

**POLICEJNÍ AKADEMIE ČESKÉ REPUBLIKY V PRAZE**

Fakulta bezpečnostně právní

Katedra profesní přípravy

**Balistické vlastnosti mechanické zbraně –  
praku**

*Bakalářská práce*

**Ballistic properties of a mechanical weapon – slingshot**

**Bachelor thesis**

VEDOUCÍ PRÁCE

**Mgr. Miroslav Rouč**

AUTOR PRÁCE

**Jan Cichý**

PRAHA

2022

## **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracoval samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem čerpal, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Mostě, dne 27. 2. 2024

Jan Cichý

## **Anotace**

Tato práce pojednává o novodobé mechanické zbraňi praku. V úvodu objasňuje, proč je prak zbraň, jaká je jeho historie a právní klasifikace podle současného českého právního řádu. Rešerše dále popisuje různé typy praků, a k balistickému zkoumání autor volí nejčastěji prodávané typy praků, prakových gum a prakové munice. Obsahově nejdůležitější část práce pak popisuje balistické zkoumání vybraných praků, zaznamenává naměřené a dopočítané balistické hodnoty, které se týkají náťahové síly prakových gum, průměrné počáteční rychlosti vybraných sférických střel, maximálního možného dostřelu, počáteční energie střely, dopadové energie střely, energetického a hmotnostního zatížení příčného průřezu zkoumaných střel. Závěrem tato práce vyhodnocuje možné ranivé účinky prakových střel na lidský organismus.

## **Klíčová slova**

Mechanická zbraň, prak, balistika, střela, zbraň, praková guma, kuličky, praková munice, rychlost projektilu.

## **Annotation**

This thesis is about modern mechanical weapon the slingshot. In the introduction, it explains why a slingshot is a weapon, its history and legal classification under the current Czech legal system. The review then describes different types of slingshots, and for ballistic examination the author chooses the most commonly sold types of slingshots, slingshot rubbers and slingshot ammunition. The most central part of the thesis describes the ballistic examination of the selected slingshots, recording the measured and calculated ballistic values concerning the loading force of the slingshot rubbers, the average initial velocity of the selected spherical projectiles, the maximum possible range, the initial energy of the projectile, the impact energy of the projectile, the projectile specific energy and the projectile sectional density. Finally, this work evaluates the possible wounding effects of slingshots on the human body.

## **Keywords**

Mechanical weapon, slingshot, ballistics, projectile, weapon, slingshot rubber, slug ammunition, projectile velocity.

# Obsah

Čestné prohlášení .....	2
Anotace .....	3
Klíčová slova .....	3
Annotation .....	4
Keywords .....	4
Obsah .....	5
Úvod.....	7
1 Prak jako zbraň .....	9
1.1 Historie praků .....	11
1.2 Druhy praků.....	13
1.2.1 Vrhací prak .....	13
1.2.2 Vidlicový prak.....	15
1.2.3 Frameless praky .....	19
1.3 Druhy prakové munice.....	20
2 Balistika.....	23
2.1 Kriminalistická balistika.....	24
2.2 Ranivá balistika .....	28
2.3 Balistika praků .....	33
3 Balistika vybraných praků .....	36
3.1 Postup a výsledky měření .....	40
3.2 Vyhodnocení měření .....	50
Závěr.....	53
Seznam použité literatury.....	56
Seznam internetových zdrojů .....	57
Seznam obrázků .....	59

Seznam tabulek ..... 60

## Úvod

Snad každý z nás ve svém dětství si alespoň jednou našel či uřízl větev stromu ve tvaru písmene Y, na kterou si následně zdárně uvázal gumu z kalhot, ze zavařovací sklenice či přímo hranatou leteckou gumu a s nadšením pak střílel drobnými kamínky nebo maticemi na nejrůznější cíle. Někteří z Vás možná dokonce dostali své první praky od svých tátů či dědečků a pak společně se svými kamarády páchali nejrůznější klukoviny na sídlištích či po lesích. Dodnes má prak u většiny populace pověst především dětské hračky, kdy ne jeden výrobce skleněných výplní oken prosperuje ve svém podnikání mimo jiné i díky jeho existenci.

Nic však nemůže být pravdě vzdálenější než tvrzení, že se jedná o hračku. Praky v historii byly, nadále jsou, a i v budoucnosti budou zbraní. Dostupné jsou dnes moderní, odlehčené verze z polymerů či z kovů, vyrábějí se na ně speciální gumy i střelivo. Ve střelbách z dnešních praků se pořádají mezinárodní soutěže (např. *CSCC International Slingshot Invitational Tournament*, u nás probíhají různé prakiády pod záštitou Unie střelců z praku, z.s.) a oproti historickým prakům se s nimi dá i velmi lehce mířit a trefovat terč. V kombinaci s tím, že se jedná o zbraň působící na dálku, která je levná, mimořádně tichá a není k jejímu pořízení navíc nutný zbrojní průkaz, žádné osvědčení ani splnění jiných zákonných podmínek, si prak pomalu, o to však ale jistěji, mezi milovníky střelných zbraní získává na oblibě i vážnosti. Společně s tím, jak se tato zbraň stává stále dostupnější a účinnější, se však objevují i mnohá rizika: praky se mohou snadno stát nástrojem k páchání násilných a majetkových trestných činů a sloužit jako spolehlivý nástroj k vandalismu či pytláctví. Zatímco v zahraničí je prak běžně užíván k hubení různých škůdců, v našich končinách je prozatím lov touto zbraní zakázán. Ze zmíněných důvodů pak vyvstává pro bezpečnostní složky státu potřeba zajistit si vědecké podklady, které by napomohly stanovit balistické vlastnosti praku jakožto zbraně, usnadnily určování možných balistických drah prakového střeliva, vnesly přinejmenším elementární povědomí o existenci různých druhů praků, a současně napomohly s identifikací účinků prakového střeliva v konkrétním cíli.

Tuto práci jsem si vybral s ohledem na mou osobní zálibu v pracích a ve střelbě z nich, přičemž sám několik praků vlastním a ve svém volném čase se věnuji zdokonalování svých střeleckých schopností z této mechanické zbraně.

**Cílem mé práce** je tak pokud možno vypracovat vědecké podklady, které by dokázaly jednotlivým oddělením kriminalistické techniky a expertíz napomoci určit, zda mohl být konkrétní protiprávní skutek spáchán právě prakem, a pokud ano, z jaké vzdálenosti mohl jeho pachatel střílet, a zda je prak zbraní způsobitou kromě škod na majetku zapříčinit i poranění lidského organismu, a pokud ano, tak přibližně v jakém rozsahu.

Knih o pracích je s ohledem na stávající podceňování jejich bojového potenciálu jen pramálo, nicméně i těch několik málo publikací, které se mi podařilo nashromáždit, se pokusím v nejvyšší možné míře zužitkovat v teoretické části mé práce. Zejména se jedná o publikaci *Slingshot shooting* od Jacka H. Koehlera, dále budu využívat webových stránek prodejen praků, např. Outfit4Events či Hunting Catapults CZ a v neposlední řadě striktně odborné publikace a informační věstníky policie. Pokud nebude v textu práce uvedeno jinak, jsou použité fotografie (obrázky) a tabulky výhradně z vlastních zdrojů zpracovatele.



# 1 Prak jako zbraň

V boji o omezené zdroje lidstvo vždy hledalo ty nejjednodušší a nejefektivnější způsoby, jak ulovit zvěř, a jak usmrtit či zranit příslušníky vlastního druhu, kteří se v teritoriální pútkách dostali příliš hluboko do cizího území. Nejdříve první lidé používali klacky, kameny a pazourky, se kterými začali vytvářet různé kombinace: primitivní kamenné sekery a oštěpy. Při lovu rychlých zvířat se ale vždy vyplatí zbraň, která se dá použít na dálku, neboť se tím jednak minimalizuje šance na zranění samotného lovce a zároveň jeho nechtěné odhalení lovenou kořistí před tím, než bude kořist ulovena. A tak byly po prvních vrhacích zbraních (oštěpech) postupně vynalezeny i první střelné zbraně, mezi které patřily luky a právě praky.

Zatímco historický vývoj této zbraně a její soudobé dělení dle různých typů praku lze poměrně dobře zmapovat, balistické vlastnosti současných praků jsou často velkou neznámou, mnohdy navíc opředenou mýty od samotných prakostřelců, prodejců a výrobců.

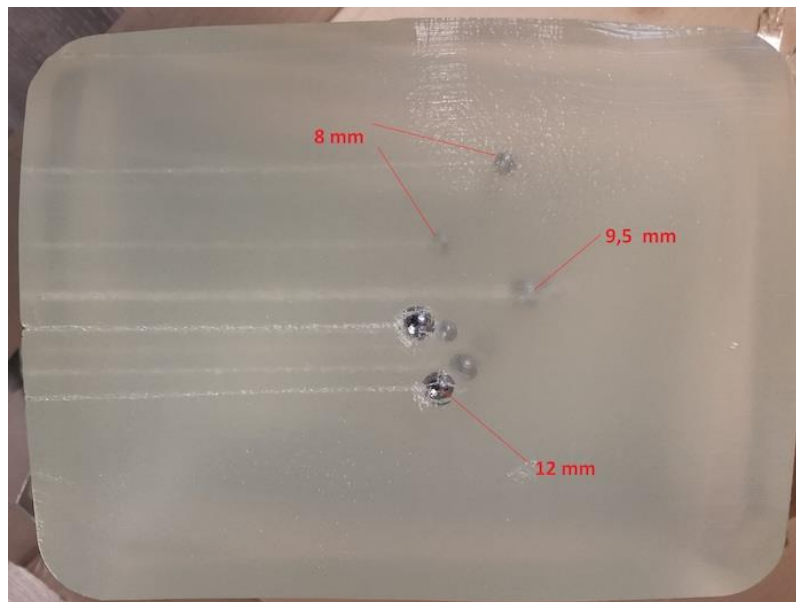
V době rozpracovávání této práce se v internetovém prostředí objevily četné články (např. na portálech securitymagazin.cz, armymag.cz či policejninoviny.cz), které uvádějí výsledky vlastních balistických měření vycházejících z měření pomocí aparatur na měření rychlosti střel a dále z měření pomocí balistické želatiny. Závěry takových článků ovšem nelze hodnotit jako příliš validní a odborné zdroje, neboť metody daných pokusů zcela postrádají bližší popis zvolených pomůcek, metod měření, a jejich autoři jsou často anonymní. Nicméně závěry takových článků poměrně dobře ilustrují praktickou výkonnost novodobých praků.

Pro demonstrování výkonu praků lze zmínit výsledky pokusu střelby do balistické želatiny (směs v poměru 1:8, teplota želatiny v době pokusu neznámá) uskutečněné v únoru 2024, kdy bylo s pomocí čtyř plochých latexových gum s úvazem typu TTF (parametry současných praků budou vysvětleny v dalších kapitolách pozn. autora), šířkou gumového pruhu 30/20 mm a s tloušťkou použité latexové gumy v rozmezích 0,55-0,85 mm při použití sférických střel o výrobcem udávaných rážích 8 mm, 9,5 mm a 12 mm nastříleny níže uvedené výsledky:

- ocelová kulička 8 mm (guma o tloušťce 0.55 mm, odpor nátahu 4,7 kg), hloubka vstřelu 13 cm.
- ocelová kulička 8 mm (guma o tloušťce 0.65 mm, odpor nátahu 6,1 kg), hloubka vstřelu 15 cm.
- ocelová kulička 9,5 mm (guma o tloušťce 0.75 mm, odpor nátahu 7,2 kg), hloubka vstřelu 16 cm.
- ocelová kulička 12 mm (guma o tloušťce 0.85 mm, odpor nátahu 9,3 kg), hloubka vstřelu 13,3 cm.<sup>1</sup>

Což dále demonstruje obrázek č. 1 níže.

**Obrázek 1 - fotografie výsledků střelby do balistické želatiny**



**Zdroj:** Security magazin, dostupné z: <https://www.securitymagazin.cz/security/odborny-test-praku-na-balistickem-gelu-cesky-vyrobek-obstal-i-prekvapil-1404071885.html>

Výkonnost praků je v současné době ponejvíce propagována jejich prodejci a výrobci, a to ať již na internetu, tak v magazínech se survivalovou a preperskou tematikou (asi nejznámější je měsíčník *Přežít*, který se prakům věnoval opakovaně ve svých speciálních vydáních např. z 16. července 2020 a naposledy

<sup>1</sup> Security magazin, článek „Praky nejsou klukovskou minulostí, český výrobek obstál v testu na balistickém gelu“ ze dne 08.02.2024, dostupné z: <https://www.securitymagazin.cz/security/odborny-test-praku-na-balistickem-gelu-cesky-vyrobek-obstal-i-prekvapil-1404071885.html>

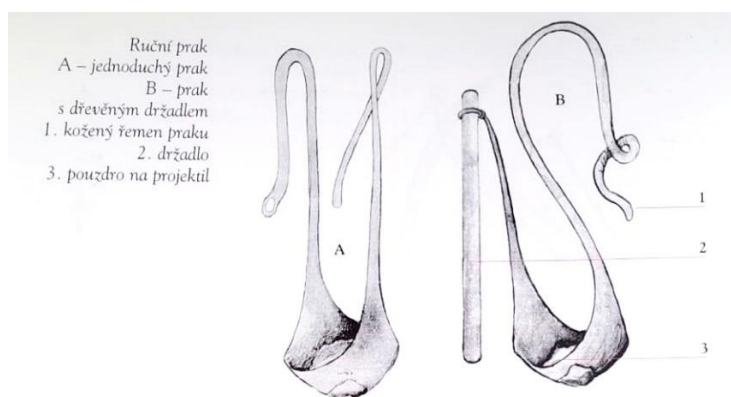
z 14. prosince 2023). V ČR lze pak za jednoho z největších propagátorů prakostřelby označit například Jana Nowaka z Valtic, který na svém prodejním webu [hunting-catapults.cz](http://hunting-catapults.cz) s pomocí videí a fotografií předvádí kromě devastačních účinků prakových střel v cíli například počáteční kinetickou energii olověné sférické střely ráže 12 mm, která po vystřelení z praku TTF Flatband s uvázanou gumou TTF 30/25 o tloušťce 0,75 mm, dosahuje naměřené počáteční rychlosti 80 m/s, a dosahuje tak počáteční kinetické energie 32 J.<sup>2</sup>

Abychom dokázali posoudit, zda takové hodnoty mohou odpovídat skutečnosti, pojďme se nyní blíže podívat na historický původ a vlastnosti zkoumaných praků.

