


Kvantifikované hodnocení ranivého potenciálu vzduchovky

Tatai Jakub

Bakalářská práce
2023

 Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2022/2023

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Jakub Tatai**
Osobní číslo: **L20412**
Studijní program: **B1032A020002 Ochrana obyvatelstva**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Kvantifikované hodnocení ranivého potenciálu vzduchovky**

Zásady pro vypracování

- Zpracujte teoretický vstup do ranivé balistiky.
- Provedte balistický experiment.
- Vyhodnotte naměřená data.

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

Seznam doporučené literatury:

1. JUŘÍČEK, Ludvík. *The bullets wounding potential and safety management*. The first edition. London: STS Science Centre. Ltd. in coedition with Key Publishing. Monograph (Key Publishing), 2020. ISBN 978-1-908235-11-4.
 2. JUŘÍČEK, Ludvík. *Ranivá balistika: technické, soudnělékařské a kriminalistické aspekty*. Ostrava: Key Publishing. Vědecká monografie, 2017. ISBN 978-80-7418-274-7.
 3. KNEUBLUEHL, Beat P. *Balistika: střely, přesnost střelby, účinek*. Praha: Naše vojsko, 2004. ISBN 80-206-0749-8.
- Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Martin Ficek**
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2022**

Termín odevzdání bakalářské práce: **5. května 2023**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2022

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- podle § 60 odst. 1 autorského zákona má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti, dne: 5.5.2023

Jméno a příjmení studenta: Jakub Tatai

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá ranivou balistikou zbraní kategorie D pomocí kvalifikovaného hodnocení ranivého potenciálu. V úvodní teoretické části jsou popsány právní normy. Dále jsou popsány střelné zbraně kategorie D a jejich munice. Také je popsána balistika především pak dílčí část ranivé balistiky. Praktická část popisuje použité pomůcky, přístroje, zbraně a střelivo a průběh balistického experimentu. Závěrečná část práce uvádí zhodnocení výsledků experimentálního měření, kazuistické příklady a diskusi.

Klíčová slova: Zbraň, balistika, vzduchovky, ranivý potenciál

ABSTRACT

The bachelor thesis deals with the wound ballistics of category D weapons by means of a qualified assessment of the wound potential. In the introductory theoretical part the legal norms are described. Then the firearms of category D and their ammunition are described. Ballistics is also described, in particular the sub-part of wound ballistics. The practical part describes the tools, instruments, weapons and ammunition used and the course of the ballistic experiment. The final part of the thesis presents the evaluation of the experimental results, case examples and discussion.

Keywords: Weapon, ballistics, air rifl's, wounding potential

Zde bych rád poděkoval Ing. Martinovi Fickovi Ph.D. hlavně za jeho trpělivost při konzultaci, ale také za ochotu, pomoc a odborné vedení této bakalářské práce a při realizaci experimentu.

Mé poděkování také patří rodině a přátelům, kteří mě podporovali v průběhu celého studia

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

OBSAH

ÚVOD	8
I TEORETICKÁ ČÁST	9
1 LEGISLATIVNÍ RÁMEC	10
2 PALNÉ ZBRANĚ KATEGORIE D	12
2.1 DRUHY PALNÝCH ZBRANÍ KATEGORIE D	13
2.2 STAVBA ZBRANĚ	15
3 STŘELIVO	18
4 RANIVÁ BALISTIKA	22
4.2 RANIVÝ POTENCIÁL STŘEL	24
4.3 RANIVÝ ÚČINEK STŘEL	25
4.3.1 Složky ranivého účinku	25
4.4 STŘELNÁ PORANĚNÍ	26
II PRAKTICKÁ ČÁST	27
5 POUŽITÉ POMŮCKY, PŘÍSTROJE, ZBRANĚ A STŘELIVO	28
5.1 POPIS EXPERIMENTU	35
5.2 NAMĚŘENÉ HODNOTY	36
5.3 VÝSLEDKY MĚŘENÍ	38
5.4 KAZUISTIKA STŘELNÝCH PORANĚNÍ ČLOVĚKA ZPŮSOBENÝCH VZDUCHOVKOU	44
5.5 DISKUSE	48
ZÁVĚR	50
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	51
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	56
SEZNAM OBRÁZKŮ	57
SEZNAM TABULEK	58
SEZNAM PŘÍLOH	59

ÚVOD

Zbraně kategorie D jsou považovány neodbornou společností za nejméně nebezpečné zbraně. Současný zákon č. 13/2021 Sb. o střelných zbraních a střelivu ukládá podmínku pro vlastnictví a to plnoletost (18 let) a svéprávnost ale neukládá povinnost evidovat nebo vést evidenci zbraní kategorie D a ani jejich munici. Zbraně kategorie D zároveň mohou způsobit trvalé následky i smrtelná zranění.

Bakalářská práce se zabývá ranivým potenciálem zbraní kategorií D a jeho kvantitativní hodnocením především prokázáním ranivého účinku vzduchovky pomocí metody balistického experimentu.

V nedávné době sice vznikla v celku komplexní práce, která pojednává o ranivém potenciálu vzduchovky, ale nepracovala s novou legislativou, a proto byla omezena o silnější dnes již dostupné vzduchovky. Otázka ranivého potenciálu spadá pod vědní obor balistika přesněji ranivé balistiky, která je v dnešní době celkem populární. Zbraně kategorie D byly zvoleny především z důvodu jejich dostupnosti a možnosti provedení experimentu.

Cílem této bakalářské práce je stanovit kvalifikovaný odhad ranivého účinku na substituci lidské měkké tkáně při použití zbraně kategorie D s různými druhy nábojů. Tento odhad vychází z experimentálního měření ranivého potenciálu v alternativním cíli. Nejprve je nutné seznámit čtenáře se zbraněmi kategorie D a střelivem do těchto zbraní. Následně experimentální měření ranivého účinku v balistické želatíně. Z toho měření je možné odhadnout škodlivé účinky v lidském organismu při použití zbraně kategorie D a jeho střeliva. Výsledky této práce může využít jak odborná, tak i široká laická veřejnost či pracovníci komerčních bezpečnostních služeb. Z této práce mohou získat znalosti o zbraních kategorie D a jeho účinkách na lidský organismus.

Hlavní hypotézou této práce je:

- Zbraně kategorie D přesněji vzduchovky disponují dostatečným potenciálem ke způsobení zranění.

Bakalářská práce je zpracována pomocí metod analýza, kompilace, experiment, měření pozorování a explanace

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 LEGISLATIVNÍ RÁMEC

Tato kapitola specifikuje zákonný rámec pro palné zbraně pro Českou republiku.

Zákon č. 13/2021 Sb., kterým se mění zákon č. 119/2002 Sb., o střelných zbraních a střelivu (zákon o zbraních), ve znění pozdějších předpisů, zákon č. 156/2000 Sb., o ověřování střelných zbraní a střeliva, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů

Tento zákon ukládá práva a povinnosti osobám držící zbraň. Dále rozlišuje zbraně do skupin A, A-I, B, C, C-I a **D**. Do skupiny A a A-I patří zakázané zbraně a střelivo, do skupiny B spadají zbraně, u kterých je potřeba získat určitá povolení, skupiny C a C-I se týká zbraní podléhající ohlášení a skupina **D** obsahuje ostatní kategorie zbraní. Zákon nadále stanovuje podmínky pro získání licence, úřední zničení zbraně a střeliva nebo číselník zbraní, který je součástí centrálního registru zbraní, který obsahuje informace o zbraní a výrobcí. (Česko, 2021)

Zákon č. 40/2009 Sb., Trestní zákoník

§32 určuje oprávnění použití zbraně především pro ozbrojené složky ČR. §118 vysvětluje za jakých okolností se spáchání trestního činu bere jako trestný čin spáchaný za použití zbraně. §279 vysvětluje co je nedovolené ozbrojování a nadále vyměřuje trest odnětí svobody až na dvě léta v prvních 2 odstavcích za spáchání trestného činu nedovoleného ozbrojování či obnovení schopnosti střílet ze znehodnocené zbraně či pozměnění jedinečné označení sloužící k identifikaci, odstavec č. 3 vyměřuje trest odnětí svobody na 6 měsíců až 5 let pro osoby, které vytváří, opatří nebo přechovává sobě či jinému součástky či celé výbušniny či zbraně hromadného ničení. Odstavec č. 4 ukládá trest odnětí svobody na 2 až 8 let, pokud předchozí odstavec byl spáchán v organizované skupině, ve větším rozsahu či během ohrožení státu nebo při válečném stavu.

Dále uvádí zbraň jako příhoršující okolnost u mnohých §, kde se uvádí „spáchá-li takový čin se zbraní,“ nebo „se zbraní,“ se vyměřuje delší trest odnětí svobody. Například u §185 znásilnění, podle prvního odstavce za provedení toho trestního činu hrozí pachateli trest odnětí svobody na 6 měsíců až 5let ale podle druhého odstavce písmena c. „se zbraní“, hrozí pachateli trest odnětí svobody na 2 až 10 let. (Česko, 2009)

Vyhláška č. 396/2002 Sb., Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví postup Českého úřadu pro zkoušení zbraní a střeliva při zařazování typu zbraně nebo střeliva do kategorie

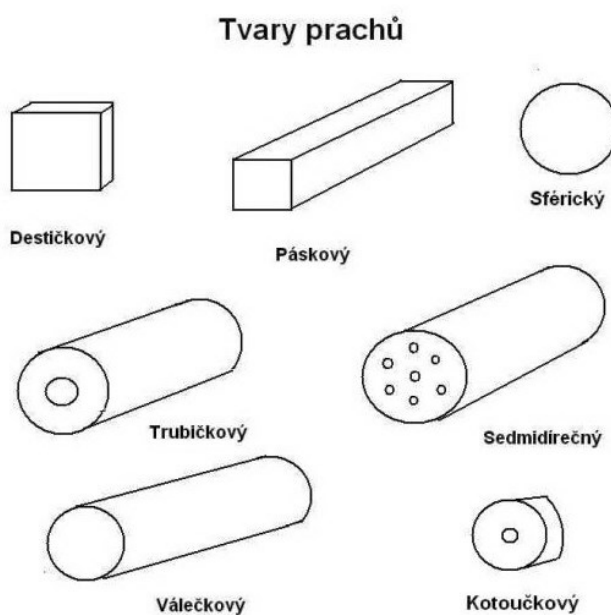
Vyhláška určuje postupu při podání žádosti na příslušném úřadě o zařazení typu zbraně nebo střeliva do příslušné kategorie. Žádost musí obsahovat identifikační údaje osoby, zbraně a munice a důvod žádosti. (Česko, 2002a)

Nařízení vlády č. 217/2017 Sb., Nařízení vlády o požadavcích na zabezpečení zbraní, střeliva, černého loveckého prachu, bezdýmného prachu a zápalek a o muničních skladišti

Jedná o požadavky, které znemožní odcizení nebo nežádoucí manipulaci zbraně a střeliva. Technickými požadavky se myslí uzamykatelná ocelová schránka nebo skříň s odolností alespoň 15 odporových jednotek podle příslušné normy. Zvláštní uzamčená zařízení, která jsou neoddělitelně zakotveny, skříňové trezory nebo komorový trezor podle normy ČSN EN 1143-1. Místnost nebo objekt podle §5 NV č. 217/2017 Sb. Výlohy a skla výloh podle §6 NV č. 217/2017 Sb. Sklo vitrín či pultu, která mají bezpečnostní fólie s odolností alespoň 250 J. (Česko, 2017)

2 PALNÉ ZBRANĚ KATEGORIE D

Palná zbraň je konstrukčně sestavená k uvolnění chemické energie, která je přetvořena na energii mechanickou a tepelnou. K uvolnění energie slouží střeliviny nebo třaskaviny, které se objevují zřídka kdy. Uvolnění energie ze střeliviny je přechod z pevné látky pomocí hoření za uvolnění plynu s vysokým tlakem. Do objevu nitrocelulózy roku 1832 se vyráběli střeliviny pouze z černého střelného prachu. V dnešní době se převážně používá bezdýmný střelný prach, který je složen ze střelné bavlny spolu s kombinací nitro glykolu. V porovnání s běžným střelným prachem má bezdýmný střelný prach výhody jako jsou vyšší teplota, méně spalin, které mohou zanášet vývrt v hlavni, a především produkuje větší množství plynů. Modifikacemi složením a tvarem lze u bezdýmného prachu měnit množství energie, které je schopen vyprodukovat. Upravovat tvar bezdýmného prachu do tvarů viz obrázek č.1 lze dosáhnout různých hodnot energetického potenciálu. (Kovárník, 2007)



Obrázek 1. Tvary bezdýmných zrn prachu
(Zvonek, 2012)

Zbraň i střelivo kategorie D je kategorií, která nevyžaduje registraci (nejedná se tedy o povolení ani o ohlášení), to znamená že si ji může zakoupit a vlastnit kdokoliv kdo je svéprávnou fyzickou osobou starší 18 let. Jedná se o kategorii, do které spadají volně dostupné vzduchovky, předovky a znehodnocené zbraně. Sice se jedná o volně dostupnou kategorii, ale stejně zde jako u jiných platí požadavky na zabezpečení zbraně (Ministerstvo vnitra, 2021) „držitel zbraně kategorie D je povinen zbraň a střelivo do ní zabezpečit proti zneužití, ztrátě nebo odcizení“. (Ministerstvo vnitra, 2021) Stejně jako u dalších kategorií

platí zákaz nošení zbraně viditelně na veřejnosti, kde výjimka je udělena pro zvláštní okolnosti jako je například rekonstrukce historické bitvy. Další změnou a to od novelizace zákona č. 13/2021 Sb., o zbraních z ledna roku 2021 se jako zbraně kategorie D nepovažují mechanické zbraně, kterými jsou kuše, luky apod. (Ministerstvo vnitra, 2021)

Dále §7 zákona č 119/2002 Sb., oznamuje, co se považuje za zbraně kategorie D:

- *historické, jedná se o zbraň, u které hlavní součástky byly zhotoveny nejpozději v roce 1890,*
- *paintballové, které jsou plynové zbraně konstruované pro vystřelování neletální střely určené pro výcvikové, sportovní nebo rekreační účely,*
- *plynové do ráže 6,35mm*
- *expanzní přístroje, kromě přenosných upevňovacích zařízení a jiných rázových strojů určených výhradně pro průmyslové nebo technické účely,*
- *znehodnocené zbraně na kterých byly provedeny takové nevratné úpravy, které znemožňují jejich použití ke střelbě,*
- *zbraně, na kterých byly řezem provedeny takové úpravy, které odkrývají alespoň částečně vnitřní konstrukci zbraně,*
- *neaktivní torza, které se staly trvale a nevratně nepoužitelnými ke střelbě v důsledku poškození nebo degradace,*
- *neaktivní střelivo a munice,*
- *zbraně neuvedené v kategoriích A, A-I, B, C a C-I. (Česko, 2002b)*

2.1 Druhy palných zbraní kategorie D

Zákon č. 119/2002 Sb., o zbraních a střelivu a jeho novelizace rozlišuje palné zbraně kategorie D na druhy zbraní.

Flobertky – jedná se o střelnou zbraň určenou ke střelbě nábojů s okrajovým zápalem. Florbetkové náboje se vyrábí převážně v ráži 4 a 6 mm s maximální energií do 7,5 J. (Army-store, 2019)

Expanzní zbraně – tyto zbraně lze charakterizovat jako repliku normálních zbraní, kde konstrukce vylučuje využit kulový náboj nebo hromadnou střelu (ostré náboje). (Znamenáček, 2010) Pro tento druh zbraní jsou dostupné dva druhy nábojů. První jsou

akustické nábojky, které se využívají převážně pro výcvik psů nebo pro startovací pistole. Jako další nábojky jsou plněné dráždivou složkou podobně jako u obranných sprejů. Nábojky se vyrábí ráži 6,8 a 9 mm. (Blažek, 2022)

Plynové zbraně – jedná se o zbraně poháněné plynem, vzduchem nebo oxidem uhličitým a jinými např. green gas. Aby spadali do kategorie D musí být vyrobeny plynové a flobertové zbraně do roku 2021, zároveň musí splňovat požadavek energie na ústí hlavně 16 J, jinak jsou automaticky zařazeny do kategorie C-I, což by znamenalo povinnost registrovat zbraň na oddělení PČR. (Nakup raz dva, 2022)

Vzduchovky – jedná se o zbraň, která nevyužívá vznícení střelné hmoty, ale využívá stlačeného vzduchu. Je zde možnost využívat vzduchové zbraně k rekreačnímu střelení ale i k lovu drobné zvěře, jako další možnost jdou využít vzduchovku k tréninku dovedností a správného zacházení se zbraní.

