

# **POLICEJNÍ AKADEMIE ČESKÉ REPUBLIKY V PRAZE**

Fakulta bezpečnostně právní

Katedra profesní přípravy

## **Balisticke vlastnosti mechanické zbraně - praku**

Bakalářská práce

## **Ballistic properties of a mechanical weapon - slingshot**

Bachelor thesis

VEDOUCÍ PRÁCE

**Mgr. Michal Ninger**

AUTOR PRÁCE

**Adam Muška**

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 Třebíči dne 2. 3. 2022

.....

Adam Muška



## **Poděkování**

Děkuji Mgr. Michalu Ningerovi za odborné vedení práce, věcné připomínky, dobré rady a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce.

## **ANOTACE**

Tato práce pojednává o balistických vlastnostech mechanické zbraně vidlicového praku a jeho dostupných moderních variantách. Zaměřuje se také na obecný historický vývoj mechanických zbraní. Popisuje princip funkce a základní komponenty vidlicového praku, střelecký postup a popisuje doporučené a alternativní střelivo do této zbraně. V samostatné praktické části popisuje experimentální střelbu a její účinky na neživé statické cíle. Blíže popisuje právní úpravu vidlicového praku v České republice a také jeho ekvivalenty ve výčtu vybraných států. Samostatnou kapitolou přibližuje i rozvoj sportovní prakostřelby a její zaštitění mezinárodními asociacemi, včetně jejich individuálního historického kontextu.

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

Mechanické zbraně \* vidlicový prak \* prakostřelba \* balistika \* prakové asociace \* legislativa

## **ANNOTATION**

This work deals with the ballistic properties of the mechanical weapon of the slingshot and its available modern variants. It also focuses on the general historical development of mechanical weapons. It describes the principle of operation and the basic components of the slingshot, the shooting procedure and describes the recommended and alternative ammunition for this weapon. In a separate practical part describes experimental shooting and its effects on inanimate static targets. It further affects the legislation of the slingshot in the Czech Republic and its equivalents in the list of selected countries. A separate chapter also describes the development of slingshot shooting sport and its protection by international associations, including their individual historical context.

## **KEYWORDS**

Mechanical weapons \* slingshot \* ballistics \* slingshot associations \* legislation

## Obsah

Úvod.....	8
1 Střelné zbraně.....	9
2 Prak .....	10
2.1 Katapult.....	11
2.2 Trébuchet.....	11
2.3 Ballista .....	12
2.4 Odstředivý prak.....	12
2.5 Vidlicový prak.....	13
2.6 Praky speciální.....	17
2.6.1 Rybářský prak.....	17
2.6.2 Praková puška.....	18
2.6.3 Praková kuše.....	18
2.7 Vybrané typy střeliva.....	19
2.8 Typy prakových gum .....	22
2.8.1 Latex.....	22
2.8.2 Pryž .....	23
2.9 Typy upevnění prakových gum k rámu .....	23
2.9.1 Upnutí navlečením na trubkový rám (trubičková guma) .....	23
2.9.2 Upnutí provlečením skrz rám (trubičková guma) .....	24
2.9.3 Upnutí omotáním okolo rámu (letecká/hranolová guma) .....	24
2.9.4 Upnutí skrz rám (pásová guma) .....	25
2.9.5 Prakové lůžko .....	25
2.10 Prakový rám.....	25
2.10.1 Plastový rám .....	26
2.10.2 Duraluminium .....	27