## 1.1 Historie praků

Praky jsou lidstvu známy již od starověku. Zprvu šlo o pouhý pruh kůže, který byl uprostřed vytvarován do tvaru kapsy, do níž se vkládal kamenný projektil, případně byl jeden konec praku uvázaný na tyčce (viz. Obrázek 2).

**Obrázek 2 - ruční prak jednoduchý a s dřevěným drždlem**



**Zdroj:** KLUČINA, Petr. Zbroj a zbraně: Evropa 6.-17. století. Praha: Paseka, 2004, str. 49.

K výmetu střely docházelo po jejím roztočení a následném uvolnění z lůžka praku: na podobném principu, resp. za využití rotačního momentu dvojitelné páky,<sup>3</sup> byly o mnoho tisíciletí později sestaveny i velké obléhací praky, tzv. trebuchety

<sup>2</sup> [https://www.hunting-catapults.cz/VYKON-PRAKU-c31\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/VYKON-PRAKU-c31_0_1.htm)

<sup>3</sup> KLUČINA, Petr. Zbroj a zbraně: Evropa 6.-17. století. Praha: Paseka, 2004, str. 48.

(cca 14.-15. století),<sup>4</sup> těm se nicméně v této práci nejen vzhledem k jejich rozměrům nebudu blíže věnovat.

Praky se kromě kůže vyráběly ještě ze lnu, konopné látky a vlněné příze, minimální rozpětí vrhacích praků bylo 1,25 m. Jako munici střelci nejčastěji používali do hladka omleté říční kameny (oblázky), ale postupně se začaly využívat i projektily z keramiky či olova, v rozmezí váhy 50 – 500 g.<sup>5</sup> Oproti jiným okrouhlým kamenům měly malé hladké oblé kameny z řeky lepší dostřel, vyšší úspěšnost zásahů díky větší přesnosti, které bylo dosaženo díky rotaci samotného kamene v letu, čímž získávala střela lepší stabilizaci dráhy letu.

I když říční kameny postupně nahradily právě jiné materiály, dodnes se jedná o lehce dostupnou munici.<sup>6</sup>

Dalo by se čekat, že příruční praky nebudou v boji účinné např. proti zbrojím, nicméně opak byl pravdou. Rotací kolem své osy zbraň získala na proražení zbroje dostatečnou sílu; po uvolnění kámen letěl nejčastěji po ploché dráze. Sehnat dobré a přesné prakovníky bohužel nebylo zrovna jednoduché, střelba tímto prakem na přesný cíl byla velmi náročná.<sup>7</sup> Praky se používaly víceméně jako záložní zbraně pro případ selhání luků, což ale nebylo pravidlem už jen proto, že prakovníci potřebovali na střelbu mnohem více prostoru než lučištníci. Nicméně např. za husitských válek existovaly celé střelecké oddíly prakovníků (lidově práčat).<sup>8</sup>

Prak jako útočná zbraň postupně historicky ztratil na významu, i tak se ale občas i během středověku nadále používal, a to zejména proti neozbrojeným pěšákům

---

<sup>4</sup> Vojenský historický ústav Praha. *Model středověkého obléhacího praku – trebuchetu*. [on-line 9.8.2021] Dostupné z: <http://www.vhu.cz/exhibit/model-stredovekeho-oblehaciho-praku-trebuchetu/>

<sup>5</sup> Outfit4events.cz. *Prak dostřelil dál než luk, měl ale i své nevýhody*. [on-line 10.8.2021] Dostupné z: <https://www.outfit4events.cz/czk/magazin/zbrane/prak-dostrelil-dal-nez-luk-mel-ale-i-sve-nevyhody/>

<sup>6</sup> DOUGHERTY, Martin J. *Zbraně a bojové techniky středověkých válečníků: 1000-1500 n.l.* Praha: Naše vojsko, 2012. Válečníci světa, str. 161-163.

<sup>7</sup> Tamtéž, str. 161-163.

<sup>8</sup> Outfit4events.cz. *Prak dostřelil dál než luk, měl ale i své nevýhody*. [on-line 10.8.2021] Dostupné z: <https://www.outfit4events.cz/czk/magazin/zbrane/prak-dostrelil-dal-nez-luk-mel-ale-i-sve-nevyhody/>

či k plašení koní jezdců<sup>9</sup>, navíc se i dnes s tímto druhem praku místy ve světě můžeme setkat.

## 1.2 Druhy praků

Existují dva typické (základní) druhy praků, vrhací a vidlicový prak. Vidlicové praky se dále dělí dle způsobu umístění, respektive uvázání, gum na vidlici. Okrajově popíši i tzv. frameless praky, které nejsou úplně klasické, ale jedná se o nejlevnější a díky tomu poměrně oblíbenou variantu praku, která dle mého názoru stojí minimálně za zmínku.

### 1.2.1 Vrhací prak

Vrhací (někdy též zvaný odstředivý či **pastýřský**) prak jsem částečně popsal v kapitole o historii praků. V minulosti se jednalo o pruh kůže s kapsou (lůžkem) na umístění kamenů, případně o kus kůže, na který se na dvou stranách navázaly kožené šňůrky: nejznámějším typem tohoto praku je tzv. **Davidův prak**, kterým dle pověsti David skolil obra Goliáše. Protože je výroba tohoto typu praku otázkou několika málo desítek minut a nevyžaduje žádný nedostupný materiál, tak tento typ praku sám vlastním. K výrobě „Davidova“ praku je zapotřebí pouze pruh dostatečně vyčiněné (vláčné) kůže a textilní šňůra požadované pevnosti. Střela, kterou je nejčastěji kámen, golfový míček či plané jablko, se při nabíjení uloží na pruh kůže, který slouží jako kapsa, respektive lůžko praku, následně se oba konce praku tvořené textilní šňůrou sevřou prsty střelce, prak se střelou v lůžku se roztočí, přičemž plně postačuje pouze jedna obrátka směrem vpřed tak, aby prak ve střelcově „silné“ ruce opsal směr hodinových ručiček, a posléze postačuje jeden konec (rameno) praku pustit, čímž se otevře lůžko praku a dojde k výmetu střely směrem k cíli. Střela z praku pak díky odstředivé síle vylétá značnou rychlostí i silou. Jak již bylo popsáno výše, výroba tohoto praku je velmi jednoduchá a nenákladná, jedná se asi o nejdostupnější prak pro běžného uživatele. S prakem se dá naučit relativně přesně mířit, ale nepatří to mezi nejjednodušší střelecké disciplíny, a přesná střelba z tohoto druhu praku vyžaduje

---

<sup>9</sup> KLUČINA, Petr. Zbroj a zbraně: Evropa 6.-17. století. Praha: Paseka, 2004, str. 48.

pravidelný nácvik. Střela z Davidova praku má s ohledem na primitivnost praku a hmotnost samotné střely i relativně dlouhý dolet, jehož vzdálenost se při střelbě z vyvýšené pozice dále navyšuje. Dostřel pastýřského (Davidova) praku se tak ponejvíce odvíjí od následujících atributů: od hmotnosti a tvaru střely, fyzických proporcí a tělesné zdatnosti střelce – vyšší a silnější střelec dokáže dostřelit dál díky vyprodukovaní větší odstředivé síly.

Kromě zmíněných typů vrhacích praků pak existuje ještě další varianta: prak upletený z jutové či z kožené šňůrky (viz obrázek č. 3). Uprostřed je zapletena otevřená kapsička – jakési oko – do kterého se projektil vkládá (slouží jako lůžko pro střelu). Princip střelby je totožný.<sup>10</sup>

**Obrázek 3 - pastýřský prak. Vlevo upleten z juty, vpravo z kůže**



**Zdroj:** Outfit4events.cz. *Praky*. [on-line 10.8.2021] Dostupné z:

<https://www.outfit4events.cz/czk/kategorie/611-praky/?page=1&pageTo=1&a%5B15-antika-staroveke-recko-rim-a-gladiator%5D=1&a%5B19-gotika-stredovek%5D=1&sort=default>

Vrhací prak má tři možné techniky hodu:

1. **Roztočení horem – nejpřesnější hod:** prak se vedle těla roztočí ve směru shora – dopředu – dolů – dozadu – nahoru (u praváka opisuje pohyb proti směru hodinových ručiček). Když je kapsa v úrovni hlavy, střela se vypustí. Tento dostřel je velmi přesný a střela létá cca 10 m daleko.
2. **Roztočení spodem – vysoký hod:** prak se vedle těla roztočí ve směru zespoda – dopředu – nahoru – dozadu – dolů (u praváka opisuje pohyb

<sup>10</sup> Outfit4events.cz. *Prak dostřelil dál než luk, měl ale i své nevýhody*. [on-line 10.8.2021] Dostupné z: <https://www.outfit4events.cz/czk/magazin/zbrane/prak-dostrelil-dal-nez-luk-mel-ale-i-sve-nevyhody/>

ve směru hodinových ručiček). Když je kapsa nejnižší a začíná stoupat, střelu vypustíme. Ta následně letí vysoko a padá shora dolů. Dostřel je cca 40 až 70 m.

- 3. Roztočení nad hlavou – nejsilnější hod:** prak se roztočí nad hlavou a následně se s ním švihne před sebe. Při švihnutí se pustí šňůra praku a střela letí směrem před nás, v mírném oblouku. Dostřel je cca 50 - 150 m.<sup>11</sup> Nebezpečným úskalím této střelecké techniky je však možnost zranění osob v blízkosti střelce v momentě, kdy dojde k nechtěnému uvolnění střely do stran. Toto riziko je u obou výše popsaných technik omezeno pouze na prostor před a za střelcem, vlevo i vpravo od střelce zůstává prostor bezpečný.

S ohledem na minimální náklady a dostupnost materiálů k výrobě vrhacího praku, stejně jako s přihlédnutím k jeho skladnosti a schopnosti střílet z něj značně těžké projektily, se nabízí otázka, jak budou bezpečnostní složky státu schopny reagovat na jejich případné masové nasazení při demonstracích či jiných hromadných akcích.

## 1.2.2 Vidlicový prak

Vidlicový prak (angl. *slingshot, flip, hand catapult*) je poměrně novým vynálezem: vzhledem k tomu, že potřebuje pro své fungování gumu, se začal rozšiřovat až po roce 1840. To, že jde o zbraň, je patrné např. v USA, kde je v některých státech zakázána koupě, držení i střílení mládeží do 16 let věku bez dohledu dospělého.<sup>12</sup> Skládá se z těla ve tvaru vidlice (tvar písmene Y) a elastické gumy, která je na ramena vidlice uchycená. Tělo je nejčastěji plastové či kovové, dříve se nejvíce používalo dřevo nebo paroží. Uprostřed gumy je umístěna kapsa, do které se umísťuje projektil. Některé moderní sportovní praky mají ergonomicky tvarované rukojeti často obohacené o podpěry zápěstí, zejména kvůli tomu, že používají gumy s velkou náťahovou silou.

---

<sup>11</sup> Paganía. *Historický prak - jednoduchá a účinná zbraň*. [on-line 10.8.2021] Dostupné z: <https://www.paganía.cz/clanky-1/historicky-prak-jednoducha-a-ucinna-zbran/>

<sup>12</sup> KOEHLER, Jack H. *Slingshot shooting*. United States of America: SLING PUBLISHING, 2005, str. 1-2.

Moderní vidlicové praky se dělí na dva typy: **TTF** a **OTT** praky v závislosti na tom, jakým způsobem se z nich střílí a jak je na nich guma uchycena.

**TTF** (z ang. *Through The Fork* – *skrz vidlici*; viz obrázek č. 4) praky se drží vodorovně, vidlice tak nesměřuje směrem nahoru, ale do strany (buď vpravo nebo vlevo v závislosti na střelcově „silné“ ruce), ruka držící prak je přirozeně předpažená před tělo střelce a hřbet ruky směřuje vzhůru k nebi, plochá guma je připevněná ze strany vidlice praku, takže při jejím vypuštění prolétá projektil skrze vidlici praku – odtud jeho název. Vnější strany vidlice mají v místech upevnění gumy často vyznačené mířidlo, díky čemuž se člověk ve střelbě z praku rychle zdokonaluje a snadněji zaciluje.<sup>13</sup>

**Obrázek 4 - klasický TTF prak**



**Zdroj:** Hunting Catapults CZ. *TTF praky*. [on-line 16.8.2021] Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/TTF-praky-c2\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/TTF-praky-c2_0_1.htm)

**OTT** (z ang. *Over The Top* – *přes vrch*; viz obrázek č. 5) se považují za následníky klasických Y praků. Nemají nijak vyznačený bod míření, respektive mířidla, a tak je střelba s nimi spíše rychlá a intuitivní záležitost. Gumy jsou upevněné k vidlici praku na vrcholu ramen praku a uvolněná guma se střelou prolétá horem nad vidlicemi tak, že kulička (střela) prolétá těsně nad vrchem praku. Držení OTT praků je možné jak vodorovně tzn. totožně jako u TTF praků, kdy se míří horním rohem ramene a směr letu udává natažená guma praku, výška a dolet se poté koordinuje

---

<sup>13</sup> Hunting Catapults CZ. *TTF praky*. [on-line 16.8.2021] Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/TTF-praky-c2\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/TTF-praky-c2_0_1.htm)



délkou natažení gumy, případně nadměřením tj. zvednutím ruky držící prak nad cíl.<sup>14</sup>

**Obrázek 5 - klasický OTT prak**



**Zdroj:** Hunting Catapults CZ. OOT praky. [on-line 16.8.2021] Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/OTT-praky-c3\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/OTT-praky-c3_0_1.htm)

**Gumy** se u moderních praků používají dvojího typu: **ploché** a **trubičkové**. Je zajímavé, že zatímco Koehler píše, že jsou trubičkové (ty se na prak jednoduše nastrčí, duté konce se nasadí na tenkou vidlici, viz. obr. 6) v USA lépe k sehnání,<sup>15</sup> mám tu zkušenost, že v České republice jsou nejčastější gumy naopak ty ploché.<sup>16</sup> Gum se prodává vícero druhů – čím silnější a pružnější jsou, tím více síly musíme při jejich natahování použít, ale zpravidla zároveň tím rychleji, při správném napnutí, střela následně letí a tím ničivější je její dopad. Prakovník tak musí vzít při výběru v potaz svou sílu: pokud by si slabý jedinec vybral příliš silnou gumu, buď by ji nemusel dostatečně natáhnout, nebo by se střelbou rychle unavil, případně by nedokázal gumu držet dostatečně dlouho na to, aby správně zamířil. Příliš silná guma také nemusí být dostatečně pružná, aby projektil vypouštěla efektivně. Pružnost, resp. schopnost retrakce gumy, je pro střelbu zásadní, stejně tak je nutné používat správnou municí. Pokud by byl projektil příliš těžký nebo příliš

---

<sup>14</sup> Hunting Catapults CZ. OOT praky. [on-line 16.8.2021] Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/OTT-praky-c3\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/OTT-praky-c3_0_1.htm)

<sup>15</sup> KOEHLER, Jack H. *Slingshot shooting*. United States of America: SLING PUBLISHING, 2005, str. 12.