K pořízení vzduchové zbraně stačí osobě dosáhnout plnoletého věku a je způsobilá k právu a povinnostem, na území ČR se stanovena hranice 18 let, pokud soud nestanoví jinak např. splnoletnění, zároveň od 1.2.2022 vzniklá novela zákona č.119/2002Sb., odstranila hranici energie na ústí hlavně 16 J. Vzduchovky se vyrábějí pouze do ráže 6,35mm. (Vzduchovky, 2022)

Větrovky – neboli také PCP (Pre-Charged Pneumatic) Vzduchovky fungují na principu stlačeného vzduchu. Jako další přednost těchto zbraní můžeme brát velkou přesnost a nízký zpětný ráz. Tento typ zbraně se používá k sportovní střelbě, a to jak HTF (Hunter Field Target) a FT (Field Target), u vyšších kalibrů je možné se setkat i s destrukční střelbou či lovem. (PCP, 2022)

Airsoftové zbraně – jedná se o napodobeniny opravdových zbraní s rozdílem, že tyto zbraně střílí BB Kuličky (jedná se o airsoftové střelivo ráže 6 mm o různé hmotnosti). Zbraně jsou vyráběny v poměru 1:1 i s veškerým příslušenstvím, které by patřilo k opravdové zbraní. Základní dělení je rozděleno podle způsobu natahování, jedná se tedy o manuální (především odstřelovačí pušky), plynové (jde o bombičky CO₂ nebo Propan-butan a elektrické (píst poháněn elektromotorem). (Colosus, 2022)

Paintballové zbraně – zbraně poháněné CO₂ nebo stlačeným vzduchem. Rychlost střely při opuštění hlavně dosahuje až 90 m/s. Střely jsou složeny z pevného vnějšího pláště na bázi celuloidu, který se používá k výrobě obalu pilulek. Kuličky obsahují netoxickou vodu

a ředitelná barviva různých barev. Při zasažení cíle se obal koule protrhne a zasažená oblast se obarví barvivem. (Paintball-prague, 2022)

Historické zbraně – jsou definovány v odstavci 22 přílohy č.1 zákona 199/2002 Sb. Zbraň je historická pouze za předpokladu, že byla zhotovena do 31. prosince 1890 a zároveň hlavní části byly zhotoveny taktéž do 31. prosince 1890 (Česko, 2002b)

Znehodnocená zbraň – je taková, která byla trvale vyřazena z provozu, za předpokladu, že všechny její hlavní součástky jsou trvale nepoužitelné a zároveň je není možno odstranit, nahradit či upravit. Díky tomu již není možné, jakkoliv uskutečnit střelbu z této zbraně. (Česko, 2002b)

Postup při znehodnocování zbraně upravuje vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 371/2002 Sb., která řadí mezi hlavní části hlaveň, úderník, zápalník, zásobníková šachta, popřípadě zásobník (Vyhláška č. 371/2002)

Školní a cvičné zbraně – jedná se o §7 odstavec f zákona 119/2002 Sb. Stejně jako u znehodnocených zbraní je určen řez vyhláškou Ministerstva průmyslu a obchodu č. 371/2002 Sb., a jedná se z velké části o řezy odkrývající část zbraně či znemožňují výstřel s ostrou municí.

Cvičné náboje nebo také slepé náboje slouží k napodobení střelby ostrým nábojem pomoci zvukové a světelné imitace. (Česko, 2002b) Podle Carase se také setkáváme s označením nábojka. (Caras, 1995)

Neaktivní střelivo a munice – tento pojem zavádí až novela zákona č. 484/2008 Sb., a jedná se o střelivo a munici s absencí střelivin, trhavin, třaskavin či ostatní muniční aspekty.

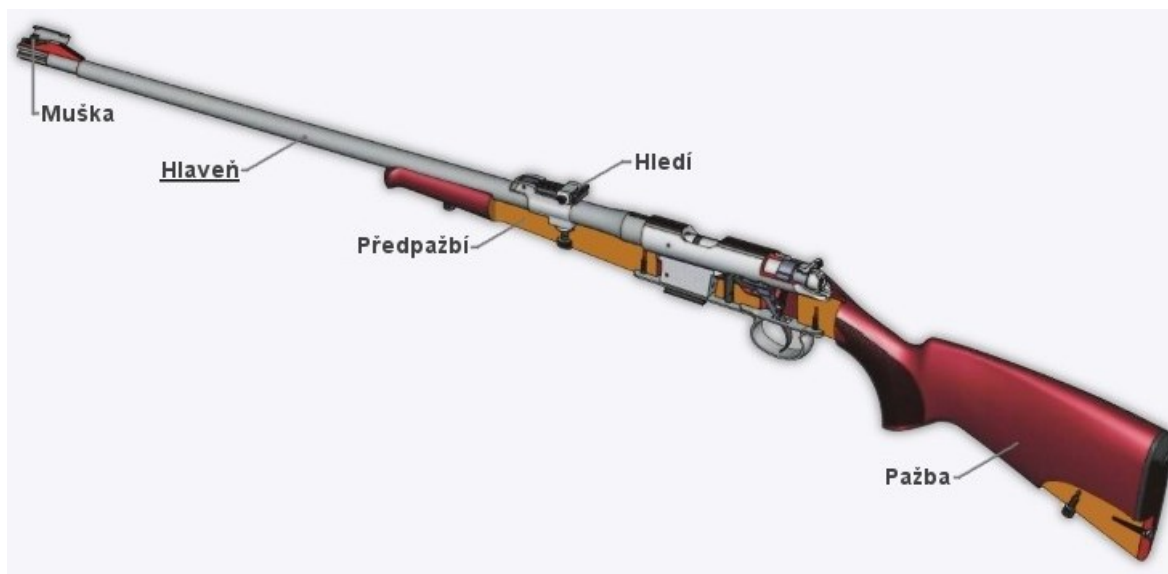
Jde především o makety, řezy a delaborované střely a munice.

Makety jsou tvarem a velikostí shodné s původním modelem střelivem a municí, které mohou být vyrobeny z neoriginálního materiálu, používají se pro cvičení nebo školení. Znehodnocené střelivo a munice má takové změny, které znemožňují jejich původní funkci.

Delaborované střeli a munice jsou zbaveny výbušnin a jiných aktivních muničních náplní. (Česko, 2008)

2.2 Stavba zbraně

Každá palná zbraň má velmi podobnou stavbu jak tvarem, tak i obsahem jednotlivých částí. Pro účely bakalářské práce je přiblížena stavba dlouhé palné zbraně viz obrázek 2.



Obrázek 2. Části dlouhé zbraně (Fišer, 2023)

Mířidla – jsou složena z mušky a hledí. Funkce mířidla je zaměření na cíl, kde se využije přímky mezi muškou a hledím. Mušku a hledí se dá nahradit pomocí puškohledu (optické soustavy). (LEX, 2023)

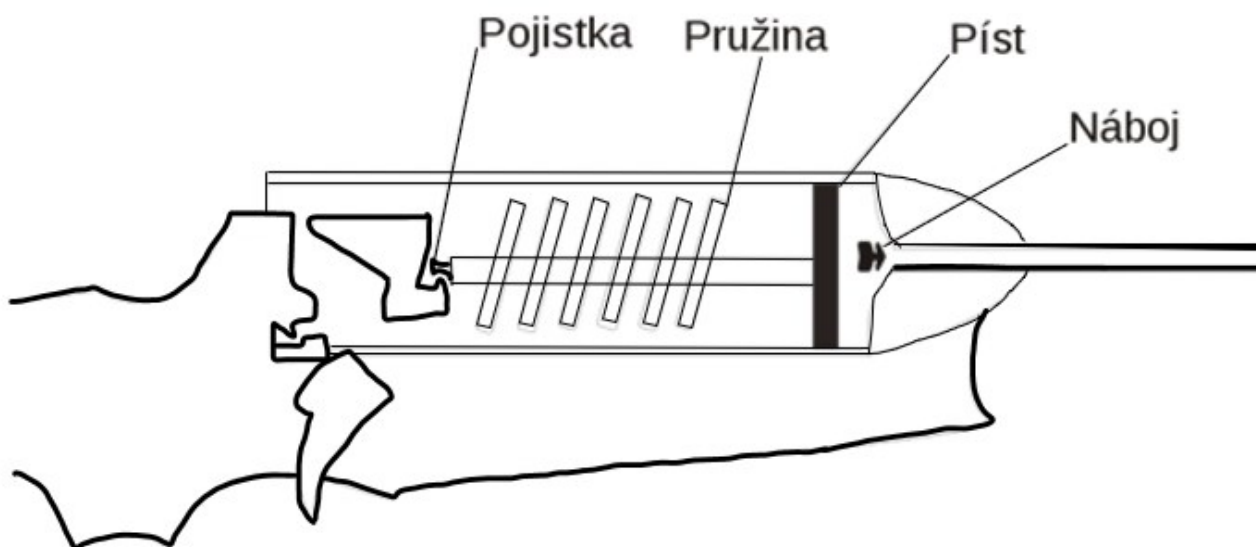
Hlaveň – ve své podstatě se jedná o trubku, která z pravidla obsahuje vývrt k urychlení střel. Střely se do hlavě vpravují přímo pokud zbraň neobsahuje zásobník, v případě zásobníkové zbraně se jedná o mechanismus „komora“ která díky tvaru umožňuje používat pouze odpovídající munici. (Kneubuehl, 2013)

Předpažbí – slouží k uchopení v přední části zbraně. Jako další funkce je funkce ochrana ruky před popálením, kde v případě opakované střelby dochází k zahřátí hlavě.

Pažba – část zbraně, kterou si střelec opírá o rameno k vytvoření dalšího kontaktního bodu se zbraní, to napomáhá k udržení střeleckého postoje, stability a míření se zbraní. Existují různé variance.

- Pevná – neumožňuje nastavení pro pohodlí střelce. Výhodou je odolnost a konzistentní poloha při střelbě na cíl,
- teleskopická – umožňuje měnit délku pažby, slouží především pro různé střelce z jedné zbraně,
- sklopná – především u vojenských zbraní u jednotek parašutistů a přepravců, dříve se sklápěla především pod zbraň u moderních zbraní je možnost volby vlevo a vpravo,
- stavitelná – u této pažby je možnost nastavení jak délky, tak výšky pažby. (Armed, 2023)

Další části jsou součástí vnitřního mechanismu viz obrázek 3.



Obrázek 3. Nákres mechanismu (Kapralová, 2023)

Tento mechanismus umožňuje výstřelní ze vzduchových zbraní. Principem je píst, který stlačí vzduch ve válci v okamžiku výstřelu. Válec vzduchovky je spojen s hlavní. Stlačený vzduch působí na diabolku, která se v okamžiku výstřelu nachází na začátku hlavní. Po výstřelu se díky stlačenému vzduchu začne pohybovat směrem ven z hlavní. Pokud je hlaveň i s vývrtem náboj se pohybuje nejen směrem ven ale získá i rotaci. (Rehák, 2017)

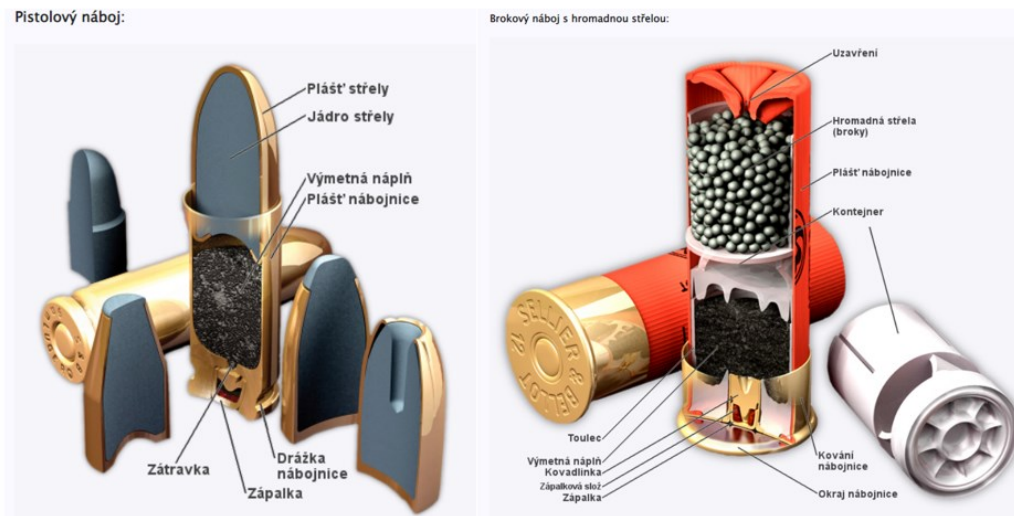
3 STŘELIVO

Základní princip střel zůstává stejný už od prvního využití, a to doprava energie na určitou vzdálenost a přetvoření energie v ničivý účinek v cíli. Zároveň víme, že část energie je přetvořena na práci k překonání odporu vzduchu a gravitace. Právě proto je potřebná počáteční energie dostatečně silná, aby zajistila potřebné, a to k ničivému účinku v cíli. (Billich, 2019)

Ráže existují ve dvou údajích, v zemích využívajících metrický systém nalezneme ráži v mm, jako příklad můžeme uvést 9 mm nebo 5,56 mm. V ostatních zemích, které využívají imperiální systém se používá ráže jako .45 nebo .380. Zároveň se jednotlivé údaje nepřepočítávají vždy využíváme ten název, který je daný jako oficiální. (Defendia, 2022)

Specifikovat nábojnici není tak lehké, většina lidí si sice vybaví především klasický náboj pistolový kulový, ale jednotlivé náboje se liší. Pro obecnou představu se uvádí právě pistolový a brokový. U pistolového náboje je jednotná střela, kovová nábojnice, výmetná směr a zápalky viz obrázek 4. V nejjednodušším rozdělení si můžeme střelu rozdělit na střelu, nábojnici, výmetnou směs a zápalku. Kde střela je celoplášťová s olověným jádrem, nábojnice je válcová, s výmetnou směsí složené v dnešní době především bezdýmným prachem a zápalka, která u pistolového náboje je se středovým zápalem, směs slouží k iniciaci výmetné směsi.

Zatímco u pistolového náboje uvádíme jednotný náboj, u brokového náboje se především uvádí hromadná neboli střela složená z několika broků viz obrázek 4. Další větší rozdíl je z pravidla plastová nábojnice, dříve se vyráběli i papírové ale v dnešní době se především vyrábí z plastu. (Zbraněkvalitně.cz, 2022)



Obrázek 4. Pistolový a brokový náboj (Czechnology, 2023)

Střelivo lze rozdělit dle mnoha faktorů. Pro účely této bakalářské práce je toto dělení.

Dělení podle účinnosti:

- Letální – do češtiny lze přeložit jako smrtící,
- neletální – v češtině by se dalo přeložit jako nesmrtící.

Dělení nábojů:

- Revolverové – charakteristické pro tyto náboje je přesahující zápalový okraj,
- pistolové – střely určené pro pistole a samopaly, především mluvíme o válcových či lavičkové nábojnice,
- puškové – především pro pušky a kulometry,
- brokové – jedná se o konstrukční unikát, kde je kovové dno a dříve papírové dnes především plastové pláště. (Inovace SEBS a ASEBS, 2013)

Dělení střel:

- Olověná – vhodné pro sportovní střelbu, po střelbě je potřeba hlaveň důkladně vyčistit hlaveň,
- poloplašťové – částečně obalená střela, bývá zvykem, že špička je neopatřena pláštěm pro způsobení většího poškození na živé tkáni,
- celoplašťová – dle názvu vyplývá střela je obalena pláštěm z jiného materiálu pro lepší průbojnost střel,

- svítící – zadní část střely se nachází směs, která po výstřelu je zažehnutá a září.

Tvar střely:

- Ogivální – univerzální tvar střely,
- plochá špička – vylepšená ranivost na živé tkáni,
- střížná hrana – jedná se především o tvar pro sportovní účely, lépe viditelné zásahy na terči. (Defendia, 2022)

Dělení střeliva podle druhu pro účely mé práce:

- Malorážkové – jedná se o střelivo pro malorážkové zbraně,
- dělostřelecké – jde o střelivo pro dělostřelecké zbraně jako jsou kanóny houfnice a podobně,
- ostatní – ostatní munice, která nespadá do malorážkového ani dělostřeleckého rozdělení.

Malorážkové náboje můžeme dále dělit podle ráže:

- Mikrorážkové,
- malorážkové a flobertkové,
- střední ráže,
- velkorážní,
- brokové,
- pro expanzní zbraně a přístroje,
- bez nábojnicové. (Inovace SEBSa ASEBS, 2013)

Pro účely bakalářské práce jsou diabolky rozděleny podle tvaru:

- Plochá hlavička – jedná se převážně pro sportovní střelbu na papírové terče,
- půlkulatá hlavička – jsou vhodné jak pro střelbu na terč, tak i pro lov,
- špičatá hlavička – díky tvaru jsou vhodné pro větší vzdálenosti díky průbojnosti a aerodynamice,
- expanzní dutina – jde především o lovecké náboje, při zásahu dojde k předání maximální energii,
- speciální – jedná se o expanzní dutinu s polymerovým hrotem, proto je vhodný pro lov s vyšší ústřovou energií.