2.10.3	Eloxování hliníku .....	27
3	Právní úprava praku.....	28
4	Prak jako zbraň pro lov .....	29
5	Prakové asociace a sportovní kluby.....	31
5.1	Pravidla sportovní střelby z praku dle WSA .....	32
6	Hookův zákon pružné deformace .....	33
7	Kinetická energie .....	33
8	Úst'ová rychlost vidlicového praku .....	34
9	Penetrace skla .....	34
9.1	Čelní skla automobilů.....	35
9.2	Tvrzená skla (ESG).....	36
10	Balistický experiment.....	37
10.1	Použitý materiál .....	38
10.2	Střelba z podomácku vyrobeného praku .....	40
10.2.1	Čelní sklo vozidla Peugeot 307 .....	41
10.2.2	Čelní sklo Citroen Jumpy .....	41
10.2.3	Boční sklo vozidla Peugeot 307 .....	41
10.2.4	Okenní tabule v dřevěném rámu .....	42
10.2.5	Cihla Diton.....	42
10.2.6	Plechová nádoba 0,5l.....	42
10.2.7	Vyhodnocení .....	42
10.3	Střelba z vidlicového praku s trojitou trubicovou gumou .....	43
10.3.1	Čelní sklo vozidla Peugeot 307 .....	44
10.3.2	Čelní sklo Citroen Jumpy .....	44
10.3.3	Boční sklo vozidla Peugeot 307 .....	45
10.3.4	Okenní tabule v dřevěném rámu .....	46

10.3.5	Cihla Diton.....	46
10.3.6	Plechová nádoba 0,5l.....	46
10.3.7	Vyhodnocení .....	47
10.4	Střelba z vidlicového praku se zápětní opěrkou.....	48
10.4.1	Čelní sklo vozidla Peugeot 307 .....	48
10.4.2	Vyhodnocení .....	48
	Závěr.....	50
	Seznam použité literatury.....	52
	Seznam příloh.....	59
	Přílohy práce .....	62

## Úvod

Téma týkající se balistických vlastností vidlicového praku bylo zvoleno z důvodu dlouhodobého zájmu autora o střelné zbraně a zejména pak o moderní mechanické zbraně a jejich účinku na neživé cíle. Vidlicový prak během let prošel mnoha změnami, především v oblasti konstrukčních postupů a použitého materiálu, jeho ikonický vzhled však zůstává téměř nepozměněn.

Mechanické zbraně jsou pokládány za jedny z konstrukčně nejjednodušších zbraní na světě a těší se, obzvláště v současnosti, čím dále větší popularitě. Výjimkou nejsou ani vidlicové praky, které již dávno nejsou pouhými dětskými hračkami, ale s nástupem nových výrobních postupů a technologií se jedná o velmi výkonné a účinné zbraně. Velkému ohlasu se těší také moderní sportovní prakostřelba, kterou zaštiťuje hned několik mezinárodních prakových asociací.

Tato práce se ale především zaměřena na jeho balistické vlastnosti a možných destruktivních účinků na neživé cíle, především pak na skleněné předměty, se speciální pozorností věnované okenním tabulím a skleněným výplním automobilů.

Část práce bude věnována i současné právní úpravě České republiky, která postihuje podmínky vlastnictví vidlicových praků a její možnou adaptací na současnou situaci ohledně nabídky a variant moderních verzí této zbraně.

## 1 Střelné zbraně

„Střelnou zbraní se rozumí zbraň, u které je funkce odvozena od okamžitého uvolnění energie při výstřelu, zkonstruovaná pro požadovaný účinek na definovanou vzdálenost.“ Dle zákona č. 119/2002 Sb., O střelných zbraních a střelivu.<sup>1</sup>

Vývoj zbraní je proces, který provází lidstvo již od doby pravěku. Jeho jednotlivé etapy byly silně ovlivněny jak samotnou lidskou evolucí, tak používaným materiálem. Příkladem prvních primitivních zbraní je starší doba kamenná (paeolit), kdy hlavní materiál představoval kámen. Ten byl používán jak samotný, tak ručně zaostřený či v kombinaci s dřevěnou či kostěnou rukojetí.<sup>2</sup>

Postupem času se stávalo opracovávání kamene preciznějším a s příchodem mladší doby kamenné (neolitu) dostaly prostor i první mechanické zbraně, zlomovým bodem byl vynález luku a nového typu projektilu, šípu. Jeho konstrukce zůstala do současné doby téměř nepozměněna. Tento vynález, společně s objevením mědi, inicioval též výrobu prvních štítů a pancířů.

