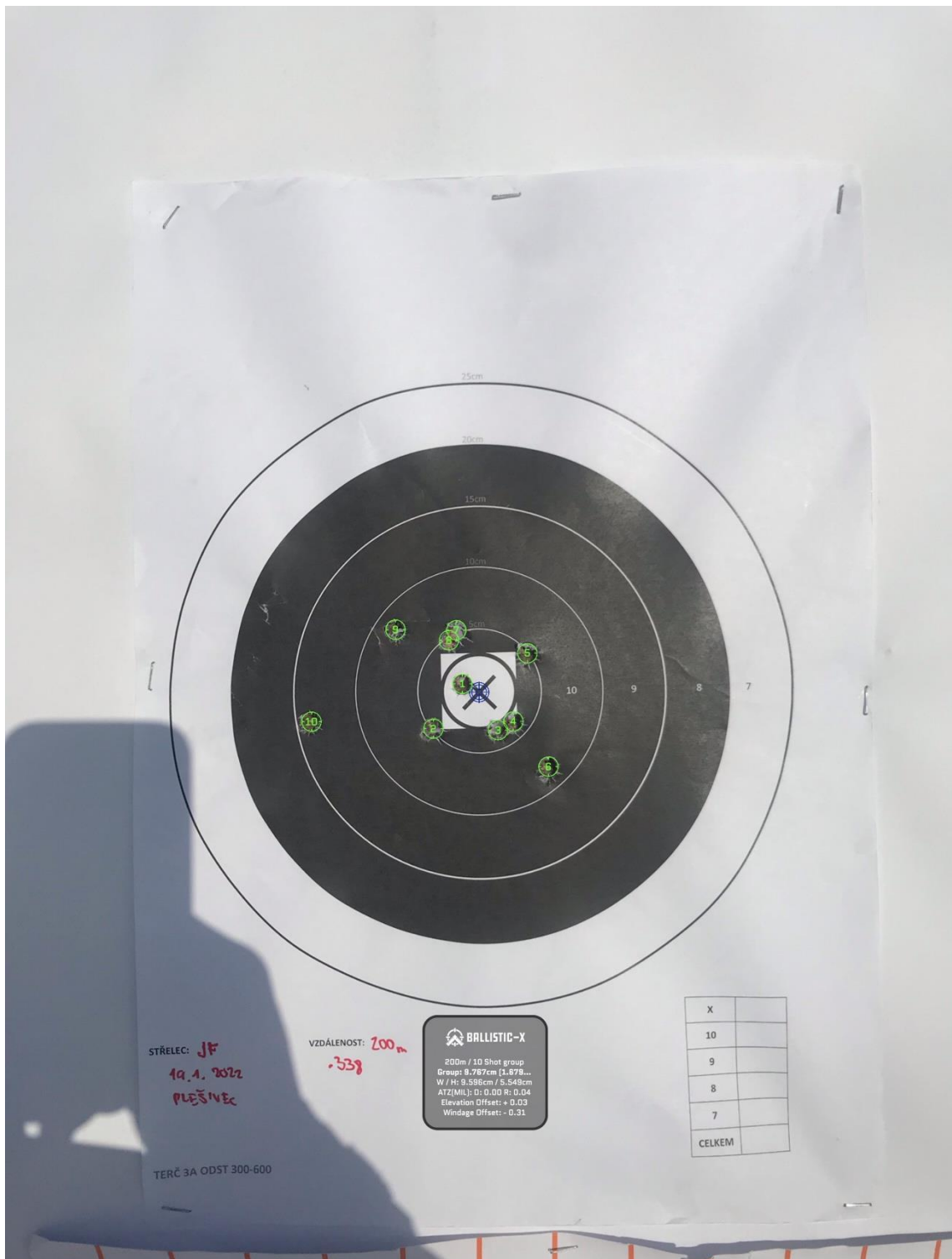
Příloha č. 2 – Rozptylový obrazec zbraňového kompletu DTA SRS A1 (.338 LM)