<sup>16</sup> Z počátku byly prakové gumy pouze ploché – původně se řezaly z vnitřků automobilových gum. KOEHLER, Jack H. *Slingshot shooting*. United States of America: SLING PUBLISHING, 2005, str. 16.

lehký, jeho rychlost a dopad by se snížily.<sup>17</sup> Pro závodní střelbu se často používají tenké ploché gumičky, které střílí daleko za použití poměrně malé síly.<sup>18</sup> Udává se, že jedna guma vydrží cca 300-400 výstřelů.

**Obrázek 6 - prak s trubičkovými gumami**



**Zdroj:** Ubuy.co.id. *E-jades Slingshot Rubber Bands Replacement, Universal Durable Slingshot Bands*, [on-line 16.8.2021] Dostupné z: <https://www.ubuy.co.id/en/product/X42Y6CVE-slingshot-replacement-band-sets-heavy-pull-slingshot-replacement-rubber-bands-tubular-elastic-rubber>

Koehler na ukázkou vypracoval malou tabulku (viz tabulka č. 1), do které zavedl rychlost střel (kovové kuličky, často označované jako „BB“), vystřelených z vidlicového praku, v závislosti na použité gumě a projektilu (přepočítáno na evropské jednotky):

<sup>17</sup> Tamtéž, str. 12-13.

<sup>18</sup> Tamtéž, str. 16.

**Tabulka 1 - Rychlost vystřelených kuliček vidlicovým prakem dle Koehlera.**

Druh gumy	Nátah (kg)	Rychlost (m/s)		
		0,64 cm kulička	0,95 kulička	1,27 kulička
Plochá tlustá	85,3	45,1	43,3	39,6
Trubičková	78,0	44,5	44,5	39,9
Dvojitá plochá	61,2	57,6	52,4	46,6
Klasická plochá	31,8	49,1	43,3	35,7

**Zdroj:** KOEHLER, Jack H. *Slingshot shooting*. United States of America: SLING PUBLISHING, 2005, str. 14.

Je z ní dobře vidět, že čím těžší je kulička, tím nižší rychlosti při střelbě dosahuje.

Co se síly nátahu gumy praku týče, platí zde obdobná úměra jako při střelbě z luku – začátečník by měl nejprve volit gumy, jejichž síla nátahu je pocitově spíše malá, slabá, a až poté, co si vybuduje správné střelecké návyky a zlepší se jeho střelecká výdrž, by měl začít zkoušet střelbu z gum o vyšší náťahové síle. Stejně jako u střelby z luku totiž velmi negativně přesnost zásahu ovlivňuje svalový třas rukou, který se po určitém čase dostavuje a nutí střelce k odpočinku.

### 1.2.3 Frameless praky

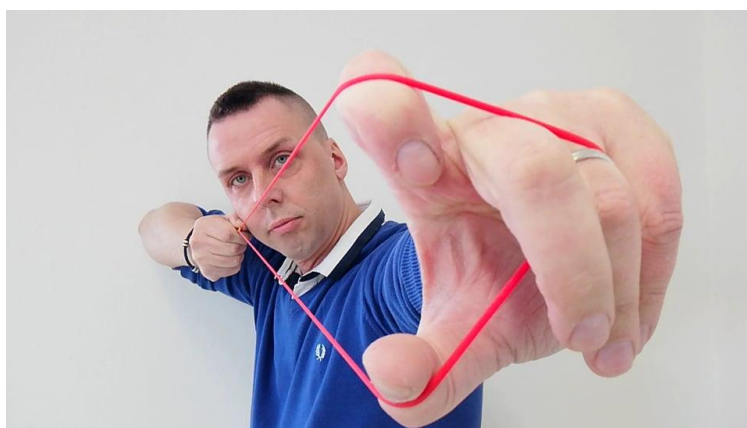
Frameless praky (někdy také *finger slingshot*) jsou již vzhledem k jejich názvu „praky bez rámu“, viditelné na obrázku č. 7. Jedná se de facto o dokola spojenou prakovou gumu, která má v jedné své části koženou kapsu na munici. Guma se dá nosit jako náramek a v případě, že s ní chceme střílet, se omotá kolem prstů (ideálně kolem palce a ukazováku), které se natáhnou do tvaru vidlice a dále se z ní střílí jako z vidlicového praku. Je to asi nejméně bezpečný způsob prakové střelby (velké riziko vystřelení gumy, jejího prasknutí či poranění se projektilem apod.), ale je rozhodně nejskladnější.<sup>19</sup> Vzhledem k tomu, že neobsahuje žádný kov a vypadá pro neznalé jako obyčejný náramek, dá se považovat za bezpečnostní riziko i na hromadných akcích s bezpečnostními rámy.

<sup>19</sup> Hunting Catapults CZ. *FRAMELESS*. [on-line 11.8.2021] Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/FRAMELESS-c26\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/FRAMELESS-c26_0_1.htm)

Guma se zachycuje za prsteníček a poté se opírá o prostředníček s palcem, které vytváří pomyslnou vidlici. Následně se guma natahuje zcela totožně jako u předchozích typů praku s pomocí ukazováčku a palce. Ruka sloužící jako rám (vidlice) praku se však při střelbě nesmí hýbat, a stejně jako u jiných střelných zbraní se ani zde při výstřelu nesmí rukou tzv. strhávat. Jen tak se dá navíc zabránit tomu, aby se střelec trefil do vlastní ruky. Míření se praktikuje obdobně jako u OTT vidlicových praků.<sup>20</sup>

V rámci této práce se však s ohledem na obsáhlost celého tématu již frameless prakům bohužel nadále věnovat nebudu.

**Obrázek 7 - frameless prak, na fotografii prodejce Jan Nowak**



**Zdroj:** Hunting Catapults CZ. *FRAMELESS*. [on-line 11.8.2021] Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/FRAMELESS-c26\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/FRAMELESS-c26_0_1.htm)

### 1.3 Druhy prakové munice

Prak se vyznačuje tím, že se do něj dá vložit téměř cokoliv, co má člověk po kapse či kolem sebe – sám jsem v mládí střílel z Davidova praku planými jablky, zkaženými vejci či dokonce rozlomenými kusy cihel a žulovými dlažebními kostkami. Ze svého prvního dřevěného praku opatřeného leteckou gumou jsem střílel nejradši kovové matice, oblázky, štěrky, ale nejlépe létaly ocelové kuličky

---

<sup>20</sup> Hunting Catapults CZ. *Frameless guma (665) 0.48*. [on-line 11.8.2021] Dostupné z: <https://www.hunting-catapults.cz/Frameless-guma-665-0-48-d439.htm>

z ložisek. Pokud se ale zaměříme na prak jako na střelnou zbraň, existuje několik typů klasické munice, která se při střelbě z něj využívá:

Základním druhem projektilů do praku jsou **kameny**. Jak jsem popisoval v kapitole o historii, jedná se o nejstarší druh používané munice. Jsou zdarma, téměř všude dostupné, ale mají i jisté nevýhody. Každý kámen je rozměrem jiný, a tak je každý jinak těžký, jinak tvarovaný, má jinou hrubost povrchu, a odtud jinou dráhu letu. Je tedy těžké s nimi střílet přesně. Dají se najít hladké, oblé kameny, podobně velké, čímž se dá přesnost zvýšit, ale stále se nejedná o nejpřesnější druh munice.<sup>21</sup>

Přesnější střelby se dá docílit využitím **skleněných kuliček**, lidově skleněnek. U průhledných se dá díky jejich lesku dobře sledovat jejich trajektorie. Nevýhodou je ovšem jejich cena a to, že se po nárazu většinou roztříští, čímž o kuličku přijdeme. Navíc, pokud se tak nestřílí za ranivým účelem, po kuličce na zemi zůstávají nebezpečné střepy.<sup>22</sup>

Malé, zato ale těžké projektily tvoří **olověné střely**, a to díky hustotě olova. Při letu letí rychleji než předchozí materiály a díky své malé velikosti bojují s menším odporem vzduchu. Nejsou ale vhodné pro použití kvůli dopadu na životní prostředí, olovo je navíc zdraví škodlivé.<sup>23</sup> Dají se stále zakoupit, ve formě kuliček či ogiválů (stejněho tvaru jako střela do perkusní a křesadlové zbraně), dají se též používat rybářská olůvka původně určená na zatížení vlasců.

Používat se dají i dnes běžně dostupné **plastové kuličky**, ať do dětských kuličkových pistolí, tak i do profesionálních airsoftových zbraní. Jejich výhodou je, že jsou levné, ale zároveň jsou také velmi lehké, a tudíž po krátké době letu ztrácejí svou rychlost a jsou náchylné na změnu dráhy letu při zhoršených povětrnostních podmínkách, jejich ranivost je téměř minimální. Někteří prakostřelci dokonce používají **paintballové kuličky**, které jsou na praky ale

---

<sup>21</sup> KOEHLER, Jack H. *Slingshot shooting*. United States of America: SLING PUBLISHING, 2005, str. 33-34.

<sup>22</sup> Tamtéž, str. 34.

<sup>23</sup> Tamtéž, str. 34-35.

docela velké. Dají se zakoupit i trošku menší, a jejich výhodou je, že i na dálku díky barvě vidíte, kam jste zasáhli, nicméně po sobě zanechávají nepořádek.<sup>24</sup>

**Nejčastěji používaným střelivem** jsou však **ocelové kuličky**. Prodávají se v několika velikostech, nejsou drahé a jsou velmi dostupné. Střelba je s nimi velmi přesná. Díky jejich pevnosti a vzhledu se střelci může podařit velké množství kuliček po střelbě najít a znovu použít.<sup>25</sup> Ocelové kuličky jsou osobně mými nejoblíbenějšími projektily. Jsou skladné a dají se nosit po kapsách bez rizika znečištění kapsy. Ze země se pak dají sbírat magnetem, prodávají se i magnetické nosiče kuliček, které urychlují střelbu.

Koehler se zmiňuje ještě o **alternativní munici**, a sice o *šípoch/šipkách* (viz obrázek 8) a o *písku* pro upravené praky na lov ryb, menších obojživelníků či hmyzu.<sup>26</sup> Osobně jsem se však ani s jedním typem této munice a střelby z ní zatím nesetkal.

**Obrázek 8 - prakový šíp**



**Zdroj:** E-Bay. *5pcs Slingshot Bullet Barbed Fishing Harpoon Catapult Arrowhead Hunting Shooting*. [on-line 20.8.2021] Dostupné z: <https://ebay.to/3kggy0i>

---

<sup>24</sup> KOEHLER, Jack H. *Slingshot shooting*. United States of America: SLING PUBLISHING, 2005, str. 35.

<sup>25</sup> Tamtéž, str. 36.

<sup>26</sup> Tamtéž, str. 36.

## 2 Balistika

Balistika je aplikovanou vědou, která se zabývá studiem pohybu a účinku střel (projektilů) v daném prostředí, a to z teoretického i experimentálního hlediska.<sup>27</sup> Sleduje je od samotného počátku jejich pohybu (výstřelu) až po zasažení a zničení cíle, včetně přesnosti střelby a jejího účinku. Balistika je interdisciplinárním vědním oborem, který nachází své uplatnění zejména v kriminalistice, vojenství, lovectví a sportu, tedy všude tam, kde se využívají a zkoumají střelné zbraně, rakety apod., ale využívá se i v oboru kosmonautiky.<sup>28</sup>

Balistika se obecně dělí na čtyři oblasti, podle dané fáze letu projektilu:

- **vnitřní:** zabývá se časovým úsekem od zážehu zápalné složky do chvíle, kdy střela opustí hlaveň, resp. se zabývá jevy odehrávajícími se uvnitř zbraně před opuštěním střely ústí hlavně (např. tlak v nábojové komoře, zpětný ráz apod.),
- **přechodová:** (*pdúpp* – perioda dodatečného účinku prachových plynů)<sup>29</sup> sleduje, co se se střelou děje od okamžiku jejího opuštění ústí hlavně až k momentu, kdy na střelu dosud působí plyny, které se podílely na výmetu střely ze samotné hlavně,
- **vnější:** zkoumá, co se se střelou děje od chvíle, kdy na ní přestanou působit rozpínající se plyny výmetné složky až do okamžiku dopadu střely na cíl; tato oblast se dá dále dělit na teoretickou a experimentální, přičemž teoretická počítá s pohybem střely v ideálních podmínkách, zatímco experimentální se snaží zachytit různorodé rušivé vlivy na dráhu střely,
- **koncová, terminální:** se zabývá momentem od dopadu střely na cíl až po chvíli, kdy se samotná střela a její případné fragmenty přestanou pohybovat.<sup>30</sup>

---

<sup>27</sup> Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity. *Základy balistiky*. [on-line 6.2.2022] Dostupné z: <https://www.fsps.muni.cz/inovace-SEBS-ASEBS/elearning/strelba/balistika>

<sup>28</sup> JURÍČEK, Ludvík. *Ranivá balistika: technické, soudnělékařské a kriminalistické aspekty*. Ostrava: Key Publishing, 2017, str. 28-35.

<sup>29</sup> JURÍČEK, Ludvík. *Ranivá balistika: technické, soudnělékařské a kriminalistické aspekty*. Ostrava: Key Publishing, 2017, str. 31.