Stěžejním krokem pro další zdokonalování zbraní byl objev bronzu, slitiny mědi a cínu. Tento objev uskutečnili Sumerové a je považován za objev významem srovnatelný s vynálezem střelného prachu. Následující doba byla proto nazývána doba bronzová.<sup>3</sup>

Nejpoužívanější zbraní tohoto období zůstává stále luk a šíp, ale také kopí nebo krátké dvojsečné meče, se kterými byla jednodušší manipulace při jízdě na koni. Využití koní se ukázalo jako nejefektivnější způsob boje a jízda často rozhodovala o výsledku bitvy.

---

<sup>1</sup> Zákon č. 119/2002 Sb., O střelných zbraních a střelivu v posledním znění [cit. 23.02.2022]

<sup>2</sup> PECKHAM, Stewart. *Prehistoric Weapons in the Southwest*. [cit. 23.02.2022] New Mexico: Museum of New Mexico Press, 1965. ISBN 978-0890130179

<sup>3</sup> FOWLER, Will. *Ancient Weapons: Find Out About Weaponry and Warfare Through the Ages (Exploring History)*. [cit. 23.02.2022] Scotland: Anness, 1999. ISBN 978-0754802129

S příchodem doby železné byly vyráběny i první dobývací stroje, především katapulty a balisty, ale také klasická beranidla. Dostřel těchto strojů se pohyboval až okolo 300 metrů.<sup>4</sup>

## 2 Prak

*“Prak je nejjednodušším a zřejmě i nejlepším prostředkem k prodloužení vzdálenosti, na niž je možné hodit kámen“<sup>5</sup>*

Prak, nebo také anglickým názvem „catapult“ či „slingshot“, je primitivní mechanická zbraň, jejíž vynalezení se datuje již do období pravěku, přičemž je nám známo několik základních typů fungujících na podobném principu střelby.<sup>6</sup>

Tato zbraň je zařazena do kategorie zbraní mechanických, tedy využívá k vymetení střely nahromaděnou mechanickou energii získanou tahem, výjimkou je pouze „trébuchet“, který je uvedený v následující podkapitole č. 3.2, tato obléhací zbraň je zde uvedena z důvodu podobnosti konstrukce. Dle zákonné definice stanovené zákonem o zbraních a střelivu je mechanická zbraň popisována takto. *„Střelná zbraň, u které je funkce odvozena od okamžitého uvolnění nahromaděné mechanické energie.“* Dle přílohy č.1 zákona č. 119/2002 Sb., O střelných zbraních a střelivu.<sup>7</sup>

Složení praku a především pak konstrukce nejznámější varianty této zbraně, praku vidlicového, zůstává již po desetiletí neměnná a lze s ní dosahovat velmi dobrých výsledků i na značně velké vzdálenosti.<sup>8</sup>

V následujících podkapitolách bude blíže popsán výčet a vlastnosti několika základních typů této mechanické zbraně.

---

<sup>4</sup> HRAZDÍRA, Ivo, Libor KOVÁRNÍK a František NOVOTNÝ. *Použití zbraně a zákon*, [cit. 23.02.2022]. Praha: Eurounion, 2000. ISBN 80-85858-83-5.

<sup>5</sup> KOVÁRNÍK, Libor a Miroslav ROUČ. *Zbraně a střelivo*, [cit. 23.02.2022]. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2007. ISBN 978-80-7380-030-7.

<sup>6</sup> PARKS, Samuel. *Slingshot Hunting: How To Use A Slingshot To Survive*, [cit. 23.02.2022]. USA: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2018. ISBN 978-1987432442

<sup>7</sup> Příloha č. 1 k zákonu č. 119/2002 Sb., *O střelných zbraních a střelivu*, v posledním znění [cit. 23.02.2022].