Pro účely bakalářské práce budu převážně pracovat s typem munice diabolky. Jedná se zvláštní typ munice, která je vyráběna převážně v rážích 4,5; 5,5; 6,35 mm. (Diabolky, 2022)

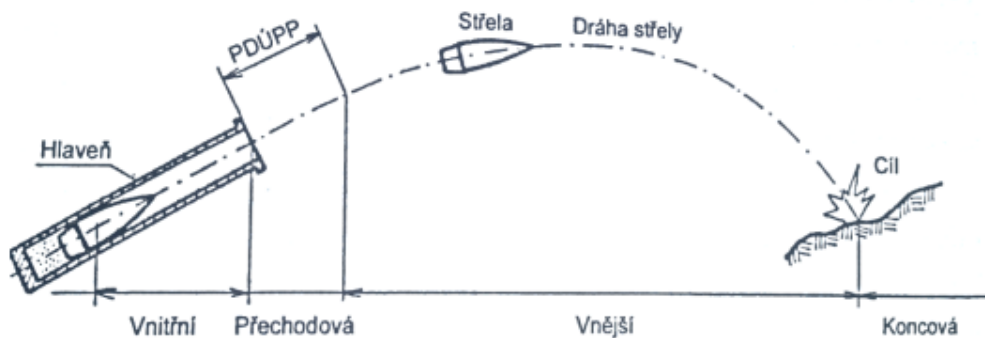
4 RANIVÁ BALISTIKA

Samostatně balistika je interdisciplinárním vědeckým oborem zabývající se faktory ovlivňující pohyb střel. Jedná se o disciplínu aplikující charakteristické specifické metody, techniky a terminologii úzce související s předmětem výzkumu. Jelikož se jedná o interdisciplinární vědecký obor, využívá balistika teorie a studie průmyslových a vědních oborů jako jsou fyzika, chemie, mechanika, metalurgie, nauka o zbraních a střelivu a strojírenství.

4.1 Dělení balistiky

Dělit se dá podle zaměření balistiků, využití a metod zkoumání.

Podle rozdílů jednotlivých zkoumaných úkazů, které působí na pohyb střely dělíme balistiku na: viz obrázek 5



Obrázek 5. Rozdělení balistiky (Beer, 2006)

- vnitřní, která se zaměřuje na procesy a jevy probíhající od výstřelu do doby, než střela vyletí z hlaveň,
- přečhodová, řeší pohyb střely v moment, kdy opustí hlaveň do doby, kdy stále na střelu působí expandující spálené plyny, které zrychlují střelu, ale zároveň mohou ovlivnit samotnou zbraň nebo střelce,
- vnější, předmětem zkoumání je zde pohyb a dráha střeli v prostředí, než střela zasáhne cíl, úkolem je zde vypočítat dráhu dle startovních podmínek a hodnotit přesnost střel,
- koncová (terminální), se zabývá reakcí materiálu s hustotou větší než vzduch a zároveň ničivý účinek, pokud je cílem „živý“ cíl mluvíme o ranivé balistice.

Dělení podle využití:

- Vojenskou,
- civilní, ostatní,
- speciální.

Dělení podle metod zkoumání:

- Teoretickou,
- experimentální. (Juříček, 2015; Juříček 2017)

Ranivá balistika je součástí balistiky, a to právě koncové. I když spadá pod balistiku jako takovou jedná se celkem o samostatný vědecký obor, který zkoumá střelu nebo střepinu vzhledem k biologickému (živému) cíli. (Juříček, 2020)

Dále můžeme rozdělovat podle místa využití na:

- Vojenskou,
- civilní (loveckou, sportovní),
- ostatní (kriminalistická, forenzní a soudní).

U vojenské hovoříme především o balistice hlavních zbraní a vcelku novým směrem, a to kosmickou balistikou, která řeší kosmická tělesa nebo rakety držící se eliptických drah.

Kriminalistická, forenzní nebo soudní balistika řeší specifickou analýzou balistických charakteristik v souvislosti trestné činnosti za použití střelné, dnes především palné zbraně. „*Hlavním úkolem kriminalistické balistiky je rozvoj a zkvalitňování metod a prostředků identifikace zbraně podle balistických stop nalezených na místě činu a specifických stop vzniklých po střelbě*“ (Juříček, 2017, s.35)

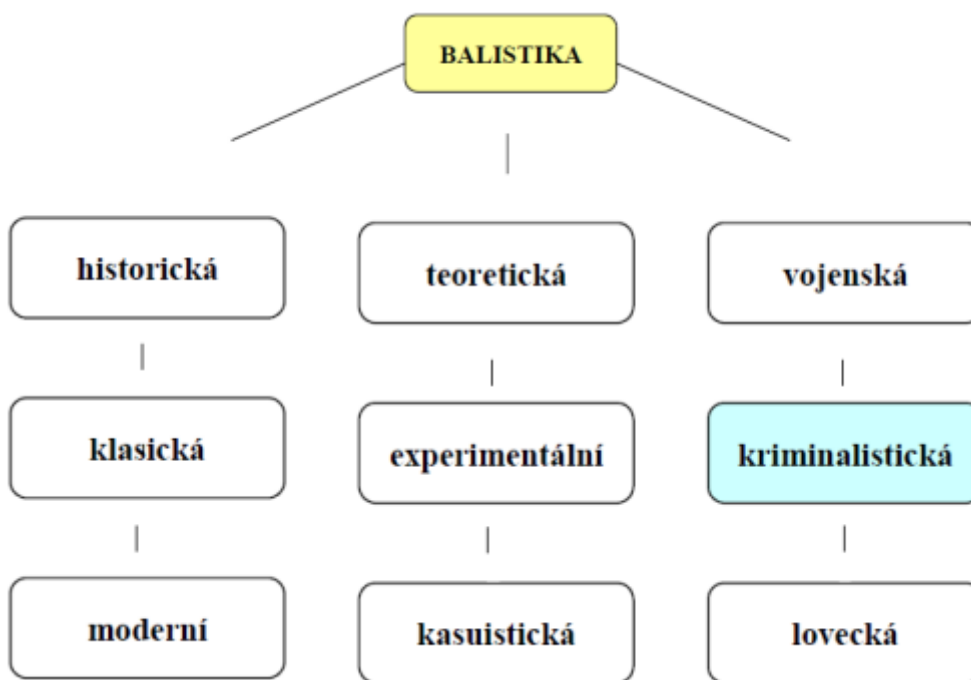
Lovecká a sportovní balistika řeší praktické otázky jako jsou sestava nábojů při přebíjení, přesnost střel a účinky na zvěř.

Jednotlivé druhy balistik jsou svým způsobem odlišné, ale všechny mají stejný teoretický základ. (Juříček, 2017; Juříček 2015)

Velkým zdrojem výzkumu a hodnocení ranivého potenciálu v minulosti byli chirurgové, kteří měli zkušenosti z léčby balistických zranění. (Bellamy, 1991) Současným zdrojem se

stali balistické experimenty za použití i dalších měřících, záznamových a výpočetních technologií a znalostí ostatních vědních oborů. Dalším způsobem získání informací jsou informace vytvořené v modelových cílech za použití náhradních materiálů. Z etických a zákonem daných omezení nelze využívat zvířata nebo jejich orgány během experimentů. (Juriček, 2017)

Další pohled ukazuje bývalý Pplk. Planka z kriminalistického ústavu Praha (KUP), který shodně rozděluje balistiku viz obrázek 6



Obrázek 6. Obecné dělení balistiky (Planka, 2008)

S tím že ranivou balistiku rozděluje na vojenskou a loveckou podle různých typů běžně používaných zbraní, střel a chtěných účinků v cíli. Forenzní balistika využívá tento obor ke studiu četných otázek úzce souvisejících s forenzní lékařskou praxí ohledně střelných poranění a hodnocení účinků ve formě střelby na necitlivé cíle poskytuje četné odpovědi na další forenzně důležité otázky. (Planka, 2008)

4.2 Ranivý potenciál střel

Ranivý potenciál je úzce spojen s experimentální složkou ranivé balistiky, který určuje schopnost střely způsobit střelné poranění. Rozpoznávacím faktorem je možnost předat energii (kinetickou) materiálu (živému cíli). Ranivý účinek je tedy schopnost střely, předat energii neboli využít potenciál střely ke způsobení střelného poranění na živém cíli. Tuto

schopnost dle účinnosti lze dělit na dočasné zastavení cíle (činnost pozastavena podobu traumatického šoku) a trvalé zastavení cíle (usmrcení). (Juříček, 2017)

Výsledná síla střely není tvořena pouze ranivým potenciálem, záleží i na schopnosti využít tento potenciál. (Juříček, 2019)

V myslivosti se také setkáváme s pojmem okamžité usmrcení, které je požadováno. To znamená nejrychlejší usmrcení s minimalizací trpění a zároveň znemožnilo ztrátu kořisti.

4.3 Ranivý účinek střel

Jedná se o ničivý účinek střely na živý cíl, kde cílem je zvíře či člověk. Střela je schopna proniknout oděvem a kůží za vzniku střelného poranění. Balistická ochrana či jiné překážky minimalizují účinek střel. Ranivý účinek je také spojen s ranivým potenciálem střel. (Juříček, 2017)

Ranivý účinek lze minimalizovat díky ochraně či překážkám. Jako ochranu lze považovat štít či vestu. Jako překážky můžeme počítat budovy či terén. (Juříček, 2020)

Zároveň určuje účinek na cíl, kde cíl může být zastaven (neletální poškození) či vyrazen (letální poškození). Pronikání do cíle je řešeno ze dvou hledisek, první hledisko je technické (ranivě-balistické), který se zaměřuje na jevy a změny probíhající v tkáni. Druhé hledisko je lékařské (chirurgické) tento pohled se zaměřuje na diagnostiku, ošetření a léčbu střelného poranění. Oba pohledy jsou v podstatě velmi odlišné, ale jsou stále potřeba oba. Díky technické stránce je určeno kvantitativní popis odolnosti živého cíle. Lékařský pohled určíme stupeň poškození tkáně, typ zranění, která souvisí s duševní i fyzickým stavem. (Juříček, 2017)

4.3.1 Složky ranivého účinku

V moment, kdy se střela setká s biologickou tkání může působit několika na sebe nezávislými ničivými faktory. Jedná se o účinky:

- Průbojný,
- tříštivý a trhavý,
- střepinový.

Průbojný účinek – jedná se o schopnost střely proniknout do objektu. Tato schopnost je ovlivněna především konstruktivními a balistickými vlastnostmi zejména pak hmotnostní

střely, dopadovou rychlostí střely, balistickou stabilizací, konstrukční pevností, odpor prostředí a odporem cíle. (Šafr, 2010)

Tříštivý a trhavý účinek – tříštivý efekt nastane, když střela zasáhne kost a trhací efekt je v případě, kdy střela zasáhne měkké tkáně nebo orgány. Tyto efekty jsou způsobeny rychlými projektily, které se pohybují dvakrát rychleji než zvuk. Omezení rychlosti střely potřebné k vyvolání tříštivého a trhacího efektu závisí především na odolnosti prostředí. Prostředí v tomto kontextu jsou kůže, svaly, kosti a orgány. (Šafr, 2010)

Střepinový účinek – v případě vyššího odporu cíle, než je napětí střely dojde k takzvané deformaci a fragmentaci střely neboli ke vzniku střepin. Tyto střepiny mají vlastní energii i vlastní směr dráhy a tím působí rozsáhlejší deformaci cíle.

Faktory ovlivňující fragmentaci střely jsou ráže, materiál, konstrukce a dopadová síla. Se střepinovým efektem také velmi úzce souvisí pojem „sekundární střely“, které vznikají, když se šrapnel setká s kostí a kus odštípne a přijme určitou část energie a způsobí sekundární poranění. (Šafr, 2010)

4.4 Střelná poranění

Při používání střelné zbraně s jednotnou střelou mohou vzniknout různé druhy poranění na živém cíli. Zde se setkáváme s pojmy průstřel, vstřel, střelný kanál, výstřel, zástřel, ostřel a nastřelení.

Nastřelení – jedná se o střelné poranění, kde střela nepronikla kůží díky malé energii.

Ostřel – jedná se o střelné poranění, kde střela vytvoří rýhu na povrchu těla.

Zástřel – jedná se o střelné poranění, u kterého střela nepronikne celým tělem, ale zůstane na konci střelného kanálu.

Průstřel – jedná se o střelné poranění, kde střela pronikne celým tělem. (Hirt, 1996)

Teoretická část je rozdělena do 4 majoritních kapitol úzce spjatých s provedeným experimentem, kde stěžejními body byla legislativa, zbraň, střelivo a balistika.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 POUŽITÉ POMŮCKY, PŘÍSTROJE, ZBRANĚ A STŘELIVO

Tato kapitola se zabývá jednotlivými přístroji, pomůckami, materiály, zbraní a střelivem využití při provedení experimentu v praktické části.

Svinovací metr – Ellix má délku 5 m, která se používá k změření vzdálenosti od ústí hlavně k měřicím branám a ústí hlavně k náhradnímu materiálu viz obrázek 7. Ellix má měřicí přesnost třídy II podle soustavy tolerance.



Obrázek 7. Svinovací metr (Vlastní)

Posuvné měřítko značky Kinex – posuvné měřítko sloužící k změření délky viz obrázek 8.



Obrázek 8. Šuplera značky Kinex (Vlastní)

Papírový terč – klasický standardní pistolový terč 50/20 s rozměry terce 480 × 650 m. Jedná se o nejrozšířenější velikost papírového terče. Posloužit ke kalibraci výšky střelby viz obrázek 9.



Obrázek 9. Papírový terč 50/20 (Zbraně a střelivo KM, 2023)

Střelecká lavice – střelecká lavice značky Caldwell Matrix umožňuje stabilní a pohodlné uložení zbraně při střelbě viz obrázek 10. Minimalizuje možnost pohybu hlavně při výstřelu nebo po výstřelu, či výstřelu z jiné vzdálenosti. Tato střelecká lavice je vhodná pro upevnění dlouhé i krátké zbraně. (Matrix, 2009) Parametry střelecké lavice jsou uvedeny v tabulce č. 1.

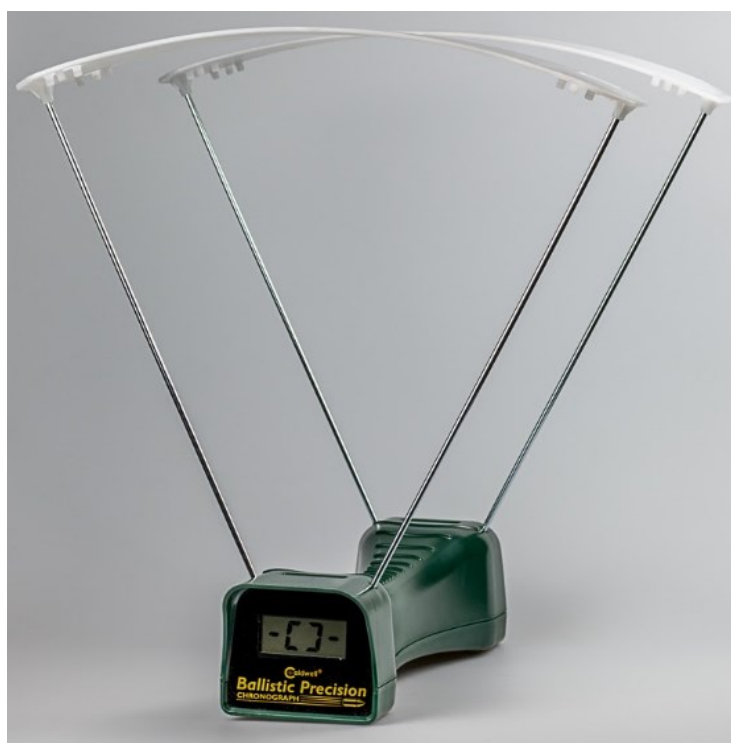


Obrázek 10. Střelecká lavice (Martix, 2009)

Tabulka 1. Parametry střelecké lavice (Matrix, 2009)

Parametr	Popis
Typ	Krátká a dlouhá
Hmotnost	2,2 kg
Rozměry (délka/šířka)	550-670/480 mm

Měřicí hradla – elektronická měřicí hradla značky Caldwell Chronograph jsou schopny měřit různé projektily (střely, broky, kuličky i šípy), které možné nastavit podle potřeb měření. Obsahují LCD displej (viz obrázek 11) poháněný 9voltovou baterií pro zobrazení rychlosti střely s odchylkou $\pm 0,25\%$. Za majoritní výhodu lze považovat jejich jednoduchost, spolehlivost, lehkou manipulaci a přesnost měření, která je dle výrobce nastavena na rozsah od 1,524 do 3047,6952 ms^{-1} . (Trhonov.cz, 2018) Parametry měřících hradel jsou uvedeny v tabulce č. 2.



Obrázek 11. Měřicí hradla (Trhonov.cz, 2018)

Tabulka 2. Parametry měřících hradel (Trhon.cz, 2018)

Parametr	Popis
Jednotka měření	ms ⁻¹ nebo fps
Rozměry (délka/šířka/výška)	400/100/90 mm
Rozměry se stínítkem (d/š/v)	400/390/430 mm
Napájení	9 V
Hmotnost	1023 g

Vzduchovka Ruger Air Scout Magnum cal. 4,5 mm FP – je klasická vzduchová puška poháněná pružino-pístem. Tento model má sílu 32 J. Díky drážkám v hlavni a světlovodným mířidlům TRU-GLO umožňuje získat vysokou přesnost při krátké čase a střední vzdálenosti. V případě potřeby je možné měnit hledí horizontálně a vertikálně.