<sup>30</sup> Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity. *Základy balistiky*. [on-line 6.2.2022] Dostupné z: <https://www.fsps.muni.cz/inovace-SEBS-ASEBS/elearning/strelba/balistika>

Dopady projektilů se pozorují na testovacích předmětech. Protože je nepraktické provádět rozsáhlá testování na mrtvolách, většina testů balistické koncové střely se provádí v napodobeninách tkáně, jako je balistická želatina standardní konzistence. Není to úplně to samé, ale je to dostupná možnost pro testování široké škály projektilů a rychlostí výstřelu.<sup>31</sup>

Ve své práci se dále nebudu zabývat popisováním obecné balistiky jakožto vědního oboru, ale budu vycházet z poznatků její specializované odnože, kriminalistické balistiky.

## 2.1 Kriminalistická balistika

Kromě tohoto označení se v materiálech můžeme setkat i s pojmy *forezní balistika* či *soudní balistika*, de facto se však jedná o jedno a to samé. Tato odnož balistiky zkoumá objekty, popř. data, která se vztahují ke střelbě či jinému použití zbraně pachatelem trestného činu, a to i v době před samotným výstřelem. Pro toto zkoumání využívá metody i znalosti z mnoha dalších vědních a průmyslových oborů, jako jsou např. fyzika, matematika, metalurgie, chemie apod. Má ale i své vlastní vědecké metody zaměřené na řešení specifických kriminalistických otázek.<sup>32</sup> Jejím hlavním úkolem je rozvíjení a zkvalitňování „metod a prostředků identifikace zbraně podle balistických stop nalezených na místě činu (nábojnice, střely, zbraně, součásti zbraní) a specifických stop vzniklých po střelbě (...)“.<sup>33</sup>

Kriminalistická balistika se od běžné balistiky liší tím, že její dělení se rozšiřuje o dvě další oblasti zkoumání.

Balistika **prenatální** předchází vnitřní, přechodové, vnější i terminální balistice. Popisuje souhrnně změny, které na samotné zbrani vznikají ještě před tím, než dojde k samotnému výstřelu projektilu. Tyto změny mohou vznikat bez úmyslu pachatele, ale nemalá část z nich vzniká jeho přímým přičiněním ve snaze ztížit

---

<sup>31</sup> Slingshot forum. *Terminal Ballistics of Slingshots*. [on-line 11.8.2021] Dostupné z: <https://www.slingshotforum.com/threads/terminal-ballistics-of-slingshots.132589/#post-1527804>

<sup>32</sup> PLANKA, Bohumil. *Kriminalistická balistika*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010, str. 13.

<sup>33</sup> JURÍČEK, Ludvík. *Ranivá balistika: technické, soudnělékařské a kriminalistické aspekty*. Ostrava: Key Publishing, 2017, str. 35.



následnou identifikaci střelné zbraně pro budoucí forenzní zkoumání. Prenatální balistika pak dále zkoumá techniky výroby a úprav zbraní a střeliva v domácím i komerčním prostředí, ať již u legálních či nelegálních.<sup>34</sup>

Druhou specifickou oblastí kriminalistické balistiky je balistika **postterminální**. Ta se zabývá tím, co se děje po prostřelení cíle nebo překážky (např. prostřelení karoserie vozidla, zasažení více osob jednou střelou apod.).<sup>35</sup>

Do kriminalistické balistiky zasahují i moderní balistika a biobalistika. **Moderní balistika** využívá nejnovější technické postupy – elektronovou mikroskopii, digitalizaci, počítačové simulace apod. **Biobalistika** se zabývá vazbou mezi zbraňovými systémy a člověkem, řeší tak například modelování účinků střelných zbraní na náhradních biologických cílech. Studuje nejen to, jaký má vliv střela na zasažený cíl, ale i to, jaký vliv má cíl na střelu, např. biokorozi střely v tkáních postřelených osob.<sup>36</sup> Biobalistika se dále dělí na teoretickou, experimentální a kazuistickou, nicméně tyto zde nebudu více rozvádět.<sup>37</sup>

Pro účely této práce je nutné jasně definovat, co kriminalistická balistika definuje jako zbraň a projektil. „**Zbraň** se pro účely kriminalistické balistiky rozumí takový zbraňový systém, který je způsobilý dopravit do cíle projektil a vyvolat v něm devastující účinek. (...) **Projektil**em je hmotný objekt ve stavu pevném, kapalném nebo plynném, případně forma energie vyslaná zbraní k cíli.“<sup>38</sup>

Planka rozděluje zbraně v rámci kriminalistické balistiky do celkem **pěti kategorií**.<sup>39</sup>

- **Třídění podle konstrukce a technického provedení:** střelné, palné, mechanické, plynové a metné.

---

<sup>34</sup> PLANKA, Bohumil. Kriminalistická balistika. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010, str. 13.

<sup>35</sup> PLANKA, Bohumil. Kriminalistická balistika. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010, str. 14.

<sup>36</sup> JUŘÍČEK, Ludvík. *Ranivá balistika: technické, soudnělékařské a kriminalistické aspekty*. Ostrava: Key Publishing, 2017, str. 36.

<sup>37</sup> PLANKA, Bohumil. Kriminalistická balistika. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010, str. 14-15.

<sup>38</sup> PLANKA, Bohumil. Kriminalistická balistika. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010, str. 16.

<sup>39</sup> PLANKA, Bohumil. Kriminalistická balistika. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010, str. 16-20.

- **Třídění podle původu a účelu:** vojenské/slужебní/civilní, tovární výroby/podomácku zhotovené, historické/moderní a tuzemské/zahraniční výroby.
- **Třídění podle aktuálního stavu a funkčnosti:**
  - „nová – v dobrém technickém stavu – opotřebená
  - úplná – nekompletní – torzo
  - standardní provedení – nestandardní provedení
  - upravená – verze – klon
  - znehodnocená stanoveným způsobem – řez – reaktivovaná
  - způsobilá ke střelbě – nezpůsobilá ke střelbě – způsobilá ke střelbě náhradním způsobem
  - náchylná k samospuštění – odolná proti samospuštění
  - plně funkční – funkční s omezením.“<sup>40</sup>
- **Třídění podle platného zákona o zbraních a střelivu:** odpovídá/neodpovídá svým technickým stavem a provedením příslušné kategorii zbraně podle ustanovení zákona o zbraních a střelivu.
- **Třídění podle předmětu zájmu:**
  - „zkoumání střelných zbraní, případně součástí zbraní za účelem jejich přesné identifikace, určení původu a posouzení stavu,
  - zkoumání střeliva a jeho částí za účelem přesné identifikace, určení původu a posouzení stavu,
  - ztotožnění (individuální – dovršená identifikace) střelných zbraní podle vystřelených nábojnic a střel,
  - typování (druhová, skupinová a podskupinová – nedovršená identifikace) střelných zbraní podle vystřelených nábojnic a střel,
  - zkoumání stop zásahů na překážkách a cílech,
  - posuzování účinků zbraně (střelby) na zasažený objekt,
  - posuzování specifických odborných otázek plynoucích z použití zbraně na místě činu.“<sup>41</sup>

---

<sup>40</sup> PLANKA, Bohumil. Kriministická balistika. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010, str. 17.

<sup>41</sup> PLANKA, Bohumil. Kriministická balistika. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010, str. 20.

Co se týče **balistických stop střel**, opět se dají rozdělit do 6 skupin podle doby jejich vzniku: prenatální, vnitřní, přechodové, vnější, terminální a postterminální. U **prenatální** se zkoumají stopy úprav či výroby zbraně a střeliva, stopy nabíjení a vybíjení střeliva a stopy vzpříčení náboje. **Vnitřní** zahrnuje stopy na zápalce, na nábojnici, na střele, stopy vzpříčení nábojnice nebo havárie zbraně a produkty výstřelu. **Přechodová** zkoumá zplodiny výstřelu. **Vnější** balistika střel se zaměřuje na povýstřelové zplodiny, obrazové informace a akustické informace. U **terminální** se zkoumají stopy zásahu, účinek střely v cíli (devastační, ranivý...) a účinnost střely. U **postterminální** balistiky se zkoumá balistika střely za cílem či překážkou (rychlost, stabilita, dráha...), její účinek za cílem či překážkou (devastační, ranivý...), balistika sekundární střely a účinek sekundární střely. Stopy jsou zkoumány znalcem – kriminalistickým balistikem.<sup>42</sup>

Balistické stopy se v základu dělí na pět skupin:

- **stopy mechanické:** různé rýhy, vtisky, sešinuté a zhmožděné stopy
- **stopy technologické:** na zbraních nebo na střelivu
- **stopy destrukce:** objevují se na cílech, překážkách i na havarovaných zbraních a na střelivu
- **stopy materiálové:** různé otěry, fragmenty kovů, částice sloučenin, organických a anorganických látek, kousek biologických tkání
- **stopy datové:** specifická data v objektivní (např. různé záznamy, zvukové či obrazové) či v subjektivní informaci (výpověď svědků).<sup>43</sup>

Balistické stopy se dále dají rozdělovat do stop na povrchu jednotné a hromadné střely, na stopy na povrchu nábojnice a na stopy na zasažených předmětech, cílech a překážkách.<sup>44</sup>

Mechanickým zbraním se kriminalistická balistika primárně nevěnuje, tyto jsou v hlubokém stínu zbraní palných, nicméně i tyto vymezuje. „Charakteristickým znakem mechanické zbraně je vazba na svalovou práci střelce. Tato práce se

---

<sup>42</sup> PLANKA, Bohumil. Kriminalistická balistika. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010, str. 23.

<sup>43</sup> PLANKA, Bohumil. Kriminalistická balistika. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010, str. 20-22.

<sup>44</sup> Tamtéž, str. 23-30.

akumuluje jako vnitřní energie zbraně, která je při výstřelu předána střele (projektilu).<sup>45</sup> Mezi mechanické zbraně zařazujeme luky, kuše, harpuny a právě praky. Planka praky definuje jako zbraň, u které se „energie akumuluje do pružných pramenců upevněných na dvou tuhých ramenech, která jsou ukotvena v rukojeti. Projektilem může být kámen, kovová kulička apod.“<sup>46</sup> Praky, které fungují na principu odstředivé síly a mezi které řadíme tzv. Davidův prak (též znám jako pastýřský či husitský prak), se pak v kriminalistické balistice řadí mezi zbraně metné.

## 2.2 Ranivá balistika

Tento typ balistiky spadá pod terminální balistiku a je její poměrně samostatnou částí. Zmiňuji se o ní, protože se zabývá dopadem střel na živý cíl. Jejími hlavními úkoly jsou identifikace biologických systémů a stanovení jejich vhodných náhrad (včetně popsání jejich fyzikálních a mechanických charakteristik) pro balistické experimenty, vytvoření matematických a fyzikálních modelů pro interakci střely a tkání (popř. náhradních materiálů), navrhuje kvantifikaci hodnocení účinků střel malých ráží na živé cíle, zkoumá účinky zbraňových systémů, určených proti živé síle a stanovuje právní kritéria pro hodnocení účinnosti střel na živé cíle.<sup>47</sup>

**Účinnost** střel daného typu hodnotí z hlediska možného vyřazení, resp. zastavení, a to jako **dočasné** (např. zranění) nebo **trvalé** (smrt).<sup>48</sup>

Vzhledem k tomu, že do současné doby nebyla zavedena žádná jednotná metodika, která by posuzovala účinnost střel proti živému cíli, bylo k zodpovězení otázky, zda je prak zbraní schopnou způsobit ranivý účinek v živém cíli, případně zbraní schopnou způsobit smrt, využita tzv. **Liškovo škála ranivosti**, která nese název po svém autorovi - **mjr. Ing. Přemyslu Liškovi, CSc.** Jedná se o obsáhlý odborný posudek, který byl vypracován na konci 80. let minulého století a bezpečnostním složkám tehdejší ČSSR publikován v informačním věstníku

---

<sup>45</sup> Tamtéž, str. 49.

<sup>46</sup> Tamtéž, str. 50.

<sup>47</sup> JURÍČEK, Ludvík. *Ranivá balistika: technické, soudnělékařské a kriminalistické aspekty*. Ostrava: Key Publishing, 2017, str. 39.

<sup>48</sup> JURÍČEK, Ludvík. *Ranivá balistika: technické, soudnělékařské a kriminalistické aspekty*. Ostrava: Key Publishing, 2017, str. 136-137.

VB č. 1/1981 v příloze č. 20. Liškovo škála ranivosti je zejména v tuzemsku dosud hojně využívaným nástrojem kriminalistického zkoumání.

Mjr. Ing. Liška, CSc. při svém bádání v dobových studiích chování střel zjistil, že „1. existuje kritérium, podle kterého lze stanovit, zda střela vystřelená z určité vzdálenosti ze známé zbraně a známým střelivem může člověku v případě zásahu způsobit vážné zranění případně smrt.“<sup>49</sup> a zároveň svou vlastní vědeckou činností došel k výsledku, že „2. toto kritérium je dáno poměrem dopadové energie střely k ploše jejího příčného průřezu tzv. **energetickým zatížením průřezu střely**, přičemž **hranice leží u 50 J/cm<sup>2</sup>** pro střely z ručních palných a plynových zbraní ráže 3-18 mm.“<sup>50</sup>

Dále bylo zjištěno, že střely s energetickým zatížením průřezu o hodnotách v rozmezí 5 až 50 J/cm<sup>2</sup> jsou nadále schopné způsobit vážné zranění, avšak případnou smrt mohou způsobit pouze při zásahu člověka přímo do oka. Při ještě menším průřezovém zatížení, než je 5 J/cm<sup>2</sup>, již střely tuto ranivou schopnost zcela ztrácí. Zároveň Mjr. Ing. Liška, CSc. uvádí, že jím učiněné závěry lze vztáhnout i na mechanické zbraně, pokud ke střelbě využívají střely alespoň přibližně kulovitého tvaru, kdy jsou jmenovitě zmiňovány právě praky, zatímco u ostatních mechanických zbraní jako jsou kuše a luky pro atypičnost tvaru jejich střel tyto závěry již použít nelze. Autor navíc dodává, že zásah střelou do oka, je děj zcela náhodný, což je dáno relativně velmi malou plochou oka k celkové ploše lidského těla a jako takový by vždy naplnil pouze skutkovou podstatu nedbalostního trestného činu.<sup>51</sup>

Pro ilustraci vědeckých závěrů mjr. Ing. Lišky, CSc. předkládám tabulku na obrázku č. 9.