<sup>8</sup> KOEHLER, Jack H. *Slingshot Shooting*, [cit. 23.02.2022]. USA: Sportology Publications; First edition, 2005. ISBN 978-0976531104



## 2.1 Katapult

Jednalo se o obléhací zbraň vynalezenou v období středověku a úspěšně ji používala v období starověku zejména řecká a římská armáda. Její konstrukce stávala z pohyblivého ramene zakončeného nosičem pro střelivo, kolové podstavy, která umožňovala mobilitu a napínacích lan (viz. obr. č. 2). Jednalo se o velmi účinnou obléhací zbraň, která byla schopna metat střely velkých rozměrů na poměrně velké vzdálenosti, umožňovala tak bezpečné ostřelování objektů před nástupem pozemních sil. Sloužila také k ničení důležitých strategických objektů, jakožto mostů a předsunutých hradeb.

V některých případech byly katapultem za hradby vrhány i uhynulá zvířata, která následně způsobovala zamoření napadených objektů infekcemi a nemocemi. Funkce této zbraně je odvozena od torzního momentu napnutých lan oproti rameni, na jehož konec se umísťoval projektil, především velké kameny a sférické koule.<sup>9</sup>

## 2.2 Trébuchet

Tato mechanická zbraň pochází z období pozdního středověku. Na rozdíl od katapultu fungoval na principu vahadla a využíval k výstřelu gravitační sílu (viz. obr. č. 3). Konstrukce podstavy se velmi podobá katapultu, jeho podstava sestává ze stejné kolové konstrukce určené k mobilnímu přemísťování zbraně, hlavním rozdílem je ale samotné rameno a princip jeho uvolnění. Nefunguje zde princip torzního momentu, ale na opačném konci je rameno opatřeno závažím, které je v okamžiku výstřelu odjištěno a vlivem gravitační síly je opačný konec ramene s projektilem vymrštěn obloukem vpřed.<sup>10</sup>

Lze předpokládat, že dosah střely byl srovnatelný se střelou vymrštěnou z katapultu a mohla způsobit velké škody na napadeném objektu. Dle

---

<sup>9</sup> *Ancient Weapons – Trebuchets and Catapults. Outdoor Revival* [online]. Copyright © Copyright 2015 [cit. 19.02.2022]. Dostupné z: <https://www.outdoorrevival.com/old-ways/ancient-weapons-trebuchets-and-catapults.html?chrome=1>

<sup>10</sup> NICOLLE, David. *Středověké obléhací zbraně: Byzanc, islámský svět a Indie 476-1526*. Ilustroval Sam THOMPSON, [cit. 23.02.2022]. Praha: Grada, 2008. Válečná technika. ISBN 978-80-247-2419-5.

experimentálních rekonstrukčních střelb se jednalo o velmi přesné obléhací zbraně.<sup>11</sup>

### 2.3 Ballista

Obléhací zbraň, která se konstrukcí nejbližší podobá vidlicovému praku a kuši. Její vynalezení se datuje do období 4. století před naším letopočtem do starověkého Řecka (viz. obr. č. 4).

Zbraň využívá k výstřelu tažnou sílu tětivy, která byla vyrobena nejčastěji ze zvířecí kůže nebo také lidských vlasů. Tato tětiva byla upevněna mezi dvě boční ramena, byly jí vrhány jak velké šipky, tak i sférické koule.<sup>12</sup>

Název ballista pochází z řeckého „ballistes“, což v překladu znamená „hodit“. Byly vyráběny v mnoha rozličných konfiguracích a velikostech, na rozdíl od katapultů byly vyráběny i menší mobilnější verze, které sloužili k rychlým přesunům při obraně hradeb. Zajímavostí je, že tento typ zbraně je používán i v současné době a to především teroristickými skupinami na území blízkého východu.<sup>13</sup>

### 2.4 Odstředivý prak

Odstředivý prak se skládá z prakového lůžka, které může být vyrobeno z kůže nebo textilního materiálu a dvou kožených nebo textilních popruhů (viz. obr. č. 5).