Vzduchovka je instalována do polymerové pažby s oboustrannými líčnicemi a gumovou botkou. Pro zajištění lepšího držení v dlaně je rukojeť pokryta hrubou texturou. Tvar hrdla je modelován pro maximální stabilitu při střelbě viz obrázek 12.

Na horní straně je 11 mm rybina pro možné modifikace hledí. Po natažení vzduchovky se automaticky zafixuje spoušť. Před střelbou musí být odjištěná pojistka na zadní straně pístů. (Ballistas, 2023) Parametry vzduchovky Ruger jsou uvedeny v tabulce č. 3.



Obrázek 12. Ruger Air Scout Magnum cal. 4,5 mm FP (Ballistas, 2023)

Tabulka 3. Parametry vzduchovky Ruger (Ballistas, 2023)

Parametr	Popis
Typ	Vzduchovka
Výrobce	Umarex
Ráže	4,5 mm / .177
Energie	32 J
Účinný dostřel	>50 m
Barva	Černá
Délka hlavně	495 mm
Celková délka	1140 mm
Hmotnost	3400 g

Kapesní váha – jedná se o mobilní variantu přesných vah. Jsou malého rozměru a jsou napájeny pomocí bateriemi. Často jsou vybaveny ochranným krytem váhy. Převážně se používají k vážení léků, bylin či malých věcí. Přesnost vah je dle výrobce na 0,001 g. (Ohaus, 2022)

Rychloběžná kamera Olympus I-SPEED FS s rozlišením 1280x1024 – kamera (viz obrázek č. 13) uzpůsobena k zaznamenat rychlé aktivity, tyto snímky jsou napojeny na vysokorychlostní průmyslová zařízení. Videosnímky jsou zachycovány do integrované paměti, které je možno přenést pomocí kompaktní flash karty do notebooku nebo PC. (Olympus, 2023) Při experimentu byla kamera nastavena na 10 000 fps a byla pevně umístěna 1,5 m od balistické želatiny kolmo na dráhu střel.



Obrázek 13. Rychloběžná kamera OLYMPUS I-SPEED FS
(Vlastní)

Balistická želatina – sloužila jako substituční fyzikální model zastupující svalstvo viz obrázek 14. Byla o koncentraci 20 %. Fyzikální vlastnosti jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Příprava balistické želatiny:

- Vmíchání želatiny do vody při pokojové teplotě za stálého míchání (pro zabránění tvorbě bublin) s kyselinou askorbovou o koncentraci 0,5 %,
- odstání směsi při teplotě 10 °C po dobu 2 hodin,
- rozpuštění ve vodní lázni o 40 °C za stálého míchání do úplného rozpuštění (bez bublin),
- přelití želatiny do předem vymazané formy (transparentním silikonem),
- vychladnout na 10 °C,

- po ztuhnutí přendat do fólie a umístit do chladicího zařízení s teplotou 4 °C na 36hodin. (Postup výroby podle vedoucího bakalářské práce pana doktora Ficka)

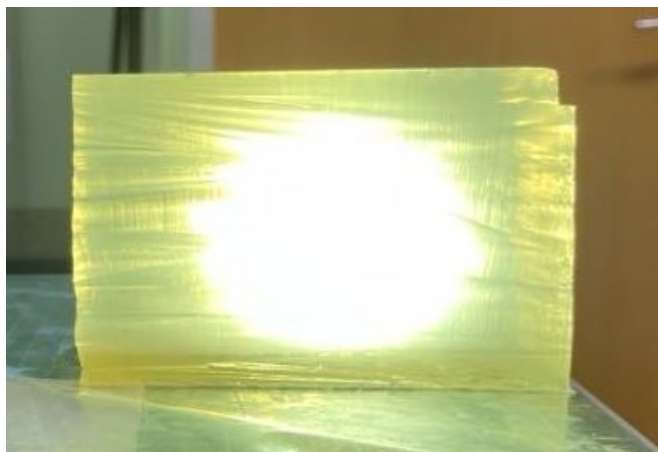
Tabulka 4. Fyzikální charakter použité želatiny (Vlastní)

Látka	Teplota	Hustota
Želatina 20 %	20 °C	1060 kg m ⁻³

Hustota byla změřena pomocí odlití části do odměrného válce, a vypočítána díky známe hmotnosti a známému objemu pomocí vzorce:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (5.0.1)$$

kde ρ je hustota, m je hmotnost a V je objem.



Obrázek 14. Blok balistické želatiny (Vlastní)

Použité diabolky – při experimentu byli použity 4 druhy diabolek. Jednalo se o ploché diabolky značky GAMO pro match, expanzní diabolky značky BARRACUDA hunter, GAMO magnum a GAMO pro hunter viz obrázek 15. a viz obrázek 16 Vlastnosti jako ráže, hmotnost, materiál a tvar hlavy jsou k dispozici v tabulce č. 5.



Obrázek 15. Diabolky použité v experimentu (Vlastní)



Obrázek 16. Vzhled jednotlivých diabolok (Ficek, 2022; diabolky.cz, 2023)

5.1 Popis experimentu

Data a poznatky vychází z mého experimentu. Experiment spočíval v měření rychlostí a hloubky čtyř druhů diabolok, které jsou uvedeny v předešlé kapitole. Každý typ diabolky byl vystřelen pětkrát.

Experiment byl realizován dne 19. ledna 2023 kde teplota v laboratoři byla 21 °C a venkovní teplota byla mezi 3 a 4 °C na Fakultě aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně. Během experimentu se střílelo ze vzduchovky Ruger 32 J na vzdálenost 5 metrů skrz 2 měřicí hradla pro měření 2 rychlostí (tzv. úst'ová a dopadová rychlost) do balistické želatiny o koncentraci 20 %. Po experimentu proběhla analýza záběrů v programu I-SPEED Suite pro získání maximální hloubky kanálků, které byly srovnány s naměřenými posuvným měřítkem a pro získání maximální šířky dočasné dutiny.

Stůl se střeleckou lavicí v přímce s blokem balistické želatiny v první a v druhé třetině přímky se nacházeli měřicí hradla na trojnožce. Blok želatiny byl z boku osvětlen pro umožnění záběru rychloběžnou kamerou viz obrázek 17.



Obrázek 17. Koncová část pracoviště (Vlastní)

5.2 Naměřené hodnoty

Tabulka 5. Parametry použitých diablek při experimentu (Vlastní)

Střela	Ráže [mm]	Hmotnost [g]	Materiál	Tvar hlavy
Gamo Pro Match	4,50	0,50 ± 0,01	Olovo	Plochá
Baracuda Hunter	4,50	0,60 ± 0,01	Olovo	Expanzní dutina
Gamo Magnum	4,50	0,50 ± 0,01	Olovo	Špičatá
Gamo Pro Hunter	4,50	0,50 ± 0,01	Olovo	Půlkruhová

Výpočet kinetické energie:

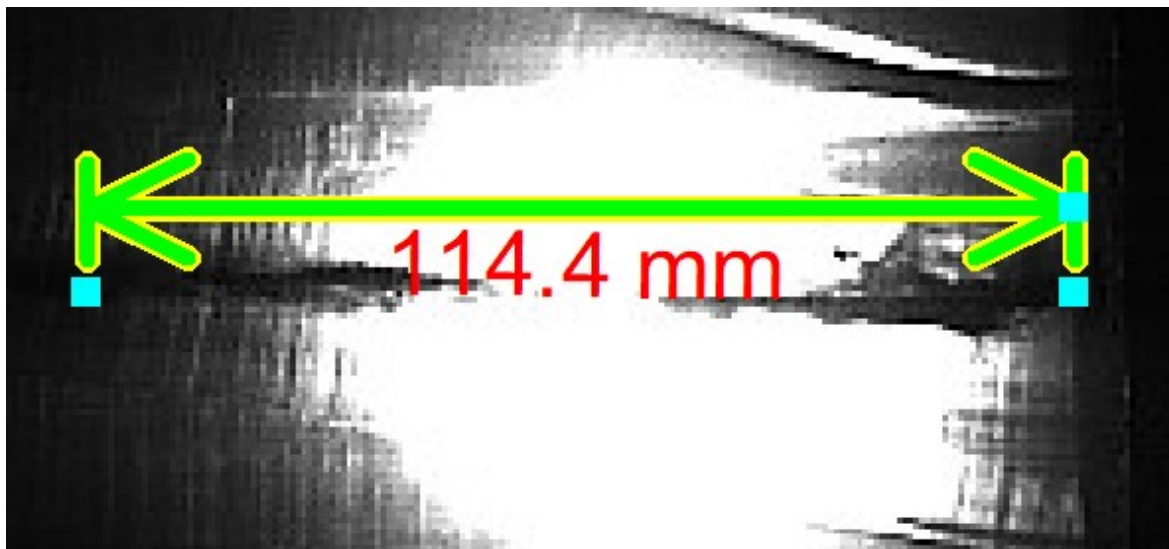
$$E_k = \frac{1}{2} m \times v^2 \quad (5.2.1)$$

kde E_k je kinetická energie, m je hmotnost a v je rychlost.

Tabulka 6. Naměřené hodnoty při střelbě diabolek (Vlastní)

Druh	Hmotnost [g]	Rychlost 1 [m s ⁻¹]	Rychlost 2 [m s ⁻¹]	Hloubka [cm]	Šířka [mm]	Kinetická energie 1 [J]	Kinetická energie 2 [J]
Plochá	0,5	Error3	338	5,1	18	-	28,6
	0,5	365	Error2	5,4	28	33,3	-
	0,5	365	335	5,8	-	33,3	28,1
	0,5	370	341	3,9	26,06	34,2	29,1
	0,5	353	326	6,9	19	31,2	26,6
Expanzní	0,6	303	286	2,8	26,22	27,5	24,5
	0,6	303	286	2,6	-	27,5	24,5
	0,6	303	285	3,3	38,86	27,5	24,4
	0,6	305	290	2,4	43,4	27,9	25,2
	0,6	305	290	2,7	43,2	27,9	25,2
Magnum	0,5	350	325	10,4	44,8	30,6	26,4
	0,5	350	325	10,3	46,4	30,6	26,4
	0,5	341	319	9,7	25,71	29,1	25,4
	0,5	341	319	10,9	35,33	29,1	25,4
	0,6	344	318	10,1	28,44	29,6	25,3
Hunter	0,5	348	318	7,7	37	30,3	25,3
	0,5	349	318	7,4	23,9	30,5	25,3
	0,5	348	318	8,1	36,5	30,3	25,3
	0,5	Error3	335	8	-	-	28,1
	0,5	348	323	8,1	37,71	30,3	26,1

Příklad získání dat analýzou záběru pomocí programu I-SPEED Suit z rychloběžné kamery z průstřelu typu Magnum druhého výstřelu (viz obrázek 18), kde vznikl střelný kanál o délce 11,4 cm kde naměřený byl 10,3 cm.



Obrázek 18. Záběr z rychloběžné kamery (Vlastní)

K rozdílu mezi naměřenou hodnotou a získanou hodnotou v programu je lidský faktor. Takto se zpracovali i ostatní záběry viz příloha I. Stejným způsobem se zjistila i maximální šířka dočasné dutiny viz příloha II.

5.3 Výsledky měření

Aritmetickým průměrem naměřených hodnot viz tabulka č. 6

Tabulka 7. Průměrné naměřené hodnoty (Vlastní)

Druh	Rychlost 1 [m s ⁻¹]	Kinetická energie 1 [J]	Rychlost 2 [m s ⁻¹]	Kinetická energie 2 [J]	Hloubka [cm]	Šířka DD [mm]
Gamo Pro Match	363,25 ± 5,6	33 ± 1,1	335 ± 5	28,1 ± 0,9	5,42 ± 1	22,77 ± 4,3
Baracuda Hunter	303,8 ± 1	27,7 ± 0,2	278,4 ± 2,1	24,8 ± 0,4	2,76 ± 0,3	37,92 ± 7
Gamo Magnum	345,2 ± 4	29,8 ± 0,7	321,4 ± 3,1	25,8 ± 0,5	10,28 ± 0,4	36,1 ± 8,4
Gamo Pro Hunter	348,25 ± 0,4	30,3 ± 0,1	322,4 ± 6,5	26 ± 1,1	7,86 ± 0,3	33,78 ± 5,7

Hodnoty za \pm jsou směrodatnou odchylkou podle vzorce:

$$\sqrt{\frac{\sum(x - \bar{x})^2}{n}} \quad (5.3.1)$$

kde x znamená střední hodnotu a n velikost hodnoty nebo pomocí =SMODCH.P v počítačovém programu Excel (pro starší verze programu =SMODCH).

Tabulka č. 6 byla zpracována v grafické podobě pro lepší práci s naměřenými hodnotami viz obrázek 21 a viz obrázek 22, kde pro lepší orientaci byli doplněny i o průměrné hodnoty modrou přímkou.

Deformace diablek při experimentu

Při experimentu došlo k deformaci u všech diablek s expanzní dutinou (Baracuda Hunter) a u dvou plochých hlav (GAMO pro match) viz obrázek 19 pro porovnání s původní diabolkou pro druhou řadu která je na viz obrázek 20.

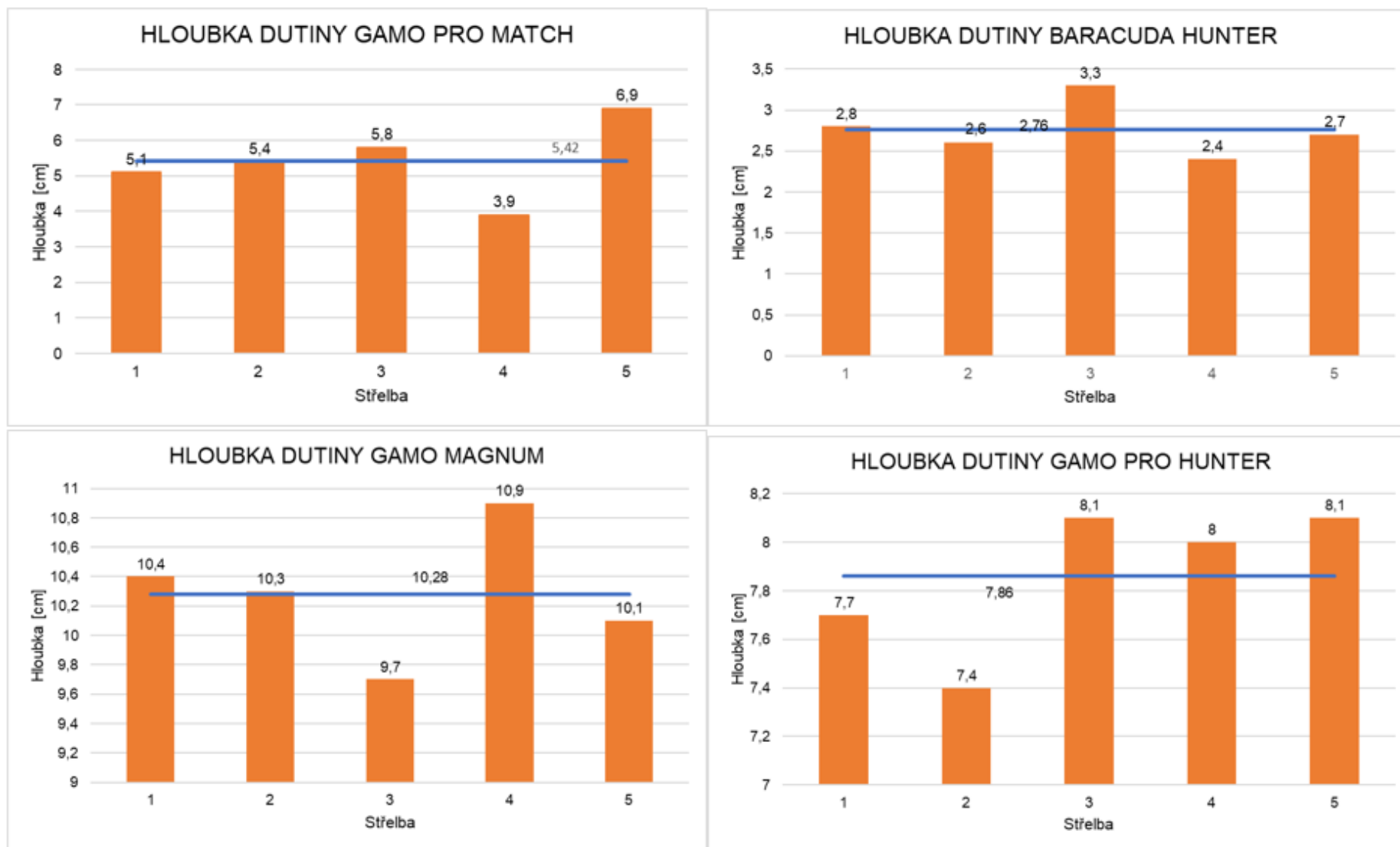


Obrázek 19. Diabolky po experimentu (Vlastní)