---

<sup>49</sup> LIŠKA, Přemysl. Posuzování ranivého účinku střelné zbraně v trestním řízení. Informační věstník VB č. 1/1981, příloha č. 20, Odborná sdělení kriminalistického ústavu VB FSVB č. 7, čl. 11 z roku 1980, autor mjr. Ing. Přemysl Liška, CSc., str. 34

<sup>50</sup> Tamtéž, str. 34

<sup>51</sup> LIŠKA, Přemysl. Posuzování ranivého účinku střelné zbraně v trestním řízení. Informační věstník VB č. 1/1981, příloha č. 20, Odborná sdělení kriminalistického ústavu VB FSVB č. 7, čl. 11 z roku 1980, (autor mjr. Ing. Přemysl Liška, CSc.), str. 34

**Obrázek 9 - tabulka mezních rychlostí a energií střel při hranici průřezového zatížení 50 J/cm<sup>2</sup>**

Střela	W mez J/cm <sup>2</sup>	V mez m/s	E mez J
brok 3 mm	↑ 50 ↓	210	3,5
brok 3,5 mm		200	5,0
brok 4 mm		190	6,3
brok 4,5 mm		179	8
4,5 mm diablo		179	8
.22 short		125	14
.22 long rifle		104	14
6 mm Flobert		160	14
6,35 mm Browning		98	16
6,5 mm lovecká**)		57	16,5
7 mm lovecká**)		62	19
7,62 mm vz. 43		76	23
7,62 mm vz. 59		70	23
7,62 mm pistolová		92	23
7,65 mm Browning		98	23
7,92—8 mm pušková**)		71	25
9 mm K		95	30
9 mm 08		89	30
.38 Special		87	36,5
.45 ACP		80	51
16 S-Ball**)	90	100,5	
12 S-Ball**)	86	126	

**Zdroj:** Informační věstník VB č. 1/1981, příloha č. 20, Odborná sdělení kriminalistického ústavu VB FSVB č. 7, čl. 11 z roku 1980, str. 35.

Jelikož Liškovo kritérium ranivosti vycházelo především z vědeckých poznatků minulého století a zejména pak ze závěrů zkoumání vědeckých kapacit východního bloku, využívá se současně k posouzení ranivých schopností střel disertační práce Jormy Jussily z roku 2005. **Prof. Jorma Jussila, PhD.** pracoval v letech 1998 až 2013 jako hlavní poradce finské státní policie v oboru technologie policejních střelných zbraní, přičemž 21. ledna 2005 vydal svou disertační práci s názvem **Wound ballistic simulation: Assessment of the legitimacy of law**

**enforcement firearms ammunition by means of wound ballistic simulation**<sup>52</sup>  
(volně přeloženo jako „Simulace ranivé balistiky: Posouzení legitimacy střeliva bezpečnostních složek prostřednictvím simulace ranivé balistiky“). Následně pak v únoru 2013 odešel do důchodu a nyní nabízí své služby jako soukromý konzultant.<sup>53</sup>

Narozdíl od Lišky vychází Jussila ze závěrů vědeckých kapacit demokratického světa a rámec své disertační práce ohraničuje definicemi z platných mezinárodních úmluv, které specifikují povolené ranivé vlastnosti používaných střelných zbraní. Také vychází z měření, která se uskutečnila pomocí novodobých optických a radarových zařízení, a dále z pokusů za využití 10% balistické želatiny a pokusných výstřelů do prasat a do různých druhů zvířecí kůže a syntetických materiálů simulujících kosti a ostatní tělesné tkáně. V závěru své disertační práce Jussila přichází s návrhem na standardizovanou vědeckou metodu, která by zajišťovala objektivní hodnocení ranivých vlastností projektilu pronikajícího lidskou tkání pro všechny potenciální protistrany incidentů se střelnou zbraní, a nikoliv jen a pouze se vztahující na pachatele, jak tomu bývalo předtím.<sup>54</sup>

Jako nejzásadnější z celé disertační práce se pak kromě zmíněné metody hodnocení ranivých vlastností projektilu jeví Jussilovo srovnání různých rovnic pro výpočet prahové rychlosti střely nutné k penetraci lidské kůže, díky čemuž vznikl přehledný graf (viz obrázek č. 10), který znázorňuje, že **hraniční rychlost, při níž dojde k průniku lidskou kůží, je přibližně  $94 \pm 4$  m/s, přičemž tato rychlost je platná pro olověnou sférickou střelu o průměru 4,5 mm.**<sup>55</sup>

---

<sup>52</sup> JUSSILA, Jorma. Wound ballistic simulation: Assessment of the legitimacy of law enforcement firearms ammunition by means of wound ballistic simulation, Helsinki 2005, ISBN 952-10-2209-4.

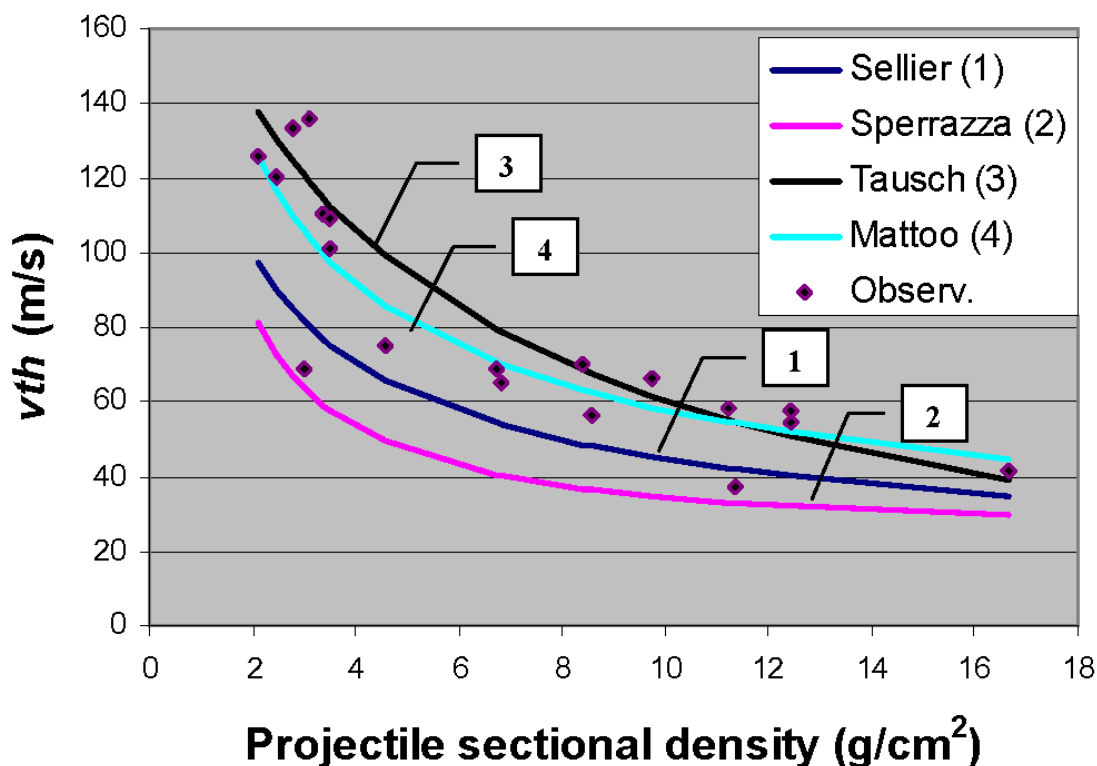
<sup>53</sup> Linked in, sociální síť, profil Jorma Jussila, dostupné na: [https://fi.linkedin.com/in/jorma-jussila-7794997b?trk=public\\_post\\_follow-view-profile](https://fi.linkedin.com/in/jorma-jussila-7794997b?trk=public_post_follow-view-profile)

<sup>54</sup> JUSSILA, Jorma. Wound ballistic simulation: Assessment of the legitimacy of law enforcement firearms ammunition by means of wound ballistic simulation, str. 82

<sup>55</sup> JUSSILA, Jorma. Wound ballistic simulation: Assessment of the legitimacy of law enforcement firearms ammunition by means of wound ballistic simulation, str. 66

Obrázek 10 - graf mezní rychlosti pro průnik střely lidskou kůží dle Jussily

### Threshold velocity of human skin



Zdroj: JUSSILA, Jorma. Wound ballistic simulation: Assessment of the legitimacy of law enforcement firearms ammunition by means of wound ballistic simulation, str. 66

Hraniční linii v grafu tvoří růžová křivka označená č. 2, která vychází z balistického výzkumu **Josepha Sperrazza** a **Williama Kokinakise**, kteří pro americkou armádu zpracovali zprávu „Balistické limity tkání a oděvů“ v Americké armádní balistické výzkumné laboratoři v Aberdeen v říjnu 1968.

Ze zmíněné křivky grafu je pak zřetelně patrná úměra mezi rychlostí střely (v m/s) a zatížením příčného průřezu této střely (g/cm<sup>2</sup>) – jinými slovy rychlejší střele stačí menší hmotnost k tomu, aby způsobila zranění, a naopak těžší střela vykoná v cíli obdobnou práci při menší rychlosti. **Zatížení příčného průřezu střely** je poměr plochy průřezu střely v cm<sup>2</sup> k její celkové hmotnosti.



## 2.3 Balistika praků

Balistika střelných zbraní je již dobře prostudována a zdokumentována, ale pokud bychom je měli srovnávat s praky, mají dopady střel vypuštěných prakem při dodržení stejných fyzikálních principů odlišné vlastnosti než u střelných zbraní, a proto jsou jejich i následné výsledky odlišné. Co se tedy týče třídění kriminalistické balistiky praků, vzhledem k mechanické povaze této zbraně ji musím upravit do vlastní kvalifikace:

**Prenatální balistika:** zda bylo použito podomácku vyrobeného praku (Davidův prak z kůže, klasický prak ze dřeva, z gumové bandáže apod.) a střel (kámen, matice, ložisková kulička...), či zda se jedná o zakoupený profesionální/sportovní prak, gumu a střelivo.

**Vnější balistika:** jaké je působení vnějších vlivů na let střely k jejímu cíli (rekonstrukce letu, stanoviště střelce, vzdálenosti, klimatické podmínky apod).

**Terminální balistika:** jaký je účinek střely v cíli.

**Postterminální balistika:** co se děje po postřelení či prostřelení cíle anebo překážky (zda je střela z praku schopna perforovat různé materiály a tkáně).

Vnitřní a přechodovou balistiku vynechávám zcela záměrně, neboť vzhledem k povaze vybrané mechanické zbraně není nutné zkoumat hoření střelného prachu, rozpínání plynů či výpary provádějící střelbu.

Považuji však za nutné prak správně **klasifikovat dle třídění zbraní**, uvedeného v kapitole 2.1. Dle konstrukce a technického provedení se jedná o zbraň mechanickou, v případě vrhacího praku se pak jedná o zbraň mechanickou – odstředivou (metnou). Co se týče původu a účelu, má prak povětšinou civilní původ (sportovní, rekreačně-zábavní účel), může být tovární výroby i podomácku zhotovený. V dnešní době se jedná spíše o moderní design, a dá se zakoupit v tuzemsku, ale díky globalizaci se velmi často jedná o dovážené praky zahraniční výroby, případně polotovary vyrobené v zahraničí, jejichž kompletace je dokončena v tuzemsku. Třídění dle aktuálního stavu a funkčnosti je v tomto ohledu

pasé, jelikož prak nepodléhá korozím, nanejvýš dochází k degradaci jeho gumy, která se však dá velmi snadno nahradit. K aktuálnímu stavu lze pouze zmínit, že vlivem střelcovy chyby je možné prak poškodit vystřelovaným projektilem v okamžiku, kdy střelec špatně drží prak, a při následném výstřelu dojde k trefení jednoho z ramen vidlice praku – to se následně projeví deformací materiálu vidlice, obvykle vznikne důlek – tím lze rozlišit, zda se jedná o zbraň novou, či již zastřílenou, neboť tato chyba je u začínajících střelců poměrně častá. Dále se dá s jistotou konstatovat, že prak je zbraň odolná proti samospuštění – k výstřelu dochází výlučně s plným vědomím a jasným úmyslem střelce. Co se týče zákona o zbraních a střelivu, aktuální zákon č. 13/2021 Sb.<sup>56</sup> vyjmul mechanické zbraně z kvalifikace zbraní kategorie D, kam do 30. 1. 2021 patřily. Nyní tedy není prak (a s ním luky a kuše apod.) českým právním řádem vnímán jako zbraň podle zmíněného zákona. Definici zbraně může prak podle českého právního řádu splnit pouze v případě, kdy jeho použitím dojde k útoku proti zájmu chráněnému trestním zákoníkem (např. proti majetku či životu a zdraví, tj. proti integritě lidského těla), a tento útok bude prokazatelně důraznější než bez jeho využití. Toto definuje závěr ustanovení § 118 trestního zákoníku, které jako zbraň hodnotí cokoli, čím je možno učinit útok proti tělu důraznějším.<sup>57</sup>

Velmi mě zajímalo zkoumání praku z pohledu kriminalistické balistiky, zejména pak zkoumání možných ranivých účinků jeho střeliva, a zjišťování dosahu a možných účinků prakostřelby. Tyto zkoumání budu popisovat v následující kapitole, přičemž vše bude popsáno na základě mnou prováděných střelb.

Z hlediska **balistických stop střel**, vystřelených z praku, nás zajímají tyto oblasti zkoumání:

- **prenatální:** stopy úprav či výroby zbraně a střeliva

---

<sup>56</sup> Zákon, 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. *Zákony pro lidi. Zákon č. 13/2021 Sb.* [on-line 16.2.2021] Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-13>

<sup>57</sup> *Zákony pro lidi. Zákon č. 40/2009 Sb.* [on-line 16.2.2021] Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-40>

- **terminální:** stopy zásahu, účinek střely v cíli (devastační, ranivý...), účinnost střely
- **postterminální:** balistika střely za cílem či překážkou (rychlost, stabilita, dráha...), její účinek za cílem či překážkou (devastační, ranivý...), balistika sekundární střely a účinek sekundární střely.