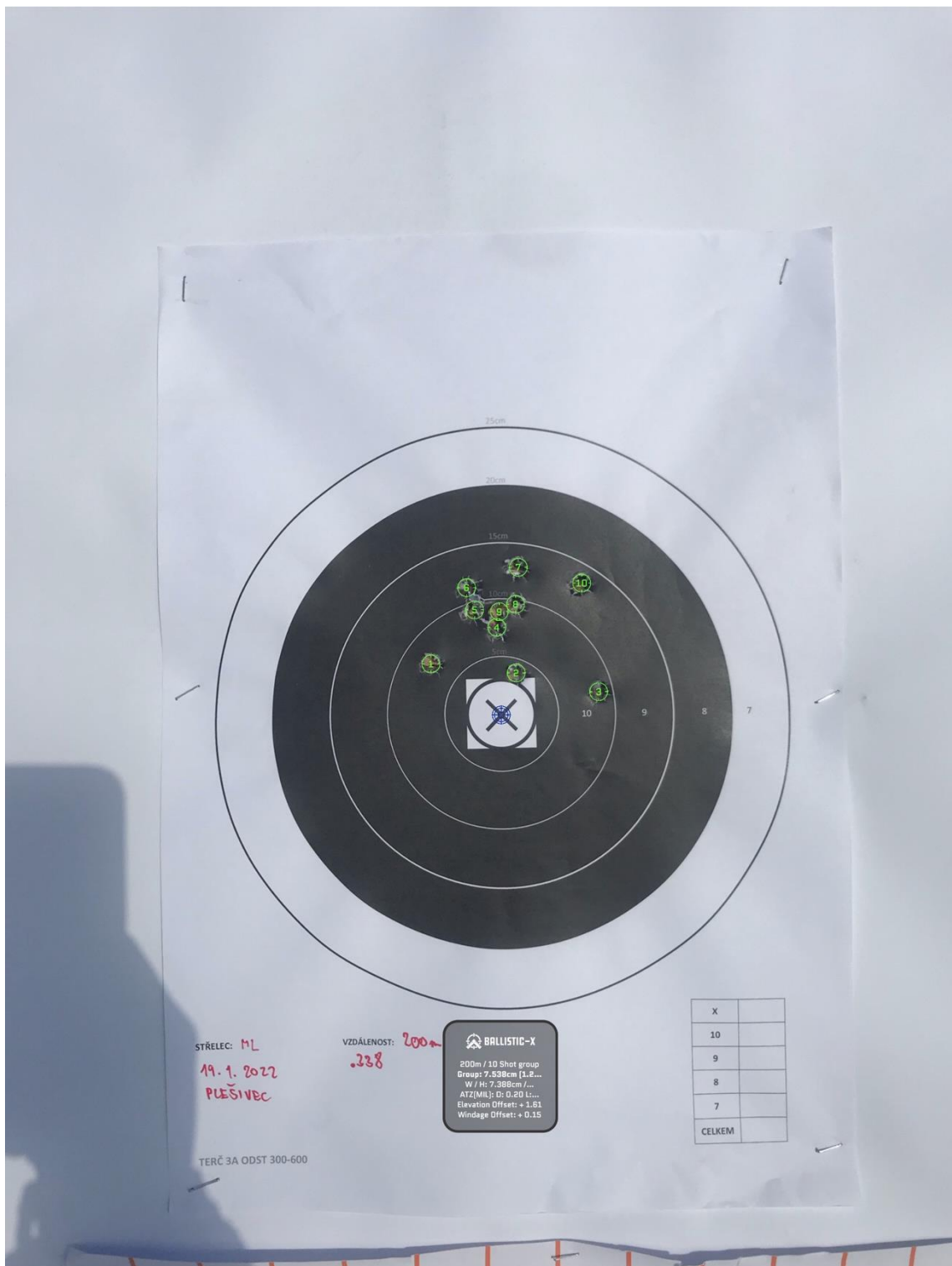
Příloha č. 2 – Rozptylový obrazec zbraňového kompletu DTA SRS A1 (.338 LM)



Příloha č. 2 – Rozptylový obrazec zbraňového kompletu DTA SRS A1 (.338 LM)



Příloha č. 2 – Rozptylový obrazec zbraňového kompletu DTA SRS A1 (.338 LM)