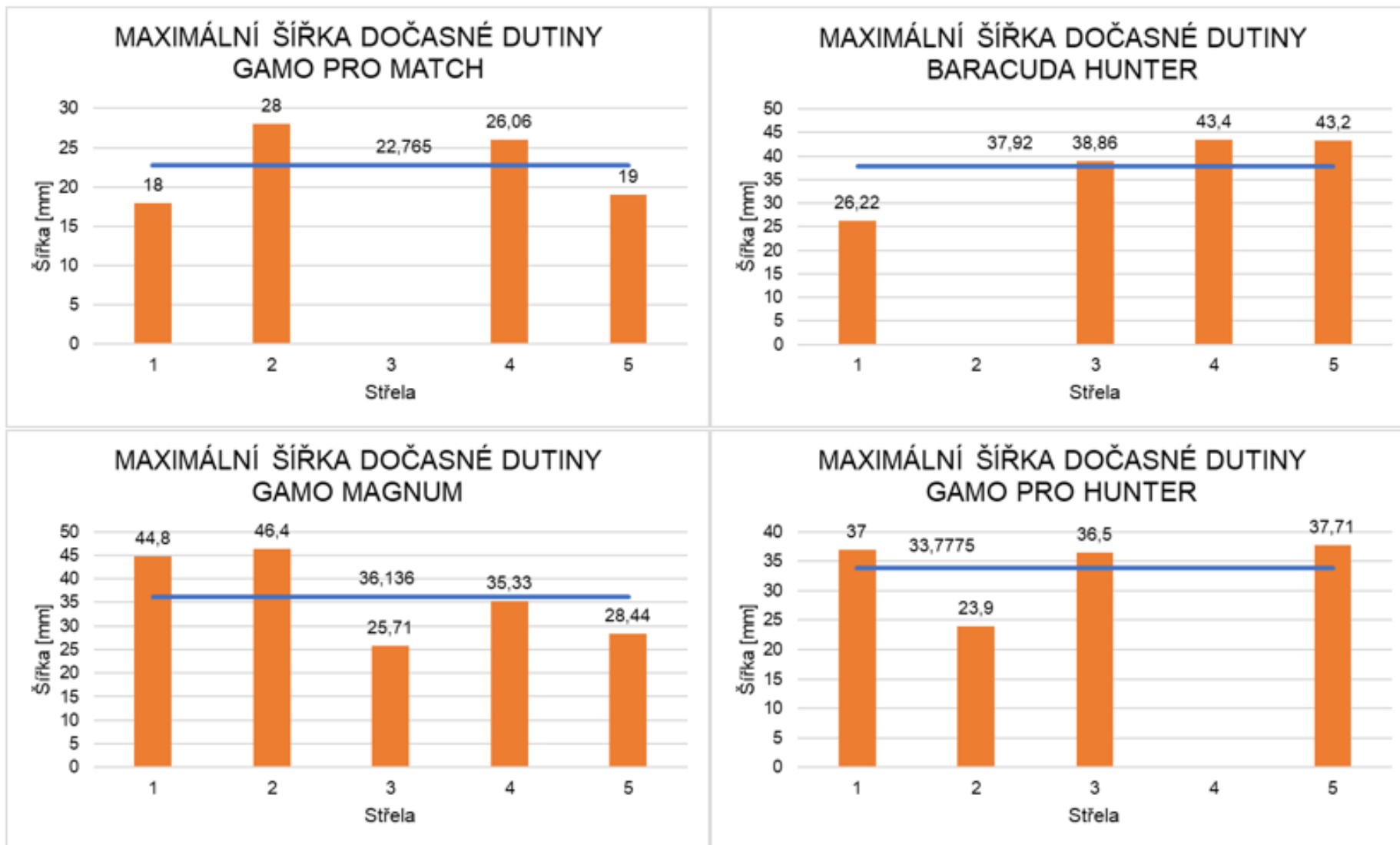


Obrázek 20. Původní Baracuda Hunter (Vlastní)

K deformaci především díky druhy hlavy diabolky (expanzní dutiny) u Baracuda Hunter, deformace u GAMO pro match byla způsobena buď chybou při výrobě či díky vyšší odolnosti tkáňové náhražky či větší síle vzduchovky.

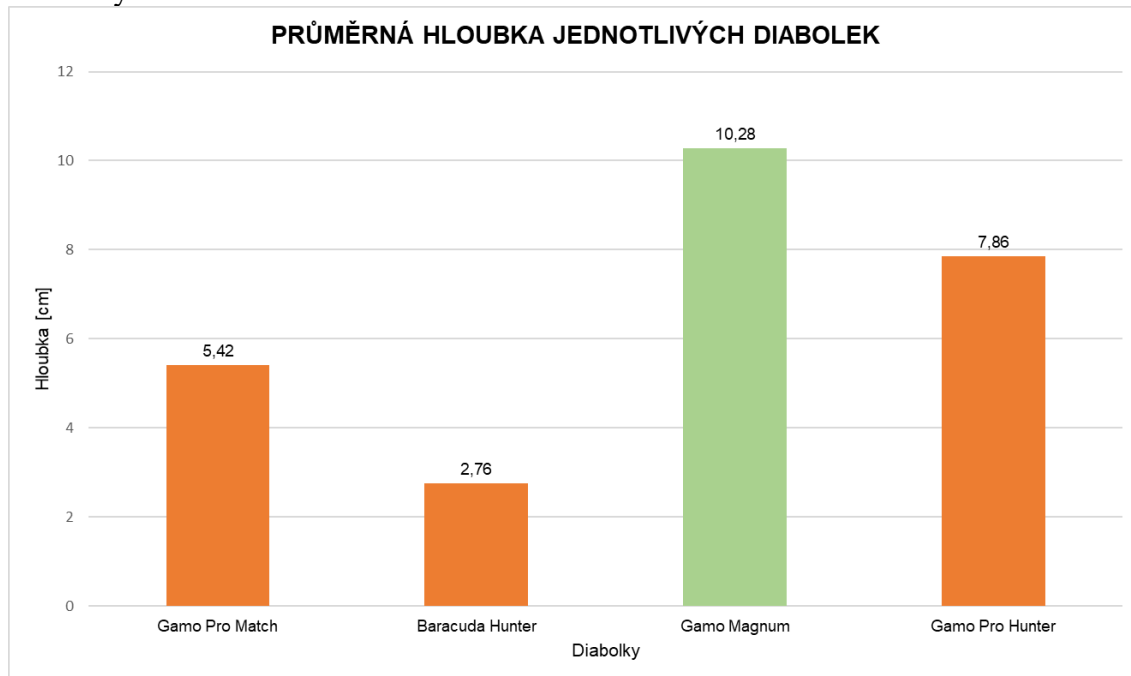


Obrázek 21. Grafy hloubky jednotlivých střel (Vlastní)

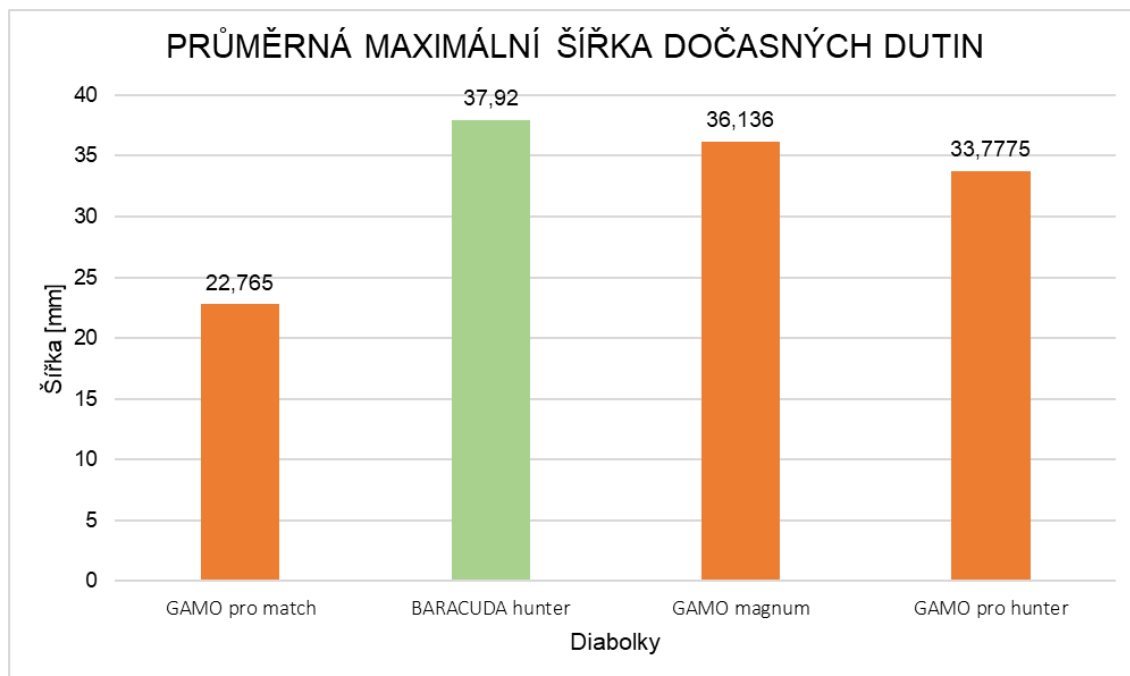


Obrázek 22. Grafy maximálních šířek dočasných dutin jednotlivých střel (Vlastní)

Pro lepší zobrazení průměrných dat z tabulky č. 7 jsou tyto hodnoty zpracovány v EXCELU pomocí grafu viz obrázek 23 a viz obrázek 24. Z naměřených hodnot a vizuálního grafického zobrazení je jasně vidět že největší hloubky dosahuje diablo typu magnum a největších maximálních dočasných dutin dosahuje diablo s expanzní dutinou pro odlišení jsou zeleně označeny.



Obrázek 23. Průměrná hloubka diabolek (Vlastní)



Obrázek 24. Průměrná šířka dutin (Vlastní)

5.4 Kazuistika střelných poranění člověka způsobených vzduchovkou

Tato kapitola doplňuje poznatky této práce o případy střelných poranění. Uvedené příklady jsou pouze kazuistiky s fatálním následkem, nejedná se ale o rovnost poranění a fatalita.

První příklad vychází z publikace *Gunshot wounds: practical aspects of firearms, ballistics, and forensic techniques* od autora Vincent J. M. Di Maio.

Kde došlo k usmrcení 7letého chlapce střelou diabolo ráže 4,5 mm. Střela vnikla do těla na levé části čela v úrovni levého obočí za vzniku vstupu střely (oválná rána) o velikosti 5×4 mm. Střela prošla levým frontálním pólem mozku, postupovala mediálně, posteriorně, mírně nahoru v levém frontálním laloku a vystupovala z mediálního povrchu. Poté vstoupila do pravé mozkové hemisféry, pokračovala zleva doprava zezadu a mírně nahoru přes pravou mozkovou hemisféru.

Další příklad je postřelení 12letého chlapce do hrudníku viz obrázek 25 vzduchovkou ráže 5,5 mm s následkem smrti. Diabolka vnikla do těla mezižeberním prostorem a pronikla plicní tepnou. Diabolka byla zanesena krevním řečištěm do aorty a stehenní tepny. Při pitvě byla krev nalezena v množství 100 ml v perikardu a 230 ml v levé horní dutině.

(Di Manio, 2016)



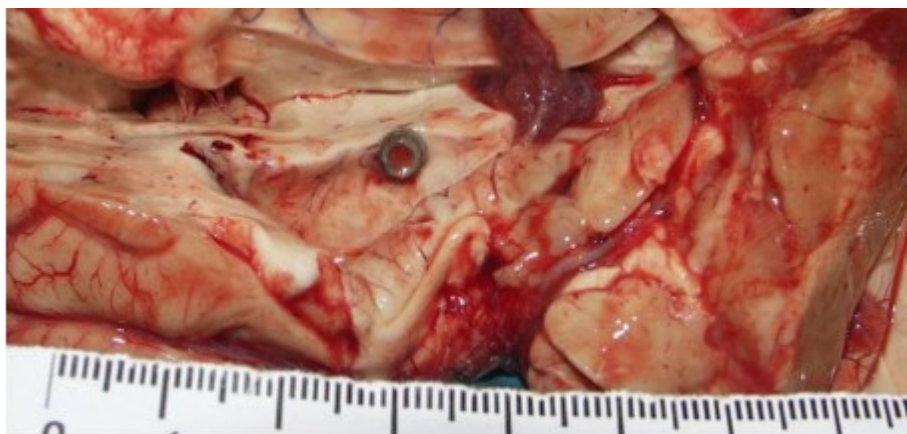
Obrázek 25. Vnik do hrudníku (Di Manio, 2016)

Dalším zdrojem je příspěvek o poranění hlavy vzduchovou puškou Slavia 620 od autorů J. Krajsa, M. Hirt, L. Juříček a M. Ďatko.

Jedná se o příklad sebevraždy 57letého muže třemi rány do pravé spánkové krajiny viz obrázek 26. Muž byl převezen do nemocnice. Dvě diabolky nepenetrovali šupinu. Muž po 9 dnech podlehl zraněním. Příčina smrti byla stanovena zhmoždění mozku viz obrázek 27 po střelném poranění s rozvojem encefalitidy a následný otok mozku. (Krajsa, 2011)



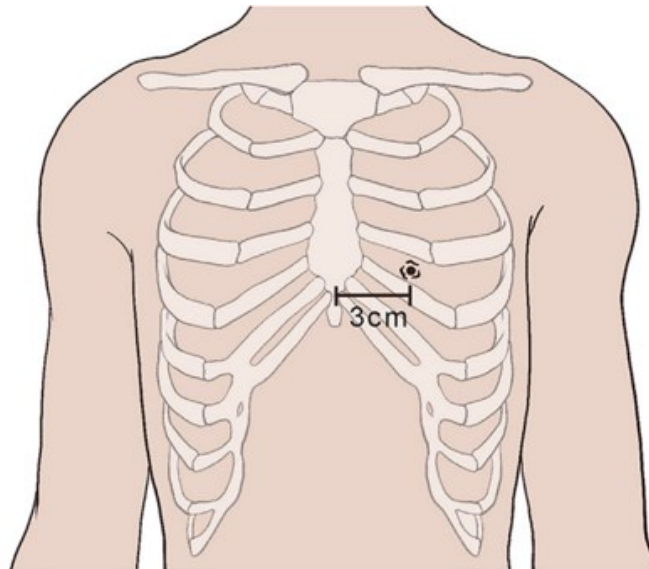
Obrázek 26. Vstřely na hlavě (Krajsa, 2011)



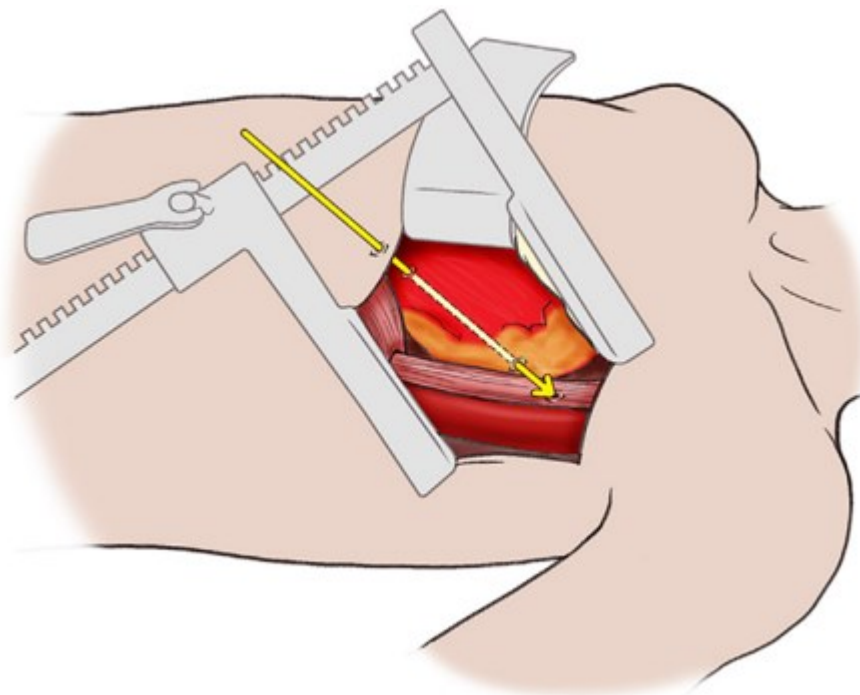
Obrázek 27. Diabolka uvízlá v mozku (Krajsa, 2011)

Zajímavou kazuistiku přináší článek Fatal cardiac injury sustained from an air gun: Case report with review of the literature.