**Vnitřní, přechodové a vnější** balistické vlastnosti neuvádím, protože posuzování praku není z těchto hledisek účelné (prak nezanechává stopy na vystřelených projektilích, nemá akustický třesk, nerozptyluje žádné zplodiny, vedlejší produkty výstřelu apod.).

Jak jsem výše zmiňoval, z hlediska kriminalistické balistiky se dají zkoumat stopy na povrchu jednotné a hromadné střely a stopy na povrchu nábojnice. Tyto jsou opět mimo předmět mého zkoumání, jelikož na střelu praku nepůsobí při výstřelu žádné síly takového rozsahu a intenzity, které by zapříčinily jejich deformaci či opotřebení a daly tak vzniknout markantům, které se dají zjistit na střelách konvenčních zbraní.

### 3 Balistika vybraných praků

Typy praků a gum se od sebe mírně liší, a to zejména tvarem těla praku a materiálem použitým k výrobě gumy. Tloušťka (síla) materiálu gumy pak ovlivňuje sílu nátahu, který má vliv na množství předané kinetické energie střele, což je jeden z hlavních atributů ovlivňující rychlost vypálené střely a mající vliv na dostřel praku a následnou destrukci způsobenou v cíli.

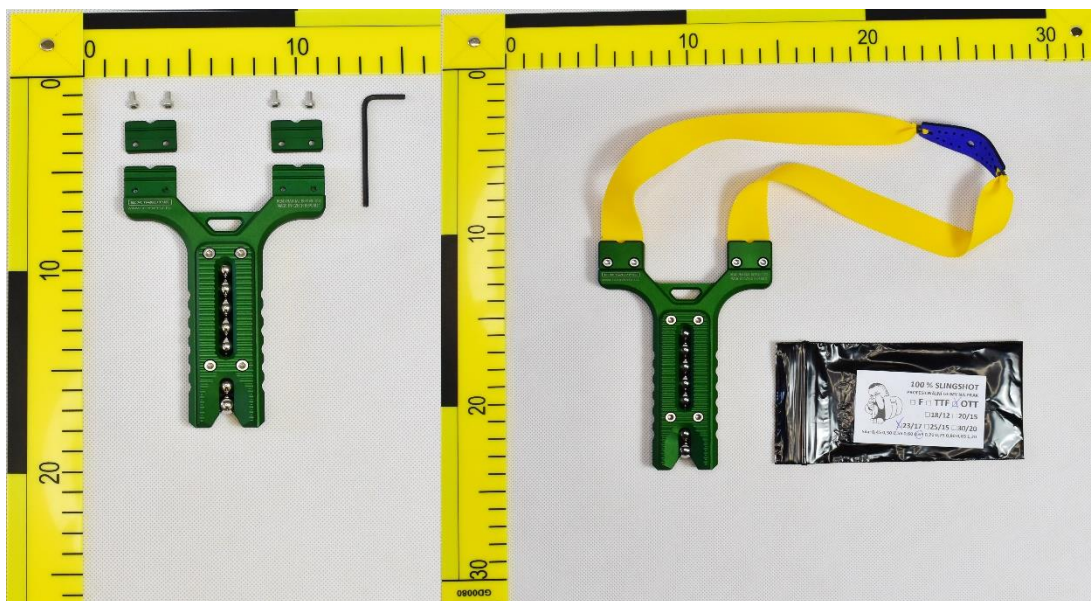
Pro zkoumání balistických vlastností jsem vybral původně tři typy praků – TTF, OTT a frameless praky. S ohledem na obsáhlost zkoumaných dat však nebyly frameless praky využity k měření na specializovaném pracovišti balistiky OKTE Ústí nad Labem a nebudu se frameless praky nadále v této práci zabývat, a to mimo jiné proto, že jejich vlastnosti se odvíjí od vlastností použité gumy, která byla zkoumána již u zmíněných praků typu TTF a OTT.

U každého blíže zkoumaného typu TTF a OTT byly použity 4 typy gum různé tloušťky a dále 4 druhy rozdílné munice. Po realizovaném měření jsem tak schopen uvést průměrnou rychlost, s jakou z nich konkrétní munice letí, do jaké vzdálenosti je střela o určitých rozměrech schopna doletět, a jakou zbytkovou energii je následně schopna předat v cíli při svém dopadu. Všechny níže zmíněné praky, gumy a střelivo jsou na našem trhu volně dostupné, a to bez věkového omezení prodeje či jakékoli evidence ze strany státu potažmo policie.

Vybrané OTT praky:

- letecký dural, **EXTREME EDC** Prak ZELENÝ OTT, šíře vrcholu ramene 24 mm, viz obrázek č. 11,
- dřevěný, označení **Small Multiplex**, šíře vrcholu ramene 25 mm, viz obrázek č. 12.

**Obrázek 12 - EXTREME EDC Prak ZELENÝ OTT – v rozloženém a ve složeném stavu**



**Obrázek 11 - Small Multiplex, OTT**



Vybrané TTF praky:

- polyethylenový, TTF **Flatband** žluto-černý, šíře vrcholu ramene 30 mm, viz obrázek č. 13,

- polyetylenový, označení **Flatband**, maskovaný vzor, šíře vrcholu ramene 30 mm, viz obrázek č. 14.

**Obrázek 13 - TTF Flatband žluto-černý – v rozloženém a ve složeném stavu**



**Obrázek 14 - Flatband, TTF, maskovaný vzor**



Původně vybrané Frameless praky (viz obrázek č. 15):

- guma 0,65 mm,
- guma 0,60 mm,
- guma 0,55 mm.

**Obrázek 15 - Frameless praky, 0,65 mm, 0,60 mm a 0,55 mm.**



Munice – velikosti kuliček:

- 10 mm, ocel,
- 9,5 mm, ocel,
- 8 mm, ocel,
- 7 mm, ocel.

Zvolené gumy pro OTT střelbu:

- 1,2 mm – MEGA – 23/17
- 0,85 mm – EXTRA – 23/17
- 0,75 mm – SILNÁ – 23/17
- 0,65 mm – NORMÁLNÍ – 23/17

Zvolené gummy pro TTF střelbu:

- 1,2 mm – MEGA – 30/20
- 0,85 mm – EXTRA – 30/20
- 0,75 mm – SILNÁ – 30/20
- 0,65 mm – NORMÁLNÍ – 30/20

Praky EXTREME EDC Prak ZELENÝ OTT a TTF Flatband žluto-černý jsem si vybral konkrétně z důvodu, že mají imbusové úvazy, a výměna gum je tedy z časového hlediska velmi snadná a rychlá, což je pro účely zkoumání velké plus. Small Multiplex OTT a Flatband TTF (maskovaný) jsem vybral díky jejich odolnosti a robustnosti, a budu na nich testovat dva nejsilnější vybrané typy gummy: 1,2 mm – MEGA – 30/20 a 1,2 mm – MEGA – 23/17, u nichž je předpoklad, že by mohlo dojít k poškození „slabších“ praků, případně, že by imbusové zámky praků nemuseli takovou sílu nátahu udržet. Oba výše uvedené praky jsou velmi masivní a odolné.

Závěrem této kapitoly si ještě dovolím objasnit uváděné údaje u každé zvolené gummy. První hodnota v milimetrech uvedená před názvem gummy odkazuje na tloušťku (sílu) pruhu latexové gummy, z níž byla guma praku vyrobena. Poslední dvě čísla oddělená lomítkem odkazují nejprve na šířku gummy v milimetrech v místě úvazu gummy na ramena praku a následně na její šířku na jejím konci tzn. V místě úvazu k „lůžku“ prakové gummy, do kterého se vkládá střela. Každá vybraná guma je tak výrobcem seříznutá a zúžená směrem k natahující ruce střelce.

### 3.1 Postup a výsledky měření

Nejprve byla zvážena **hmotnost střel** s pomocí akreditovaně kalibrované laboratorní váhy značky **KERN EG 4200-2NM** (viz obrázek č. 16). Zváženo bylo vždy 10 kusů střel shodné výrobní velikosti, aby byla v případě zjištěné odchylky stanovena průměrná hmotnost střely dané velikosti. Vzápětí na to byl posuvným analogovým měřítkem s jemným stavěním splňujícím ČSN 251230 změřen **skutečný průměr** sférických střel, neboť ten se od hodnot udávaných výrobcem lišil. Změřené hodnoty byly zaznamenány do níže uvedené tabulky č. 2.



**Obrázek 16 - fotografie váhy použité KERN EG 4200-2NM**



**Tabulka 2 - Změřené skutečné velikosti a skutečné hmotnosti střel**

Označení střely výrobcem HUNTING CATAPULTS CZ s.r.o.	Naměřená průměrná velikost střely (mm)	Navážená průměrná hmotnost střely (g)
Precision steel balls 7 mm	7,14	1,5
Precision steel balls 8 mm	7,94	2,06
Precision steel balls 9,5 mm	9,51	3,53
Precision steel balls 10 mm	9,96	3,98

U každé použité gumy praku (MEGA, EXTRA, SILNÁ a NORMÁLNÍ) bylo dále provedeno měření náťahové síly praku a to před střelbou a dále i po skončení střelby. Každá guma byla natažena do krajních fyzických možností střelce a síla náťahu byla měřena kalibrovanou závěsnou digitální váhou značky **KERBL** výrobní typ **29920** (viz obrázek č. 17).

**Obrázek 17 - fotografie měření náťahové síly gumy praku**



Naměřené hodnoty náťahových sil jednotlivých gum byly zaznamenány do tabulek č. 3 a č. 4.

**Tabulka 3 - Náťahová síla gum OTT**

Název gumy OTT	Náťahová síla před (kg)	Náťahová síla po (kg)	Náťahová síla před (lbs)	Náťahová síla po (lbs)
1,2 mm MEGA 23/17	10,3	9,5	22,7	20,9
0,85 mm EXTRA 23/17	7,9	8,3	17,4	18,3
0,75 mm SILNÁ 23/17	8,3	7,7	18,3	17,0
0,65 mm NORMÁLNÍ 23/17	6,3	6,1	13,9	13,4

**Tabulka 4 - Náťahová síla gum TTF**

Název gumy TTF	Náťahová síla před (kg)	Náťahová síla po (kg)	Náťahová síla před (lbs)	Náťahová síla po (lbs)
1,2 mm MEGA 30/20	9,3	10,6	20,5	23,4
0,85 mm EXTRA 30/20	8,2	10,5	18,1	23,1
0,75 mm SILNÁ 30/20	8,9	9,0	19,6	19,8
0,65 mm NORMÁLNÍ 30/20	7,1	7,5	15,7	16,5

S každým typem gumy bylo následně vystřeleno vždy 5 ran s konkrétním typem munice, kdy počáteční rychlost střely byla měřena ze vzdálenosti 1 metru od **aparatury na měření rychlosti střel a kadence E-BAL 99** (viz obrázek č. 18; výrobce zařízení E-COM s.r.o. Simulations and training systems se sdílem Čelakovského 689, 684 01 Slavkov u Brna). S každou gumou tedy bylo celkem vystřeleno 20 ran – 5 ran sférickou střelou ráže 10mm (reálně 9,96 mm), 5 ran sférickou střelou ráže 9,5 mm (reálně 9,51 mm), 5 ran sférickou střelou ráže 8 mm (reálně 7,94 mm) a nakonec 5 ran sférickou střelou ráže 7mm (reálně 7,14 mm). Počáteční vzdálenost 1 metr od měřicího zařízení byla zvolena zcela záměrně tak, aby nedocházelo ke zkreslení měření vlivem vymrštěné gumy praku vpřed do prostoru prvního senzorického rámu aparatury. Vystřelené střely byly zachytávány do plátěné textilie (nemocničního prostěradla), která byla volně zavěšena za měřící aparaturu před dopadliště pro střely z běžných střelných zbraní.

Zápis rychlosti střely a z něj vyplývající energetické vlastnosti střel následně provedl software aparatury E-BALL 99 – program **Exterior ballistics EBV 4.2**. Tento software při svých výpočtech zohlednil teplotu prostředí, vlhkost vzduchu, nadmořskou výšku a z ní vyplývající hustotu vzduchu a zároveň graficky vyobrazil průchod střel aparaturou, díky čemuž bylo jasně rozpoznat jaký tvar daná střela má (v tomto případě pouze sférické střely).

**Obrázek 18 - fotografie měřicí aparatury E-BALL 99**



Z výše popsaných měření pomocí aparatury E-BALL 99 byly zaznamenány zjištěné hodnoty, z nichž byla následně vypočtena **průměrná počáteční rychlost každé střely** (v m/s) a její **průměrná počáteční kinetická energie** (v J), jak dokládají tabulka 5 a tabulka 6.

**Tabulka 5 - průměrné počáteční hodnoty OTT**

prak	guma (mm)	sférická střela (mm)	průměrná počáteční rychlost (m/s)	průměrná počáteční kinetická energie (J)
OTT	1,2	10	79,19	12,50
		9,5	84,6	12,60
		8	87,5	7,9
		7	87,8	5,8
	0,85	10	79,2	12,5
		9,5	77,3	10,6
		8	86,8	7,7
		7	81,9	5,0
	0,75	10	79,7	12,7
		9,5	80,8	11,5
		8	90,3	8,4
		7	90,8	6,2
	0,65	10	70,6	9,9
		9,5	72,1	9,2
		8	83,4	7,2
		7	85,8	5,5

**Tabulka 6 - průměrné počáteční hodnoty TTF**

prak	guma (mm)	sférická střela (mm)	průměrná počáteční rychlost (m/s)	průměrná počáteční kinetická energie (J)
TTF	1,2	10	79,5	12,6
		9,5	75,9	10,2
		8	81,2	6,8
		7	84,2	5,3
	0,85	10	77,5	12,0
		9,5	79,1	11,1
		8	83,3	7,1
		7	84,1	5,3
	0,75	10	80,0	12,8
		9,5	79,5	11,2
		8	81,4	6,8
		7	86,8	5,7
	0,65	10	81,9	13,3
		9,5	71,3	9,0
		8	80,6	6,7
		7	82,9	5,2

Samotný výpočet **kinetické energie střely praku** provedl program Exterior ballistics EBV 4.2 (viz obrázek č. 19), kdy jeho výpočty vycházejí z klasické (Newtonovské) mechaniky vyjádřené vzorcem  $E_k = \frac{1}{2} m \cdot v^2$ , kde  $m$  značí hmotný bod o určité hmotnosti - v našem případě střelu (kuličku) vystřelenou z praku o hmotnosti v gramech (g) - a kde  $v$  značí rychlost uvažovaného hmotného bodu (střely) v čase  $t$  (okamžitá rychlost), kdy tato je vyjádřena v metrech za sekundu (m/s).