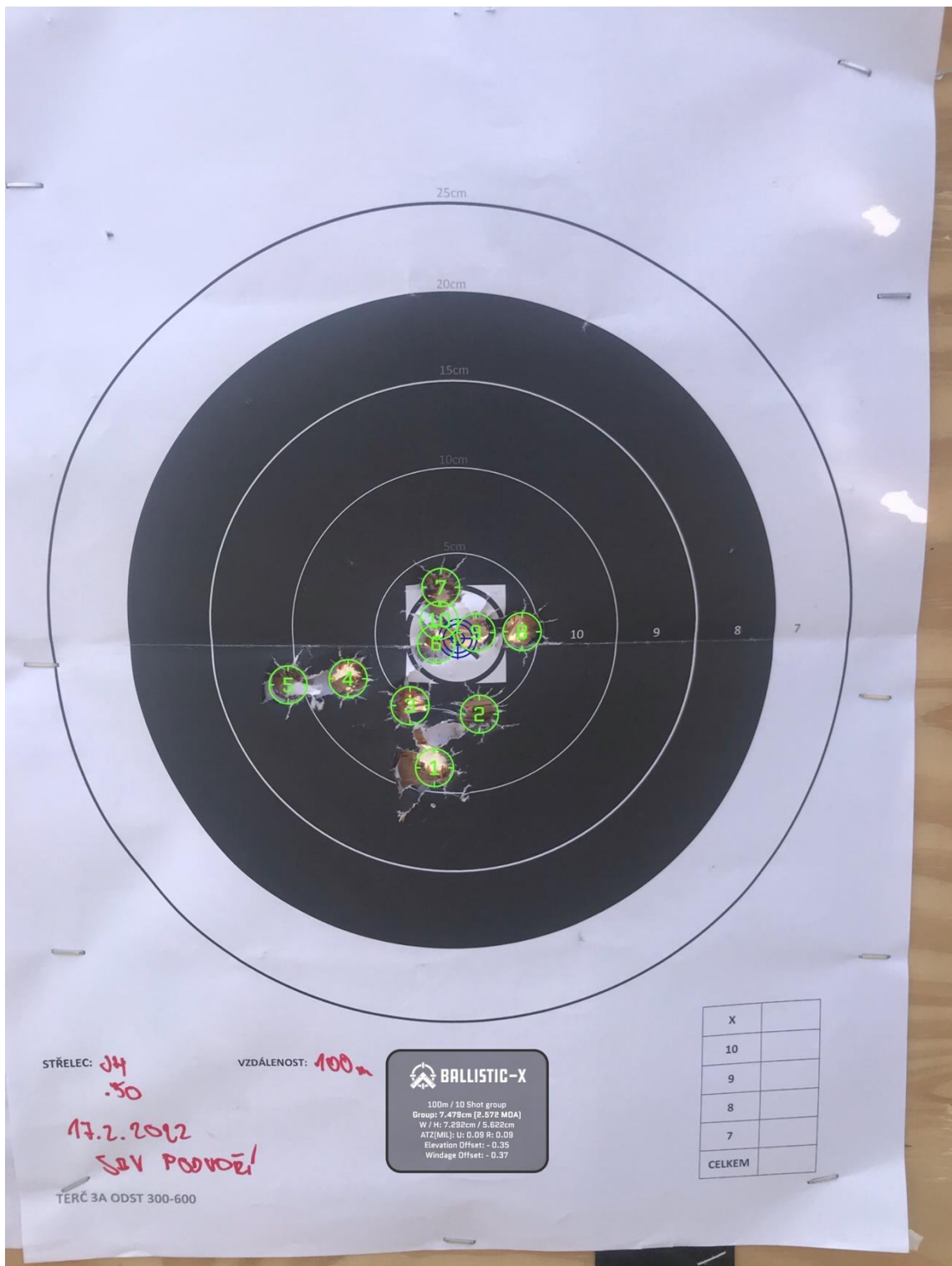
Příloha č. 2 – Rozptylový obrazec zbraňového kompletu DTA HTI (.375 CT)



Příloha č. 2 – Rozptylový obrazec zbraňového kompletu DTA HTI (.375 CT)



Příloha č. 2 – Rozptylový obrazec zbraňového kompletu DTA HTI (.50 BMG)



Příloha č. 2 – Rozptylový obrazec zbraňového kompletu DTA HTI (.50 BMG)