Jedná se o případ, kdy odražená střela zasáhla 21letého muže, který byl převezen do nemocnice, kde podlehl zranění. Pitva prokázala penetrující ránu v mezižeberním prostoru viz obrázek 28. Střela prošla levou komorou srdce přes zadní část báze levé komory, zadní osrdečník a přední stěnu jícnu viz obrázek 29. Na jícnu nebyla zjištěna mechanický defekt a projektil skončil v žaludku. (Guenther, 2020)



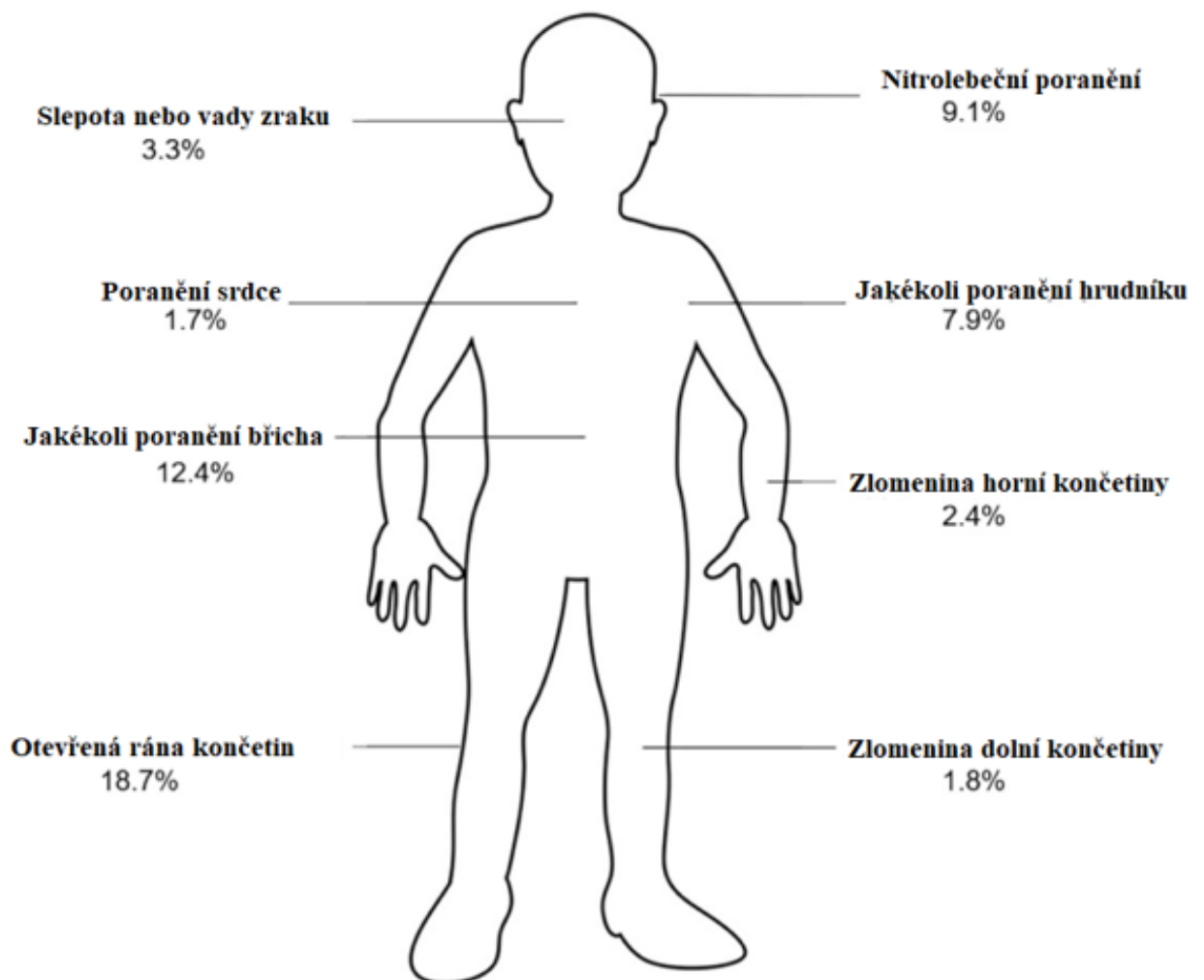
Obrázek 28. Vstup střely (Guenther, 2020)



Obrázek 29. Znázornění zranění (Guenther, 2020)

Jako další uvedí článek Toy Guns, Real Danger: An Update on Pediatric Injury Patterns Related to Nonpowder Weapons, který pojednává o střelných poranění u dětí střelnými zbraněmi, které nevyžadují střelný prach.

Vysoké zastoupeny jsou zde i vzduchovky. Článek komplexně popisuje a ukazuje ucelené statistiky. Pro účely této kapitoly existuje i procentuální poranění u dětí viz obrázek 30. (Mcloughlin, 2020)



Obrázek 30. Procentuální vyjádření poranění u dětí způsobených střelnými zbraněmi, nevyužívající střelný prach (Mcloughlin, 2020)

V této kapitole byly záměrně vybrány kazuistiky s fatálními následky pro zdůraznění závažnosti tématu. Většina případů se zabývá dětskými případy, ale nejedná se pouze o děti, jak některé z příkladů ukázali může se jednat i o dospělého člověka či osobu důchodového

věku. S přibývajícím roky s platným zákonem rušící omezení 16 J síly vzduchovky se dá předpokládat nárůst fatálních poranění jak u dětí, tak starších jedinců.

5.5 DISKUSE

Z poznatků této práce vyplývá, že největšího ranivého účinku s vzduchovkou Ruger diabolky GAMO Magnum s průměrnou hloubkou střelného kanálku 10,28 cm, zatímco na šířku vede Baracuda Hunter s průměrnou maximální šířkou dočasné dutiny v bloku náhradního materiálu 37,92 mm.

Data získaná při této práci naznačují závislost tvaru diabolky jak na rychlosti střely, tak na jejím ranivém účinku diabola. Vycházíme-li jak z rychlostí jednotlivých druhů, tak i z hloubky zástřelu.

Dalším poznatkem je že střely zkoumané při této práci se výrazně nedeformují při penetraci pružnou želatinou, nejedná-li se o typ k tomu určený. Tyto poznatky platí pro všechny diabolky využité v této práci.

Z poznatků této práce vyčnívají především diablo typu Magnum, které dosáhly průměrné hloubky 10,28 cm v balistické želatině. To naznačuje dostatečný ranivý potenciál i pro ohrožení lidí, toto ohrožení však platí i pro diabola typu Pro Hunter a Pro Match, diablo typu Baracuda představuje ohrožení spíše v případě nechráněných svalů.

Výsledky této práce se rozcházejí v hloubce a rychlostech střel při postřelování náhradního materiálu, kde moje hodnoty jsou v rozmezí 2,6 až 10,9 cm a 285 až 370 ms⁻¹ a autoři článku Determining the Wounding Potential of Shooting Weapons in the Course Forensic Science at the Faculty of Applied Informatics Tomas Bata University in Zlin, kde jejich naměřené hodnoty se pohybují v rozmezích 0,8 až 3,1 cm a 74 až 112 ms⁻¹. Hodnoty se rozcházejí z důvodu rozdílu druhu vzduchovky a vzdálenosti (v této práci 5 m a v článku 2 m), další rozdíl je v rozdílu náhradního materiálu (v této práci je balistická želatina a v článku je balistická plastelína).

Z této práce vyplívají že existují značné rozdíly u různých diabolek stejné hmotnosti viz obrázek č. 23 kde diabolky o stejné hmotnosti ($0,50 \pm 0,01$ g) a to u průměrných hodnot u BARACUDA HUNTER a GAMO PRO HUNTER, kde jsou průměry 2,76 cm a 7,86 cm. Zatímco Ing. Martin Ficek Ph.D uvádí ve své disertační práci, že střely o stejné hmotnosti mají přibližně stejnou hloubku penetrace v bloku želatiny. Tento rozchod může vycházet ze dvou důvodů, první možný rozdíl je rozdíl sil vzduchovky (v této práci je síla vzduchovky

32 J v publikaci 16 J), druhý možný důvod je zkoumaný objekt (v této práci je řešen rozdíl 4 druhů diablek z jedné vzdálenosti a jednou zbraní, zatímco disertační práce je zaměřena na ranivý účinek v závislosti na vzdálenosti střelby a pracuje se dvěma zbraněmi).

ZÁVĚR

Nejdůležitější částí této práce a také přínosem této práce byla realizace balistického experimentu, který prokazuje dostatečný ranivý potenciál u některých druhů diabolek Z naměřených dat jednoznačně nejlépe vycházejí diabolky GAMO Magnum s průměrnou hloubkou střelného kanálu 10,28 cm následně GAMO pro hunter s průměrnou hloubkou kanálu 7,68 cm a GAMO pro match s 5,42 cm vykazují dostatečný ranivý potenciál pro lidský organismus. Střelba s BARACUDA hunter sice dosahovala pouze průměrné hloubky 2,76 cm dokázala získat vedení ve způsobené průměrné maximální šířce dočasné dutiny s hodnotou 37,92 mm. Jako další v pořadí s malým rozdílem GAMO Magnum s 36,14mm, GAMO pro hunter s 33,78 mm a GAMO pro match s 22,77 mm.

Zároveň se jedná o doposud neměřená data, protože veškeré vědecké práce vycházeli ze staré legislativy, která umožňovala využívat vzduchovky o maximální síly 16 J, zatímco tato práce pracuje se vzduchovkou o síle 32 J.

Ze zkoumání ranivého potenciálu a odhadu ranivého účinku lze usoudit, že všechny použité střely mohou způsobit dostatečně nebezpečný ranivý účinek už na vzdálenost 5 m. Tato měření rovněž potvrzují výchozí hypotézu, že vzduchovky jsou dostatečně škodlivé pro měkké tkáně. Toto tvrzení podkládají i uvedené kazuistické příklady, které dokonce vycházejí ze vzduchovek o „pouhé“ síle 16 J.

Z výsledků této práce a kazuistických příkladů lze i usoudit, že v budoucnu budou přibývat nové kazuistické příklady. Naplní-li se tento předpoklad je na zvážení úprava či zpřísnění zákona o zbraních a střelivu.

Vytyčené cíle z úvodu byli splněny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

5 Základy balistiky. Inovace SEBS a ASEBS [online]. Praha, c2011, 2013 [cit. 2022-12-09].

Dostupné z: <https://www.fsps.muni.cz/inovace-SEBS-ASEBS/elearning/strelba/balistika>

BEER, Stanislav. Vnitřní balistika loveckých, sportovních a obranných zbraní: vnitřní balistika LSOZ. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita, 2006. ISBN 80-248-1022-0

BELLAMY, Ronald a Russ ZAJTCHUK. Conventional Warfare: Ballistic, Blast, and Burn Injuries (Textbook of Military Medicine Series on Combat Casualty Care, Part 1 Volume 5). Washington D.C.: GPO, 1991. ISBN 978-0160591310.

BILLICH, Richard. Simulace a experimentální hodnocení účinků malorážového střeliva vznikajících pod balistickou ochrannou pomůckou [online]. Praha, 2019 [cit. 2023-03-14].

Dostupné z: https://ftvs.cuni.cz/FTVS-2310-version1-doktorska_dizertacni_prace__richard_billich.pdf. Doktorská disertační práce. Univerzita Karlova, Fakulta tělesné výchovy a sportu. Vedoucí práce Karel Jelen.

BLAŽEK, Martin. Měření rychlostí střel zbraní kategorie D [online]. Zlín, 2022 [cit. 2022-11-22]. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta aplikované informatiky, Ústav bezpečnostního inženýrství. doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc. Dostupné z: https://digilib.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/50718/bla%20ek_2022_dp.pdf?sequence=1

Caldwell Ballistic Precision Chronograph. In: Trhon.cz [online]. c 2018 [cit. 2023-04-18].

Dostupné

z: <https://lh3.googleusercontent.com/1FkZ8eCCplZVMEUS2zhDD2TtUR2g2yso1KRlhSQtHIVERSVmjPF-XvgHXKVHp2NcESb9q1sO-CjMYddfqk4ZNP8T0RaXzSXexMgeUNaw0VsuFDN5=w1280>

CARAS, Ivo. Střelivo: do ručních palných zbraní. Praha: ARS-ARM, 1995. ISBN 80-900-8338-2.

Co je flobertka?. Army-store [online]. c2022, 26. 8. 2019 [cit. 2022-11-22]. Dostupné z:

<https://www.army-store.net/rady-a-tipy/co-je-to-flobertka/>

Co je paintball?. Paintball-prague [online]. c2015-2022 [cit. 2022-12-10]. Dostupné z:

<https://paintball-prague.cz/o-paintballu/>

Co je to vzduchovka. Vzduchovky [online]. c2018-2022 [cit. 2022-12-10]. Dostupné z:

<https://www.vzduchovky.info/co-je-to-vzduchovka/>

ČESKÁ REPUBLIKA. Česko B: Zákon č. 119/2002 Sb.: Zákon o zbraních. In: . Praha: Česko, 2002, ročník 2002, číslo 119. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-119>

ČESKÁ REPUBLIKA. Česko: Nařízení vlády č. 217/2017 Sb. o požadavcích pro zabezpečení přechovávaných zbraní nebo střeliva. In: . Praha: Česko, 2017, ročník 2017, číslo 217. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2017-217>

ČESKÁ REPUBLIKA. Česko: Vyhláška č. 396/2002 Sb., kterou stanoví postup ČÚZZS při zařazování typu zbraně nebo střeliva do kategorie. In: . Praha: Česko A, 2002, ročník 2002, číslo 369. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-369>

ČESKÁ REPUBLIKA. Česko: Zákon č. 13/2021 Sb., o zbraních. In: . Praha: Česko, 2021, ročník 2021, číslo 13. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-13>

ČESKÁ REPUBLIKA. Česko: Zákon č. 40/2009., Trestní zákoník. In: . Praha: Česko, 2009, ročník 2006, číslo 40. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-40>

ČESKÁ REPUBLIKA. Česko: Zákon č. 484/2008 Sb., zákon o zbraních. In: . Praha: Česko, 2008, ročník 2008, číslo 484. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-484>

Definice a členění balistiky. In: JUŘÍČEK, Ludvík. Ranivá balistika: technické, soudnělékařské a kriminalistické aspekty. Ostrava: Key Publishing, 2017, s. 35. Vědecká monografie. ISBN 978-80-7418-274-7.

Di Maio, Vincent J.M. Gunshot wounds: practical aspects of firearms, ballistics, and forensic techniques. Third edition. Boca Raton: CRC Press/Taylor & Francis Group, [2016], ©2016. Practical aspects of criminal and forensic investigations. ISBN 978-1-4987-2569-9

Diabloky. Vzduchovky [online]. c2018-2022 [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <https://www.vzduchovky.info/diabolky/>

Diabolky H&N Baracuda Hunter 5,5mm 200ks. In: Diabolky.cz [online]. c 2023 [cit. 2023-04-19]. Dostupné z: <https://i00.eu/img/677/1024x1024/eoxvdy14/3717.webp>

FICEK, Martin. Vliv vzdálenosti střelby na ranivý potenciál vzduchové zbraně. Zlín, 2022. Disertační práce. Univerzita Tomáše Bati, Fakulta aplikované informatiky. Vedoucí práce Ludvík Juříček.

GUENTHER, T. et al. Fatal cardiac injury sustained from an air gun: Case report with review of the literature. International Journal of Surgery Case Reports [online]. 2020, [cit. 2023-03-

20] Dostupné z: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85084584158&doi=10.1016%2fj.ijscr.2020.04.039&partnerID=40&md5=b43103f4025283a2baf47fae2ed82aca>

HIRT, Miroslav. Střelná poranění v soudním lékařství. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1996, 22 s. ISBN 80-210-1293-5

Jak vybrat Airsoft zbraň. Colosus [online]. c2010-2022 [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <https://www.colosus.cz/jak-vybrat-airsoft-zbran-x31191>

JUŘÍČEK, Ludvík. Česko-slovenský terminologický slovník: pojmů z oblasti střelných zbraní, munice, balistiky, pyrotechniky a soudního lékařství. Bratislava: Akadémia policajného zboru v Bratislave, 2019. ISBN 978-80-8054-800-1.

JUŘÍČEK, Ludvík. Ranivá balistika: technické, soudnělékařské a kriminalistické aspekty. Ostrava: Key Publishing, 2017. Vědecká monografie. ISBN 978-80-7418-274-7.

JUŘÍČEK, Ludvík. Ranivý potenciál malorážových střel a jeho hodnocení. Vyd. 1. Ostrava: Key Publishing, 2015. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-222-8

JUŘÍČEK, Ludvík. The bullets wounding potential and safety management. The first edition. London: STS Science Centre, Ltd. in coedition with Key Publishing, 2020. Monograph (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-346-1.

KAPESNÍ VÁHY. Ohaus [online]. [cit. 2023-04-20]. Dostupné z: <https://www.ohausvahy.cz/kapesni-vahy/>

KAPRALOVÁ, Barbora. Nákres vzduchovky. In: Wikipedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, c 2001-2023 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Vzduchovka#/media/Soubor:Vzduchovka.svg>

KNEUBUEHL, Beat P. Balistika: střely, přesnost střelby, účinek. Praha: Naše vojsko, 2013. ISBN 80-206-0749-8.

KOVÁRNÍK, Libor a Miroslav ROUČ. Zbraně a střelivo. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2007. ISBN 978-80-7380-030-7.