**Obrázek 19 - fotografie rozhraní programu Exterior ballistics EBV 4.2**



Dále byl s pomocí programu Exterior ballistics EBV 4.2 proveden výpočet tzv. **specifické energie** ( $J/cm^2$ ), což je pouze anglosaské označení pro **energetické zatížení průřezu střely** neboli pro poměr dopadové energie střely k ploše jejího příčného průřezu, jak již bylo zmiňováno v kapitole 2.2.

Jako další zkoumanou balistickou veličinou byl zvolen **dostřel** praku. Dostřel jednotlivých střel propočítal opět program Exterior ballistics EBV 4.2. Dostřel jako fyzikální veličina charakterizuje (horizontální) vzdálenost, na kterou je určitá zbraň schopna dopravit daný projektil. Udává se v délkových jednotkách, nejčastěji

v metrech. Pro zjednodušení lze aplikovat teoretický vzorec pro výpočet dostřelu v případě, kdy místo výstřelu i místo dopadu leží v jedné horizontální rovině, kdy tento případ je ve fyzikální teorii také označován jako šikmý vrh, kdy při obecném výpočtu bývá zanedbán odpor vzduchu, což svými propočty jmenovaný program kompezuje. K teoretickému výpočtu dostřelu lze použít fyzikální vzorec  $d = \frac{v^2}{g} \cdot \sin 2 \cdot \theta$ , kde  $d$  označuje dostřel,  $v$  značí počáteční rychlost střely, což je rychlost střely poté, co na ni přestaly působit „pohonné“ síly gumy praku,  $\theta$  značí úhel mezi směrem výstřelu a horizontální rovinou a  $g$  vyjadřuje tíhové (gravitační) zrychlení, které je v našich zeměpisných šířkách přibližně  $9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

Samotné výpočty dostřelu pomocí programu Exterior ballistics EBV 4.2 byly zadávány pod úhly, které jsou jednak balisticky nejideálnější v prostředí s atmosférickým odporem a za druhé se jedná o úhly, které jsou pro střelce při střelbě z praku nejpřirozenější. Jednalo se tak o **počáteční úhly v rozpětí 32° až 41°**.

Výše zmiňované veličiny tj. počáteční úhel střelby, dostřel, kinetická energie střel na počátku a na konci dráhy letu střely, specifická energie (neboli energetické zatížení průřezu střely) na počátku a na konci dráhy letu střely byly po provedených měřeních a propočtech zaznamenány do přehledové tabulky č. 7 na další straně.

S ohledem na potřebu posuzovat ranivost střel praku bylo vypočteno i zatížení příčného průřezu střely ( $\text{g/cm}^2$ ), tj. poměr plochy průřezu každé střely v  $\text{cm}^2$  k její celkové hmotnosti a společně s průměrnou počáteční rychlostí každé střely byly tyto hodnoty nejprve zaneseny do tabulek č. 8 a č. 9 a následně pro lepší porovnání se závěry Jussily byly tyto hodnoty zaneseny i do grafů (na obrázcích č. 20 a č. 21, viz kapitola 3.2).

**Tabulka 7 - přehledová tabulka balistických veličin**

prak	guma (mm)	střela (mm)	počáteční úhel (°)	dostřel (m)	kinetická energie (J) na počátku	kinetická energie (J) na konci	specifická energie (J/cm <sup>2</sup> ) na počátku	specifická energie (J/cm <sup>2</sup> ) na konci
TTF	1,2	10	35	181,7	12,6	1,7	16,2	2,2
		9,5	34	172,7	10,2	1,5	14,3	2,1
		8	34	162,6	6,8	0,8	13,7	1,5
		7	32	155,8	5,3	0,5	13,3	1,3
	0,85	10	35	178,2	12,0	1,7	15,3	2,2
		9,5	34	178,1	11,1	1,5	15,6	2,1
		8	33	165,4	7,1	0,8	14,4	1,5
		7	32	155,7	5,3	0,5	13,2	1,3
	0,75	10	34	182,6	12,7	1,7	16,4	2,2
		9,5	34	178,7	11,2	1,5	15,7	2,1
		8	33	162,9	6,8	0,8	13,8	1,5
		7	32	158,9	5,6	0,5	14,1	1,3
	0,65	10	34	185,7	13,3	1,7	17,1	2,2
		9,5	34	187,1	12,7	1,5	17,8	2,1
		8	33	161,3	6,7	0,7	13,4	1,5
		7	32	154,3	5,2	0,5	12,9	1,3
OTT	1,2	10	34	181,2	12,5	1,7	16,0	2,2
		9,5	34	186,9	12,6	1,5	17,8	2,1
		8	33	171,0	7,9	0,8	15,9	1,6
		7	32	160,1	5,8	0,5	14,4	1,3
	0,85	10	33	181,1	12,5	1,7	16,0	2,2
		9,5	34	175,0	10,5	1,5	14,8	2,1
		8	32	169,6	7,7	0,8	15,6	1,5
		7	32	153,0	5,0	0,5	12,5	1,3
	0,75	10	34	182,0	12,6	1,7	16,2	2,2
		9,5	32	180,6	11,5	1,5	16,2	2,1
		8	32	174,5	8,4	0,8	16,9	1,6
		7	31	163,6	6,2	0,5	15,5	1,3
	0,65	10	41	355,9	9,9	5,2	12,7	6,6
		9,5	41	366,5	9,2	4,7	12,9	6,6
		8	32	165,1	7,1	0,7	14,4	1,5
		7	33	157,7	5,5	0,5	13,8	1,3



**Tabulka 8 - zatížení příčného průřezu a průměrné rychlosti střel praků OTT**

prak	střela (mm)	guma (mm)	průměrná počáteční rychlost (m/s)	zatížení příčného průřezu střely (g/cm <sup>2</sup> )
OTT	10	1,2	79,2	5,11
		0,85	79,2	5,11
		0,75	79,7	5,11
		0,65	70,6	5,11
	9,5	1,2	84,6	4,97
		0,85	77,3	4,97
		0,75	80,8	4,97
		0,65	72,1	4,97
	8	1,2	87,5	4,16
		0,85	86,8	4,16
		0,75	90,3	4,16
		0,65	83,4	4,16
	7	1,2	87,8	3,75
		0,85	81,9	3,75
		0,75	90,8	3,75
		0,65	85,8	3,75

**Tabulka 9 - zatížení příčného průřezu a průměrné rychlosti střel praků TTF**

prak	střela (mm)	guma (mm)	průměrná počáteční rychlost (m/s)	zatížení příčného průřezu střely (g/cm <sup>2</sup> )
TTF	10	1,2	79,5	5,11
		0,85	77,5	5,11
		0,75	80	5,11
		0,65	81,9	5,11
	9,5	1,2	75,9	4,97
		0,85	79,1	4,97
		0,75	79,5	4,97
		0,65	71,3	4,97
	8	1,2	81,2	4,16
		0,85	83,3	4,16
		0,75	81,4	4,16
		0,65	80,6	4,16
	7	1,2	84,2	3,75
		0,85	84,1	3,75
		0,75	86,8	3,75
		0,65	82,9	3,75

## 3.2 Vyhodnocení měření

Prvotně byla z balistického hlediska vyhodnocena **náťahová síla** jednotlivých gum praků, kdy naměřené hodnoty byly porovnány s náťahovými silami běžně dostupných luků a kuší uvedených v tabulce č. 10.

**Tabulka 10 - Porovnání náťahových sil praků s luky a kušemi**

Druh mechanické zbraně	Nejčastěji vyráběné a prodejcem uváděné náťahové síly (lbs)	Rozsah náťahové síly (kg)
Kuše kladková	175, 185, 200, 210	79.37 až 95.25
Kuše reflexí	80, 90, 130, 150, 175	36.28 až 79.37
Kuše pistolové	80, 90, 130	36.28 až 58.96
Dlouhé luky	16, 18, 20, 22, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 38, 40, 42, 44, 45, 46, 48, 50, 55, 60	7.25 až 27.21
Reflexní luky	20, 22, 24, 25, 26, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 38, 40, 42, 45, 50, 55, 60	9.07 až 27.21
Kladkové luky	22, 29, 55, 65, 70	9.97 až 31.75
Jezdecké luky	22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 35, 36, 38, 40, 45, 50, 55, 60	9.97 až 27.21
Praky OTT	13.4 až 22.7	6.1 až 10.3
Praky TTF	15.7 až 23.4	7.1 až 10.6

**Zdroj:** vlastní měření, náťahové síly luků a kuší převzaty z <https://www.lukysipy.cz>

Z výše uvedeného vyplývá, že náťahové síly praků jsou ze všech dostupných mechanických zbraní ty nejnižší. Svou silou náťahu převyšují silnější prakové gummy již základní provedení většiny typů luků. K náťahovým silám kuší se pak

praky nepřibližují prakticky vůbec. Nicméně je nutné brát v potaz diametrálně rozdílné vlastnosti střel zmiňovaných mechanických zbraní.

Dostřel prakových projektilů se pohyboval v rozpětí od 153 metrů až do 366,5 metrů v případě, že byl s pomocí balistického softwaru Exterior ballistics EBV 4.2. zvolen počáteční úhel výstřelu  $41^\circ$ . Dopadová kinetická energie střely však v případě maximálního dostřelu 366,5 metru nepřekoná hodnotu 5,2 J.

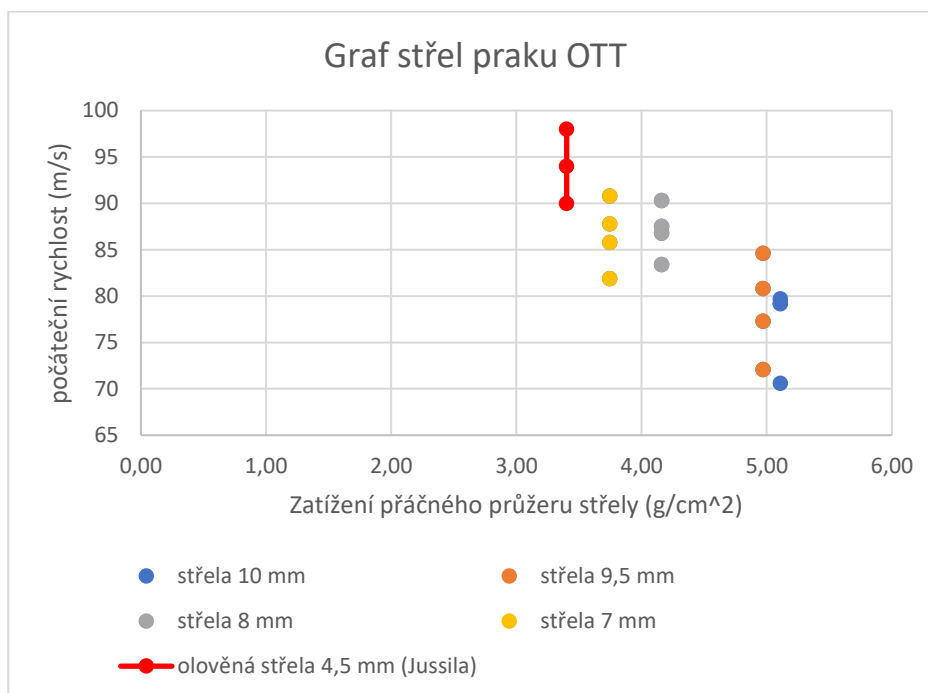
Počáteční rychlosti střel měřených praků se pohybovali v rozmezí 70,6 až 90,8 m/s, což udávalo průměrné počáteční kinetické energie střel v rozpětí od 5 do 13,3 J.

Energetické zatížení průřezu střel (specifická energie střel) po výstřelu dosahovalo hodnot od 12,7 do 17,8 J/cm<sup>2</sup>. Tím lze praky podle Liškovo kritéria klasifikovat jako zbraně schopné způsobit člověku vážné zranění, v případě zásahu přímo do oka dokonce smrt.

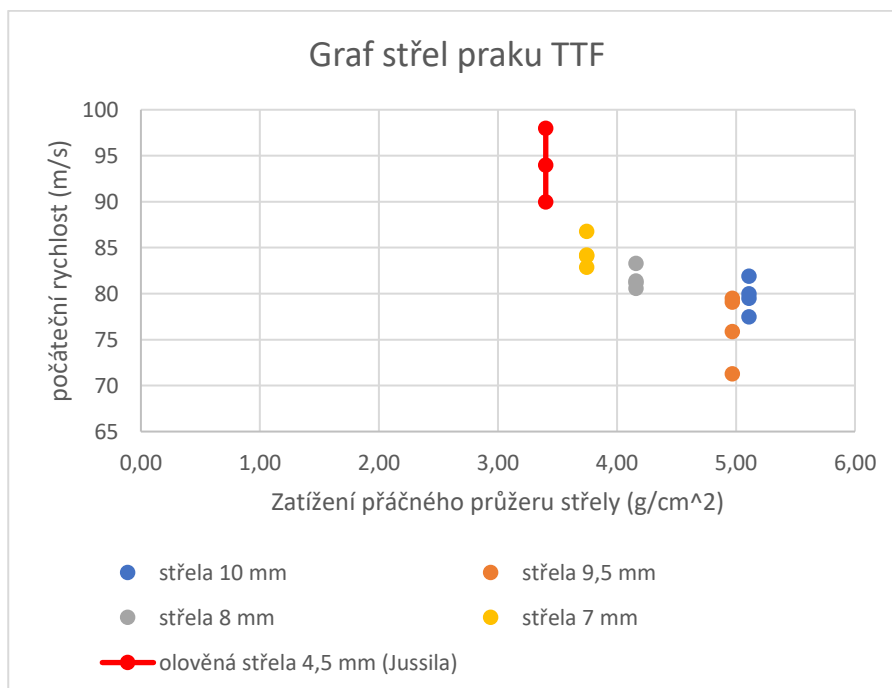
Pro hodnocení ranivosti prakových střel z Jussilovo hlediska byly hodnoty dopočítaného zatížení příčného průřezu střel (g/cm<sup>2</sup>) praku a průměrných počátečních rychlostí střel (viz. tabulky č. 8 a č. 9 v kapitole 3.1) vneseny do grafů (obrázky č. 20 a č. 21). Jak bylo uvedeno v kapitole 2.2, je dle Jussily pro olověnou sférickou střelu o průměru 4,5 mm hraniční rychlost, s níž proniká do lidské tkáně,  $94 \pm 4$  m/s, přičemž hmotnost 4,5 mm olověné sférické střely činí 0,54 až 0,56 g v závislosti na použité olověné směsi a její zatížení příčného průřezu je v závislosti na hmotnosti 3,4 až 3,5 g/cm<sup>2</sup>. Hraniční hodnoty podle Jussily tak byly pro ilustraci též zaneseny do zmíněných grafů červenou barvou.