KRAJSA, Jan, Miroslav HIRT, Ludvík JUŘÍČEK and Miroslav ĎATKO. Poranění hlavy vzduchovou puškou Slavia 620. In 3. Trilaterální symposium s mezinárodní účastí 25. - 27. 5. 2011 Rožnov pod Radhoštěm. 2011. ISBN 978-80-254-8741-9

MCLOUGHLIN, R. J. et al. Toy Guns, Real Danger: An Update on Pediatric Injury Patterns Related to Nonpowder Weapons. *Journal of Pediatric Surgery* [online]. 2020, [cit. 2023-03-20] Dostupné z: <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85074489070&doi=10.1016%2fj.jpedsurg.2019.09.068&partnerID=40&md5=0d702760e657252c7f808699eb100e28>

Mezinárodní pistolový terč 50/20. In: *Zbraně a střelivo KM* [online]. Kroměříž, c 2023 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: http://zbraneastrelivokm.cz/index.php?id_product=277&id_product_attribute=0&rewrite=zaslepky-na-terc&controller=product

Náboje a střelivo. *Defendia* [online]. Ostrava, c2022 [cit. 2022-12-09]. Dostupné z: <https://www.defendia.cz/clanky-2/naboje-a-strelivo/>

Nastřelovací stolice Caldwell MATRIX. In: *Vše pro lov* [online]. c 2009 [cit. 2023-04-17]. Dostupné z: <https://vseprolov.cz/images/other/32676.jpg>

Nauka o střelivu. *Zbraně kvalitně* [online]. c2005-2022 [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <https://zbrankvalitne.cz/zbrojni-prukaz/nauka-o-strelivu>

Nauka o střelivu: Náboje do ručních palných zbraní. In: *Zbraně kvalitně* [online]. CZECHNOLOGY, c 2005-2023 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://zbrankvalitne.cz/zbrojni-prukaz/nauka-o-strelivu>

Obecné dělení balistiky. In: *Google* [online]. c 2023 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:H0nZFV-2oKcJ:https://www.mvcr.cz/soubor/3-2008-2008-03-planka-pdf.aspx&cd=1&hl=cs&ct=clnk&gl=cz&client=opera>

OLYMPUS. In: *Olympusindustrial* [online]. [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: http://cdn-docs.av-iq.com/dataSheet/i-SPEED%20_Datasheet.pdf

PCP vzduchovky. *Zbraně-vzduchovky* [online]. Hlučín, c2009-2022 [cit. 2022-12-10]. Dostupné z: <https://www.zbrane-vzduchovky.cz/pcp-vzduchovky>

PLANKA, Bohumil. *Kriminalistická balistika*. Ministerstvo vnitra [online]. ČR, © 2023, 2008 [cit. 2023-03-14]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/soubor/3-2008-2008-03-planka-pdf.aspx>.

Plynové zbraně v kategorií D. *Nakup raz dva* [online]. [cit. 2022-11-22]. Dostupné z: <https://www.nakup-raz-dva.cz/show-free.htm?fid=12>

POPIS ZÁVAD U PRAKTICKÉ ZKOUŠKY NA ZBROJNÍ PRŮKAZ: Dlouhé zbraně. In: Střelecká škola Fišer [online]. Střelecká škola Fišer, c 2023 [cit. 2023-04-04]. Dostupné z: <https://www.strelecka-skola.cz/popis-zavad-u-prakticke-zkousky-na-zbrojni-prukaz>

PRŮŠOVÁ, Eva, Michal BABČANÍK a Josef MELICHÁREK. Zbraně, střelivo a jejich ověřování: zkoušení zbraní, střeliva a tlumičů hluku výstřelu, z pohledu právní úpravy, s komentářem právních předpisů o jejich ověřování. I. vydání. Praha: Druckvo, spol. s r.o., 2015, s. 240. ISBN 978-80-87668-15-3

REHÁK, Petr. Vzduch jako střelivina: historie vývoje vzduchových zbraní. Praha: Mladá fronta, 2017. ISBN 978-80-204-4630-5.

Střelecký slovník. Armed [online]. ARMED STORE, c 2008–2023 [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://www.armed.cz/slovník/>

Střelecký slovník. LEX [online]. [cit. 2023-03-20]. Dostupné z: <https://gunlex.cz/zbrane-a-legislativa/strelecky-slovník/words>

ŠAFR, Miroslav a Petr HEJNA. Střelná poranění. Praha: Galén, c2010. ISBN 978-80-7262-696-0.

VZDUCHOVKA RUGER AIR SCOUT MAGNUM 4,5MM FP - 32J. In: Ballistas [online]. c 2009-2023 [cit. 2023-04-18]. Dostupné z: <https://www.balistas.cz/vzduchovka-ruger-air-scout-magnum-cal-4-5mm-fp> Zákon č. 484/2008 Sb. In: Zákon pro lidi [online]. © AION CS, 2010-2023 [cit. 2023-03-26]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-484>

Zbraně podléhající zákonu o zbraních a podmínky jejich nabývání a držení: Kategorie D - "Zbraně nepodléhající registraci." Ministerstvo vnitra České republiky [online]. Praha: Odbor bezpečnostní politiky, oddělení obecní policie, zbraní a dopravního inženýrství, 2021 [cit. 2022-11-14]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/zbrane-podlehajici-zakonu-o-zbranich-a-podminky-jejich-nabyvani-a-drzeni.aspx?q=Y2hudW09OQ%3D%3D>

ZNAMENÁČEK, Petr. Stávající legislativa v oblasti držení střelné zbraně: Dělení zbraní a střeliva. Inovace SEBS a ASEBS [online]. Brno, c2011, 2010 [cit. 2022-11-22]. Dostupné z: <https://www.fsps.muni.cz/inovace-SEBS-ASEBS/elearning/strelba/legislativa>

ZVONEK, Alan. Tvary prachů. In: Ohňostroje Zvonek [online]. Křenovice: Alan Zvonek, 2012 [cit. 2022-11-15]. Dostupné z: http://www.ohnostroje-zvonek.cz/images/Bezdymy_prach/tvary%20bezdymneho%20prachu.jpg

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

KUP	Kriminalistický ústav Praha
ČÚZZS	Český úřad pro zkoušení zbraní a střeliva
NV	Narizení vlády
DD	Dočasná dutina

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1. Tvary bezdýmných zrn prachu (Zvonek, 2012).....	12
Obrázek 2. Části dlouhé zbraně (Fišer, 2023)	16
Obrázek 3. Náskres mechanismu (Kapralová, 2023).....	17
Obrázek 4. Pistolový a brokový náboj (Czechnology, 2023).....	19
Obrázek 5. Rozdělení balistiky (Beer, 2006).....	22
Obrázek 6. Obecné dělení balistiky (Planka, 2008).....	24
Obrázek 7. Svinovací metr (Vlastní)	28
Obrázek 8. Šuplera značky Kinex (Vlastní)	28
Obrázek 9. Papírový terč 50/20 (Zbraně a střelivo KM, 2023)	29
Obrázek 10. Střelecká lavice (Martix, 2009).....	29
Obrázek 11. Měřicí hradla (Trhon.cz, 2018)	30
Obrázek 12. Ruger Air Scout Magnum cal. 4,5 mm FP (Ballistas, 2023)	31
Obrázek 13. Rychloběžná kamera OLYMPUS I-SPEED FS (Vlastní).....	33
Obrázek 14. Blok balistické želatiny (Vlastní).....	34
Obrázek 15. Diabolky použité v experimentu (Vlastní).....	34
Obrázek 16. Vzhled jednotlivých diabolek (Ficek, 2022; diabolky.cz, 2023)	35
Obrázek 17. Koncová část pracoviště (Vlastní).....	36
Obrázek 18. Záběr z rychloběžné kamery (Vlastní).....	38
Obrázek 19. Diabolky po experimentu (Vlastní).....	39
Obrázek 20. Původní Baracuda Hunter (Vlastní)	40
Obrázek 21. Grafy hloubky jednotlivých střel (Vlastní)	41
Obrázek 22. Grafy maximálních šířek dočasných dutin jednotlivých střel (Vlastní).....	42
Obrázek 23. Průměrná hloubka diabolek (Vlastní)	43
Obrázek 24. Průměrná šířka dutin (Vlastní)	43
Obrázek 25. Vnik do hrudníku (Di Manio, 2016)	44
Obrázek 26. Vstřely na hlavě (Krajša, 2011).....	45
Obrázek 27. Diabolka uvízlá v mozku (Krajša, 2011)	45
Obrázek 28. Vstup střely (Guenther, 2020).....	46
Obrázek 29. Znázornění zranění (Guenther, 2020)	46
Obrázek 30. Procentuální vyjádření poranění u dětí způsobených střelnými zbraněmi, nevyužívající střelný prach (McCloughlin, 2020).....	47

SEZNAM TABULEK

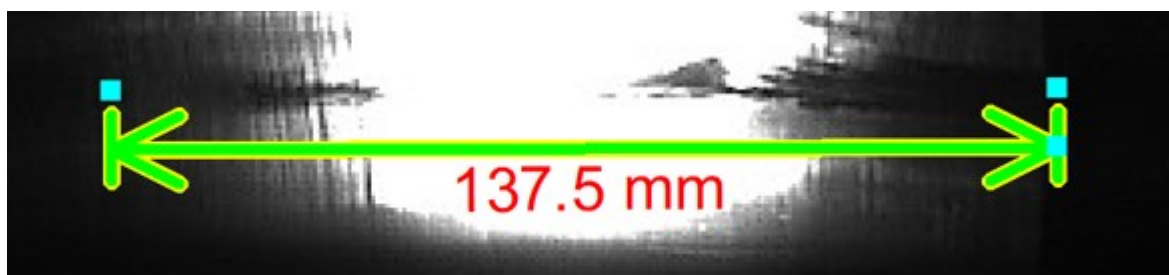
Tabulka 1. Parametry střelecké lavice (Matrix, 2009).....	30
Tabulka 2. Parametry měřících hradel (Trhon.cz, 2018).....	31
Tabulka 3. Parametry vzduchovky Ruger (Ballistas, 2023).....	32
Tabulka 4. Fyzikální charakter použité želatiny (Vlastní).....	34
Tabulka 5. Parametry použitých diabolek při experimentu (Vlastní).....	36
Tabulka 6. Naměřené hodnoty při střelbě diabolek (Vlastní).....	37
Tabulka 7. Průměrné naměřené hodnoty (Vlastní).....	38

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Vyhodnocení naměřených dat – hloubka zástřelu

Příloha P II: Vyhodnocení naměřených dat – maximální šířka dočasné dutiny

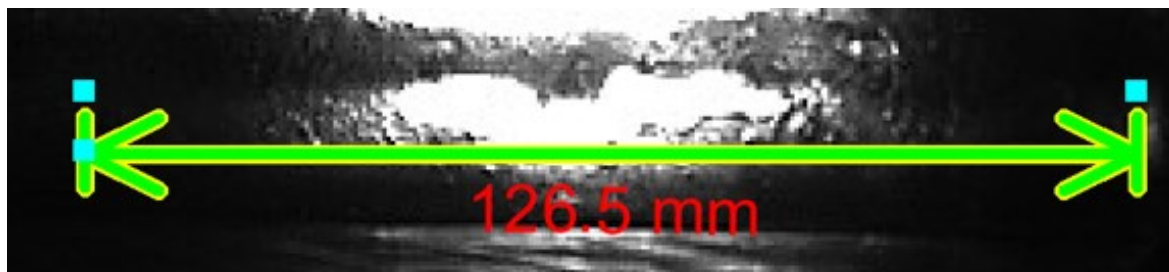
PŘÍLOHA P I: VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH DAT – HLOUBKA ZÁSTŘELU



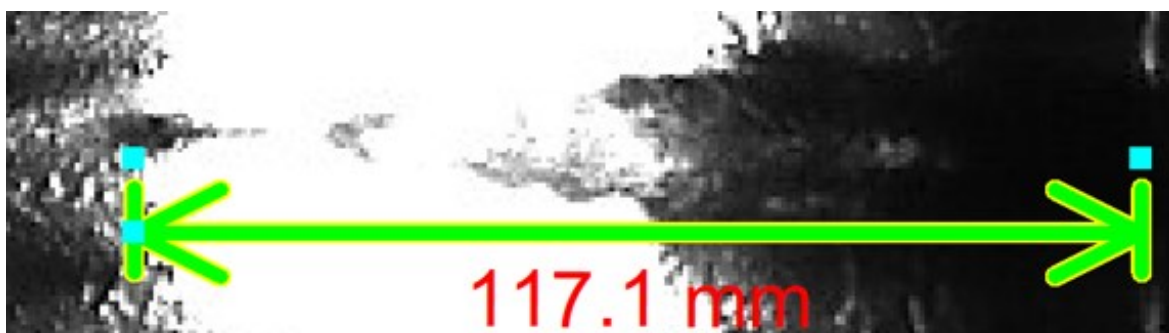
Analýza měření 1 střely GAMO PRO MATCH (Vlastní)



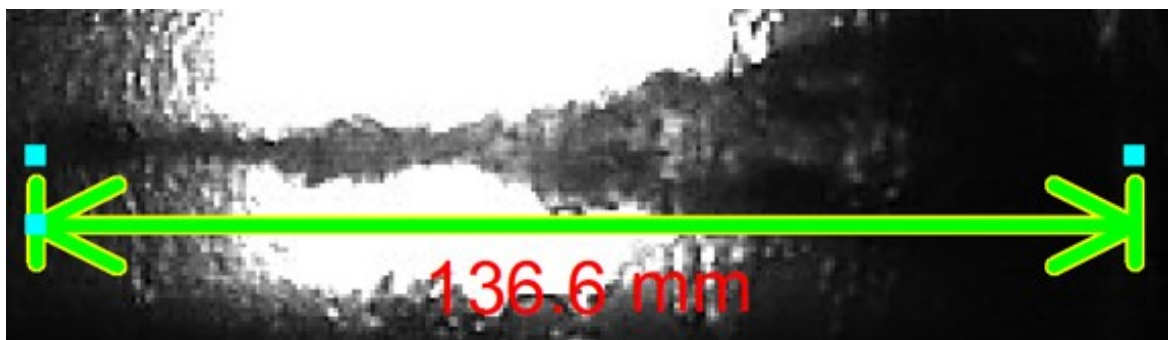
Analýza měření 2 střely GAMO PRO MATCH (Vlastní)



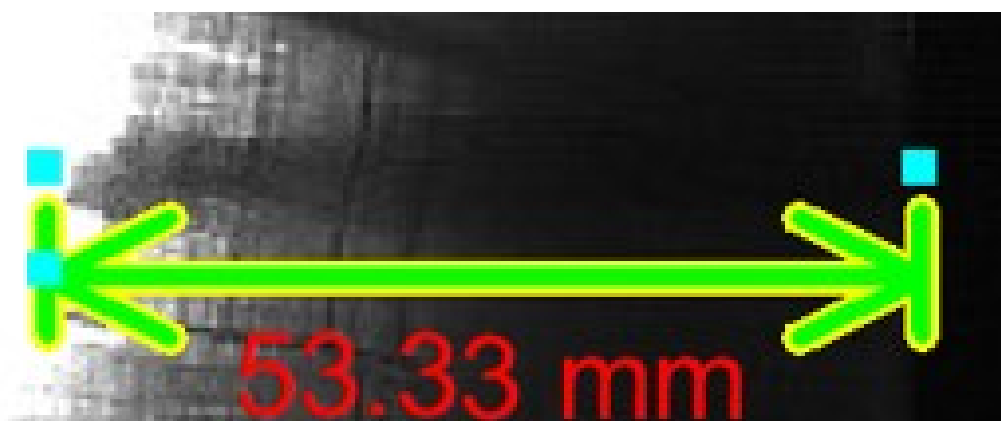
Analýza měření 3 střely GAMO PRO MATCH (Vlastní)



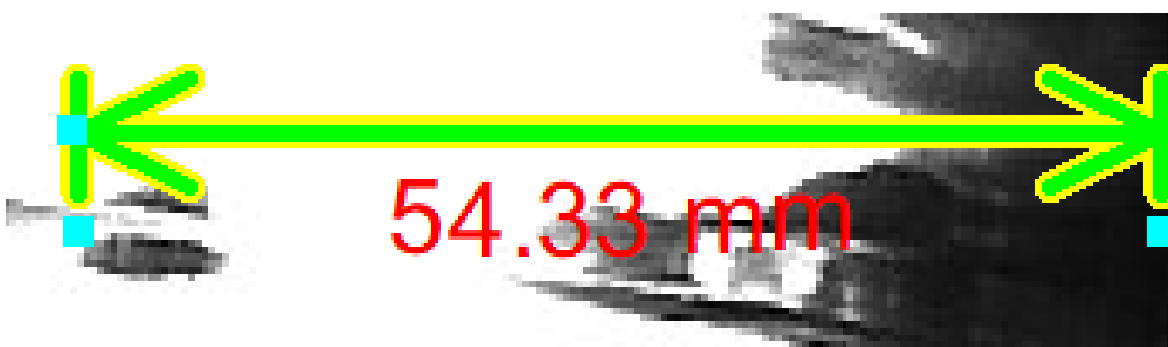
Analýza měření 4 střely GAMO PRO MATCH (Vlastní)



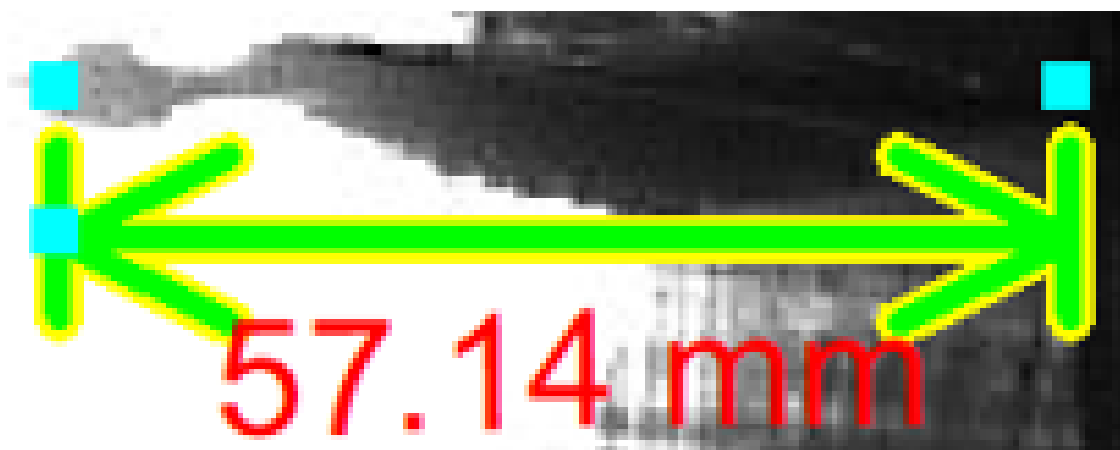
Analýza měření 5 střely GAMO PRO MATCH (Vlastní)



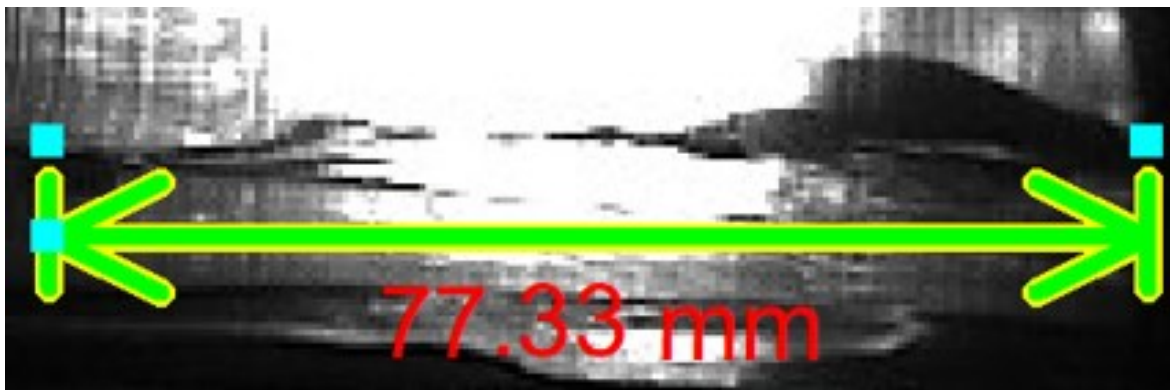
Analýza měření 1 střely BARACUDA HUNTER (Vlastní)



Analýza měření 2 střely BARACUDA HUNTER (Vlastní)



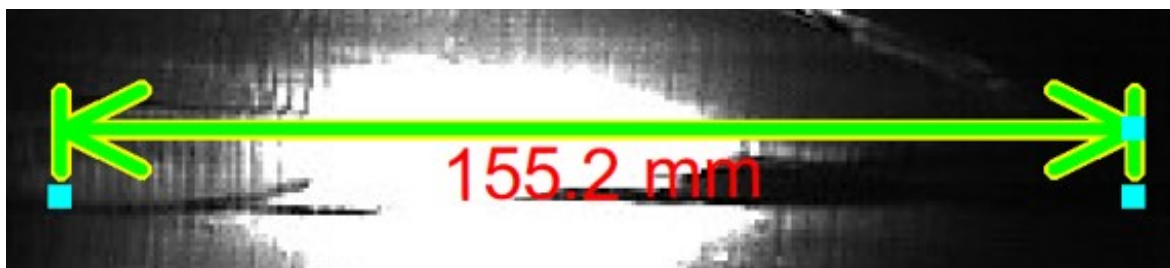
Analýza měření 4 střely BARACUDA HUNTER (Vlastní)



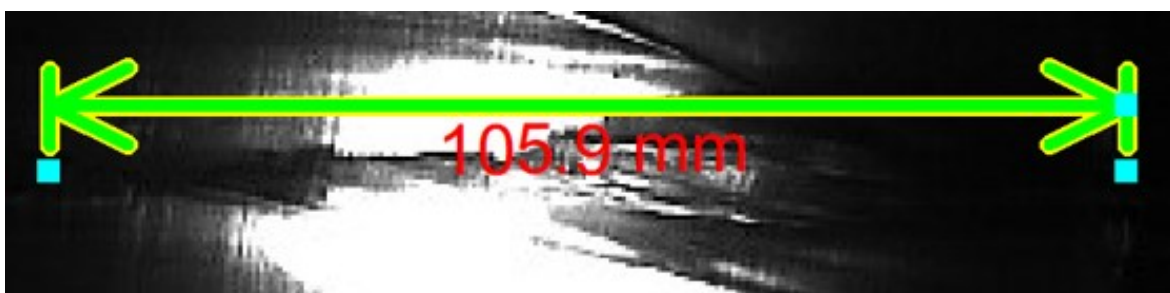
Analýza měření 5 střely BARACUDA HUNTER (Vlastní)



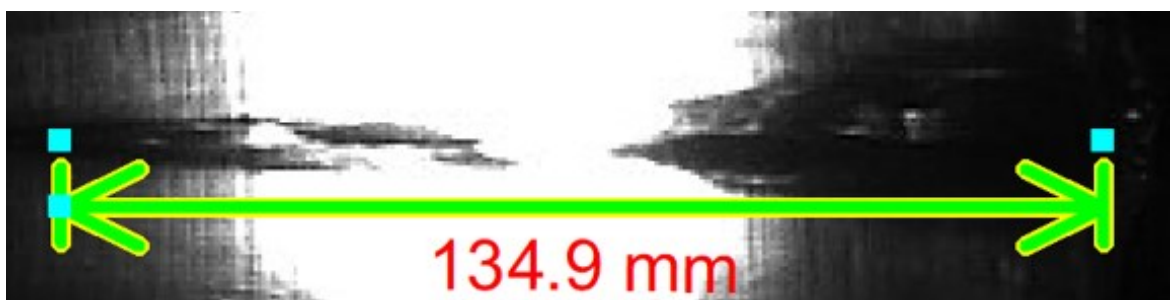
Analýza měření 1 střely GAMO MAGNUM (Vlastní)



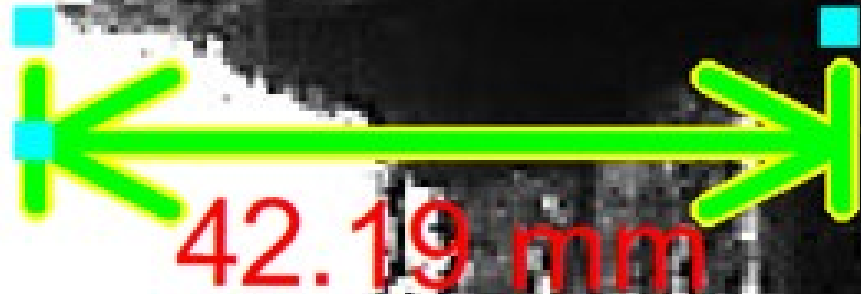
Analýza měření 3 střely GAMO MAGNUM (Vlastní)



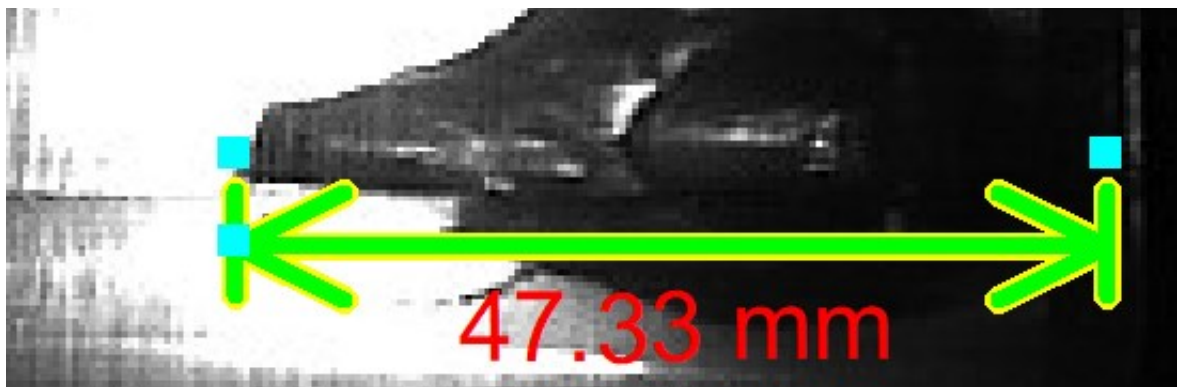
Analýza měření 4 střely GAMO MAGNUM (Vlastní)



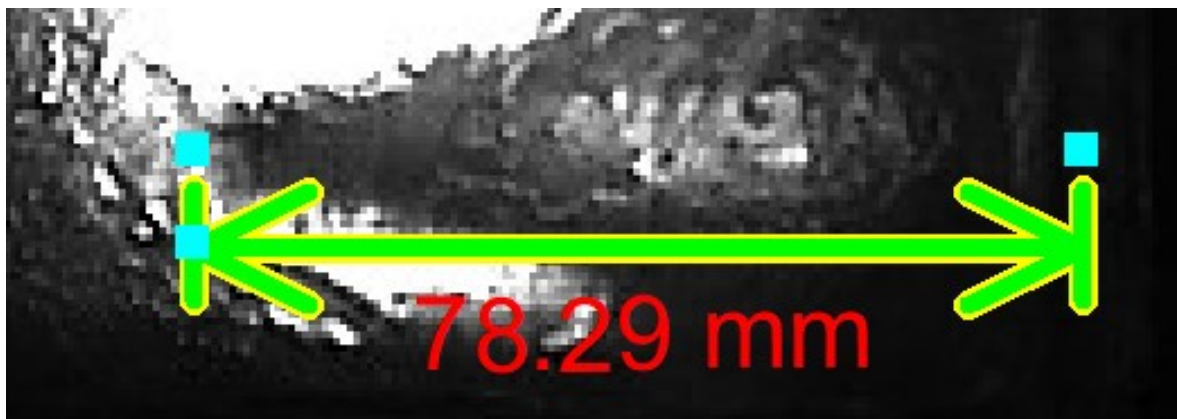
Analýza měření 5 střely GAMO MAGNUM (Vlastní)



Analýza měření 1 střely GAMO PRO HUNTER (Vlastní)



Analýza měření 2 střely GAMO PRO HUNTER (Vlastní)



Analýza měření 5 střely GAMO PRO HUNTER (Vlastní)

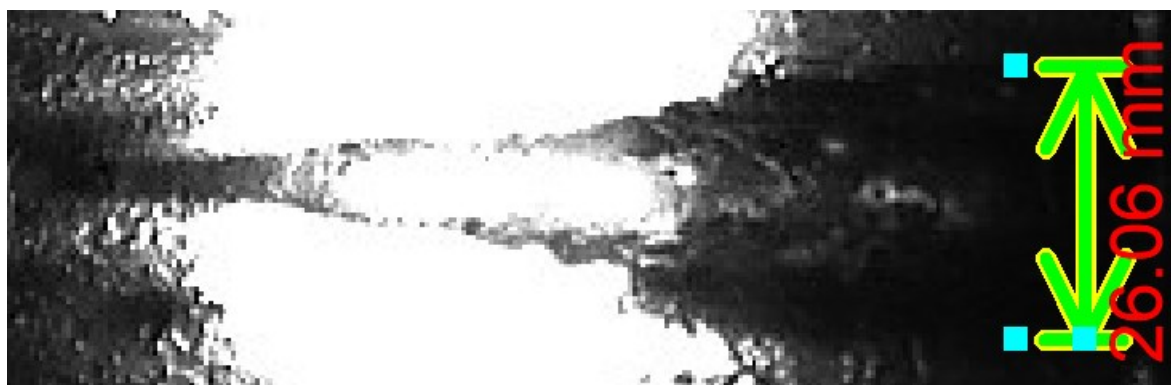
PŘÍLOHA P II: VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH DAT – MAXIMÁLNÍ ŠÍŘKA DOČASNÉ DUTINY



Analýza měření 1 střely GAMO PRO MATCH (Vlastní)



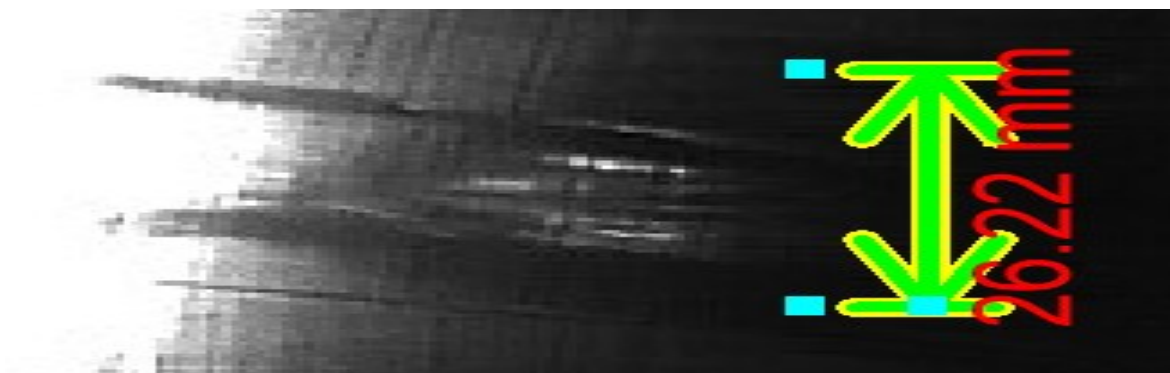
Analýza měření 2 střely GAMO PRO MATCH (Vlastní)



Analýza měření 4 střely GAMO PRO MATCH (Vlastní)



Analýza měření 5 střely GAMO PRO MATCH (Vlastní)



Analýza měření 1 střely BARACUDA HUNTER (Vlastní)



Analýza měření 3 střely BARACUDA HUNTER (Vlastní)



Analýza měření 4 střely BARACUDA HUNTER (Vlastní)



Analýza měření 5 střely BARACUDA HUNTER (Vlastní)



Analýza měření 1 střely GAMO MAGNUM (Vlastní)



Analýza měření 2 střely GAMO MAGNUM (Vlastní)



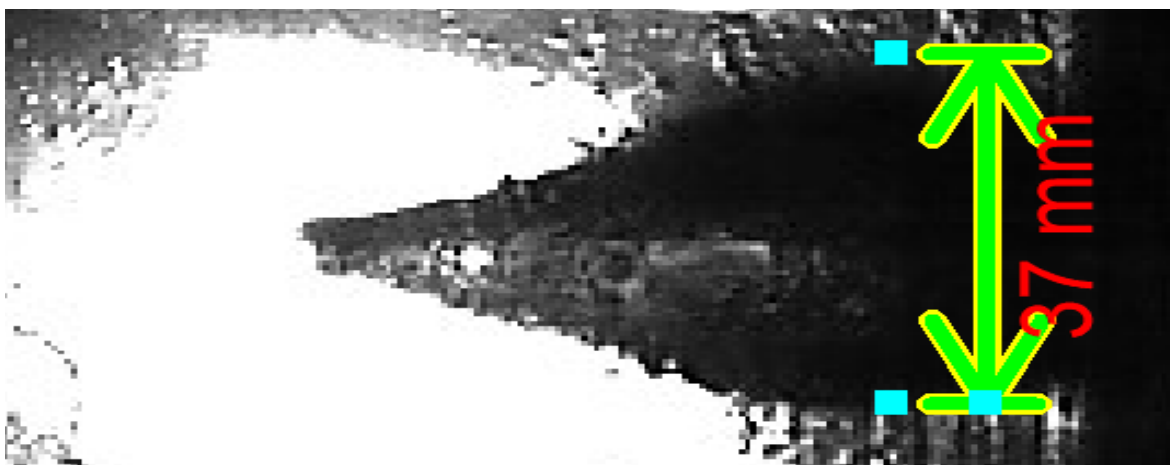
Analýza měření 3 střely GAMO MAGNUM (Vlastní)



Analýza měření 4 střely GAMO MAGNUM (Vlastní)



Analýza měření 5 střely GAMO MAGNUM (Vlastní)



Analýza měření 1 střely GAMO PRO HUNTER (Vlastní)



Analýza měření 2 střely GAMO PRO HUNTER (Vlastní)



Analýza měření 5 střely GAMO PRO HUNTER (Vlastní)