Z grafů je jasně patrné, že zatížení příčného průřezu prakových střel bylo vyšší než u projektilu zkoumaného Jussilou, nicméně rychlost střel dosahovala nižších hodnot. Z grafů je nicméně zřejmé, že prakové střely ráže 7 a 8 mm dosahovaly rychlosti až 90,8 m/s, čímž se blížily hraniční rychlosti udávané Jussilou, a zároveň jím zkoumaný olověný projektil ráže 4,5 mm svým průřezovým zatížením výkonnostně překonávaly, čímž lze předpokládat jejich ranivý účinek.

**Obrázek 20 - graf střel praku OTT**



**Obrázek 21 - graf střel praku TTF**



## Závěr

Jak tedy zhodnotit závěry provedených měření a balistických zkoumání? V první řadě nutno zhodnotit rozsah a kvalitu provedených měření. Z tohoto hlediska považuji uskutečněná praktická měření za průkazně ne zcela dostačující. Měření probíhala pouze na jediném pracovišti OKTE (v Ústí nad Labem) a z důvodu vytížení daného pracoviště je bylo nutné provést časově úsporně v rámci jediného pracovního dne. Díky tomu bylo vypáleno pouze 5 střel z každé použité gumy, celkem tak bylo přes měřicí aparaturu vystřeleno pouhopouhých 160 ran. Dále též za zmínku stojí fakt, že bylo střeleno pouze skrze zařízení měřící rychlost střel a již nikoli do 10% balistické želatiny ani jiných materiálů simulujících lidskou tkáň případně materiály, které jsou nejčastěji obětí soudobého vandalismu, jak bylo původně plánováno a zamýšleno, což se však s ohledem na technologickou i časovou náročnost takového měření ukázalo jako v daných podmínkách nerealizovatelné. Například balistickou želatinu je nutné před použitím vychladit na konkrétní teplotu (asi 2 stupně Celsia) a toho nebylo možné s ohledem na požadované množství želatiny v domácím prostředí dosáhnout, a v laboratorních podmínkách pak na takový úkon jednoduše nebyl čas. Zároveň se nepodařilo vykomunikovat střelbu do vraků aut, ani fotograficky zadokumentovat dopady prakových střel, jak bylo původně zamýšleno, do různých typů skel, oken, omítek a jiných materiálů, které jsou často brány za oběť prakovému vandalismu.

Navzdory výše uvedeným negativům a nedostatkům jsem nicméně přesvědčen o tom, že cíle této práce byly splněny, neboť je na základě zajištěných dat možno deklarovat, že zkoumané praky jsou jakožto mechanické zbraně způsobily vážně zranit člověka, v případě náhodného zásahu do oka s nimi lze způsobit zranění neslučitelná se životem. Tuto svou ranivou schopnost mají však praky pouze v počáteční fázi dráhy letu střely a po dosud nezjištěné vzdálenosti jí nepochybně ztrácí. To lze konstatovat s ohledem na vypočtenou dopadovou kinetickou energii jednotlivých střel. Při posuzování ranivého a možného smrtícího účinku střely vystřelené z praku je pak nutné věc posuzovat i v kontextu odvětví soudního lékařství a podle místa zásahu, neboť fyziologické vlastnosti každého člověka se

individuálně liší, a například síla lebečních kostí dítěte je slabší než u dospělého jedince.

Dále by bylo pro plnohodnotné posouzení ranivého účinku prakových střel nutné zohlednit ochranný vliv oblečení, neboť při měření rychlosti střel s pomocí měřicí aparatury E-BALL 99 bylo jako lapač střel použito volně zavěšené silné nemocniční prostěradlo a ani jedna z vypálených sférických střel jím neprošla skrz.

Též je nutné opětovně zmínit, že výkon praku se odvíjí od mechanické práce střelce a ta odpovídá jeho fyzické kondici a síle svalstva. K měření byly použity pouze jednovrstvé gummy, které jsem coby „kancelářská krysa“ schopen vlastními silami natáhnout, ale na trhu jsou k dostání i zesílené dvojjumy a trojjumy, jejichž náťahová síla i smršťovací schopnosti jsou dosud neprobádané. Vlastnosti prakových gum by pak mohly představovat zcela samostatnou práci, neboť při jejich používání byly patrné nezanedbatelné změny ve výkonech gumy po „zahřátí“ (po opětovných rychlých výstřelech či opakovaném zkušebním náťahu před výstřelem) a při střelbě za „studena“ (první výstřel). Výkon se pak v případě různých gum lišil. Některé gummy se s opakovaným použitím v předávání rychlosti střele zlepšovaly, jiné naopak zhoršovaly. Vliv na vlastnost gum bude mít kromě délky doby náťahu (doba míření) bezesporu i teplota okolního prostředí, ačkoli se prodávají speciální gummy použitelné ke střelbě v teplotách pod bodem mrazu.

Navzdory tomu, že náťahová síla zkoumaných prakových gum nepřesáhla 10,6 kg, je prak zbraní schopnou teoreticky dostřelit až na vzdálenost 366,5 metru se zachováním dopadové kinetické energie střely 5,2 J. Naměřená průměrná počáteční rychlost střely praku dosahovala až 90,8 m/s. Průměrná počáteční kinetická energie prakové střely dosahovala až 13,3 J, což je energie, která se téměř blíží k maximální úst'ové energii 16 J, která byla ještě do 1. února 2022 omezujícím parametrem u vzduchovek. Energetické zatížení průřezu zkoumaných prakových střel dosáhlo po výstřelu až k hodnotě 17,8 J/cm<sup>2</sup> a lze z této hodnoty důvodně vyvozovat, že je prak schopen člověka zranit, v extrémním případě i usmrtit.

S ohledem na výše uvedené tak osobně doporučuji v balistickém zkoumání praků i nadále pokračovat a s pomocí standardizované měřicí metody stanovit penetrační schopnosti střel na balistické želatině z různých vzdáleností, provést řádnou katalogizaci všech dostupných prakových gum a střel, což jsou na rozdíl od těla části praku určující jeho destrukční potenciál, a následně zhodnotit možná bezpečnostní rizika vyplývající z výsledků uskutečněných měření. S postupným nárůstem oblíbenosti prakostřelby v civilním sektoru lze snadno predikovat i postupně se zvyšující nápad související trestné činnosti, k jejímuž objasňování dosud chybí jednotná metodika a balistické podklady.

## Seznam použité literatury

DOUGHERTY, Martin J. *Zbraně a bojové techniky středověkých válečníků: 1000-1500 n.l.* Praha: Naše vojsko, 2012. Válečníci světa. ISBN 978-80-206-1292-2.

JUSSILA, Jorma. Wound ballistic simulation: Assessment of the legitimacy of law enforcement firearms ammunition by means of wound ballistic simulation, Helsinki 2005, ISBN 952-10-2209-4.

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

KLUČINA, Petr. *Zbroj a zbraně: Evropa 6.-17. století.* Praha: Paseka, 2004. ISBN 80-7185-661-4.

KOEHLER, Jack H. *Slingshot shooting.* United States of America: SLING PUBLISHING, 2005. ISBN 0-9765311-0-0.

LIŠKA, Přemysl. *Posuzování ranivého účinku střelné zbraně v trestním řízení.* Informační věstník VB č. 1/1981, příloha č. 20, Odborná sdělení kriminalistického ústavu VB FSVB č. 7, čl. 11 z roku 1980, autor mjr. Ing. Přemysl Liška, CSc. (informační zdroj veřejně nepřístupný).

PLANKA, Bohumil. *Kriminalistická balistika.* Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010. ISBN 978-80-7380-036-9.

Zákony pro lidi. *Zákon č. 13/2021 Sb.* [on-line 16.2.2021] Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-13>

Zákony pro lidi. *Zákon č. 40/2009 Sb.* [on-line 16.2.2021] Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2009-40>



## Seznam internetových zdrojů

E-Bay. *5pcs Slingshot Bullet Barbed Fishing Harpoon Catapult Arrowhead Hunting Shooting*. [on-line 20.8.2021] Dostupné z: <https://ebay.to/3kgyy0i>

Fakulta sportovních studií Masarykovy univerzity. *Základy balistiky*. [on-line 6.2.2022] Dostupné z: <https://www.fsps.muni.cz/inovace-SEBS-ASEBS/elearning/strelba/balistika>

Hunting Catapults CZ. *FRAMELESS*. [on-line 11.8.2021] Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/FRAMELESS-c26\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/FRAMELESS-c26_0_1.htm)

Hunting Catapults CZ. *Frameless guma (665) 0.48*. [on-line 11.8.2021] Dostupné z: <https://www.hunting-catapults.cz/Frameless-guma-665-0-48-d439.htm>

Hunting Catapults CZ. *OOT praky*. [on-line 16.8.2021] Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/OTT-praky-c3\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/OTT-praky-c3_0_1.htm)

Hunting Catapults CZ. *TTF praky*. [on-line 16.8.2021] Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/TTF-praky-c2\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/TTF-praky-c2_0_1.htm)

LINKED IN, sociální síť, profil Jorma Jussila, dostupné na: [https://fi.linkedin.com/in/jorma-jussila-7794997b?trk=public\\_post\\_follow-view-profile](https://fi.linkedin.com/in/jorma-jussila-7794997b?trk=public_post_follow-view-profile)

Outfit4events.cz. *Prak dostřelil dál než luk, měl ale i své nevýhody*. [on-line 10.8.2021] Dostupné z: <https://www.outfit4events.cz/czk/magazin/zbrane/prak-dostrelil-dal-nez-luk-mel-ale-i-sve-nevyhody/>

Outfit4events.cz. *Praky*. [on-line 10.8.2021] Dostupné z: <https://www.outfit4events.cz/czk/kategorie/611-praky/?page=1&pageTo=1&a%5B15-antika-staroveke-recko-rim-a-gladiatori%5D=1&a%5B19-gotika-stredovek%5D=1&sort=default>

Paganía. *Historický prak – jednoduchá a účinná zbraň*. [on-line 10.8.2021] Dostupné z: <https://www.paganía.cz/clanky-1/historicky-prak-jednoducha-a-ucinna-zbran/>

Slingshot forum. *Terminal Ballistics of Slingshots*. [on-line 11.8.2021] Dostupné z: <https://www.slingshotforum.com/threads/terminal-ballistics-of-slingshots.132589/#post-1527804>

Ubuy.co.id. *E-jades Slingshot Rubber Bands Replacement, Universal Durable Slingshot Bands*, [on-line 16.8.2021] Dostupné z: <https://www.ubuy.co.id/en/product/X42Y6CVE-slingshot-replacement-band-sets-heavy-pull-slingshot-replacement-rubber-bands-tubular-elastic-rubber>

Vojenský historický ústav Praha. *Model středověkého obléhacího praku – trebuchetu*. [on-line 9.8.2021] Dostupné z: <http://www.vhu.cz/exhibit/model-stredovekeho-oblehaciho-praku-trebuchetu/>

## Seznam obrázků

Obrázek 1 - fotografie výsledků střelby do balistické želatiny .....	10
Obrázek 2 - ruční prak jednoduchý a s dřevěným držadlem .....	11
Obrázek 3 - pastýřský prak. Vlevo upleten z juty, vpravo z kůže .....	14
Obrázek 4 - klasický TTF prak .....	16
Obrázek 5 - klasický OTT prak.....	17
Obrázek 6 - prak s trubičkovými gumami .....	18
Obrázek 7 - frameless prak, na fotografii prodejce Jan Nowak.....	20
Obrázek 8 - prakový šíp .....	22
Obrázek 9 - tabulka mezních rychlostí a energií střel při hranici průřezového zatížení 50 J/cm <sup>2</sup> .....	30
Obrázek 10 - graf mezní rychlosti pro průnik střely lidskou kůží dle Jussily .....	32
Obrázek 12 - Small Multiplex, OTT .....	37
Obrázek 11 - EXTREME EDC Prak ZELENÝ OTT – v rozloženém a ve složeném stavu .....	37
Obrázek 13 - TTF Flatband žluto-černý – v rozloženém a ve složeném stavu...	38
Obrázek 14 - Flatband, TTF, maskovaný vzor .....	38
Obrázek 15 - Frameless praky, 0,65 mm, 0,60 mm a 0,55 mm. ....	39
Obrázek 16 - fotografie váhy použité KERN EG 4200-2NM.....	41
Obrázek 17 - fotografie měření náťahové síly gumy praku.....	42
Obrázek 18 - fotografie měřicí aparatury E-BALL 99 .....	44
Obrázek 19 - fotografie rozhraní programu Exterior ballistics EBV 4.2 .....	46
Obrázek 20 - graf střel praku OTT .....	52
Obrázek 21 - graf střel praku TTF .....	52

## Seznam tabulek

Tabulka 1 - Rychlost vystřelených kuliček vidlicovým prakem dle Koehlera. ....	19
Tabulka 2 - Změřené skutečné velikosti a skutečné hmotnosti střel .....	41
Tabulka 3 - Náťahová síla gum OTT .....	42
Tabulka 4 - Náťahová síla gum TTF .....	43
Tabulka 5 - průměrné počáteční hodnoty OTT .....	45
Tabulka 6 - průměrné počáteční hodnoty TTF .....	45
Tabulka 7 - přehledová tabulka balistických veličin .....	48
Tabulka 8 - zatížení příčného průřezu a průměrné rychlosti střel praků OTT ....	49
Tabulka 9 - zatížení příčného průřezu a průměrné rychlosti střel praků TTF .....	49
Tabulka 10 - Porovnání náťahových sil praků s luky a kušemi .....	50