Střelecký postup je následující, projektil je vložen do lůžka, následně jsou popruhy sevřeny mezi palec a ukazováček a následně je lůžko s projektilem

---

<sup>11</sup> *Weapons of the Middle Ages: the Medieval Catapult - Warfare History Network. Warfare History Network - The History of Warfare Delivered Daily* [online]. Copyright © [cit. 19.02.2022]. Dostupné z: <https://warfarehistorynetwork.com/2015/12/29/weapons-of-the-middle-ages-the-medieval-catapult/>

<sup>12</sup> *Storm the castle! Learn about catapults and make your own | Explore | Awesome Activities & Fun Facts | CBC Kids. CBC.ca - watch, listen, and discover with Canada's Public Broadcaster* [online]. Copyright © CBC 2022 [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <https://www.cbc.ca/kidscbc2/the-feed/storming-the-castle>

<sup>13</sup> NICOLLE, David. *Středověké obléhací zbraně: Byzanc, islámský svět a Indie 476-1526*. Ilustroval Sam THOMPSON, [cit. 23.02.2022]. Praha: Grada, 2008. Válečná technika. ISBN 978-80-247-2419-5.

roztočeno na požadovanou rychlost, v okamžik, kdy je střelec připraven, je jeden z popruhů uvolněn, čímž je projektil vržen odstředivou silou vpřed.<sup>14</sup>

Jeho použití je velmi jednoduché a byl proto velmi oblíbenou zbraní až do konce období starověku, kdy začal být postupně nahrazován účinnějšími typy mechanických zbraní, například kušemi nebo modernějšími typy luku.

S velkým úspěchem jej používala římská armáda, podle dosavadních experimentů byl prakostřelec schopný zasáhnout cíl menší než lidské torzo na vzdálenost až okolo 120 metrů. Zastavovací účinek římských 50 gramových prakových nábojů, neboli „balista“, je téměř ekvivalentní zastavovacímu účinku střely ráže 44. Magnum. V ruku zkušeného prakostřelce se jednalo o velmi účinnou a smrtící zbraň.<sup>15</sup>

## 2.5 Vidlicový prak

Prak, který je v současné době nejpoužívanější a těší se čím dál rozsáhlejší popularitě, je typ vidlicový, jeho balistické vlastnosti budou také předmětem této bakalářské práce.

Jeho konstrukce se skládá z vidlicového rámu a pružného gumového pásu nebo trubice, která je každým koncem uchycena k jedné straně rámu, uprostřed se nachází, obdobně jako u odstředivého praku, kožené nebo textilní lůžko pro umístění projektilu. Uchopením spodní rukojeti rámu a následným natažením lůžka k sobě dojde k napnutí pružné části a následným uvolněním a smrštěním gumy je projektil vyvržen vpřed.<sup>16</sup>

Tento typ praku je rozšířený po celém světě a i když jeho účinný dostřel není tak velký a použité projektily musí být menšího rozměru než u praku odstředivého,

---

<sup>14</sup> *Historický prak, výroba a použití, technika hodu. PAGANIA – pohanský obchod* [online]. [cit. 20.12.2021]. Dostupné z: <https://www.pagania.cz/clanky-1/historicky-prak-jednoducha-a-ucinna-zbran/>

<sup>15</sup> *Ancient Slingshot Was as Deadly as a .44 Magnum. National Geographic* [online]. Copyright © 1996 [cit. 18.02.2022]. Dostupné z: <https://www.nationalgeographic.com/history/article/ancient-slingshot-lethal-44-magnum-scotland>

<sup>16</sup> KOEHLER, Jack H. *Slingshot Shooting*, [cit. 23.02.2022]. USA: Sportology Publications; First edition, 2005. ISBN 978-0976531104

jeho obsluha je mnohem jednodušší a lze s ním dosáhnout poměrně vysoké přesnosti i bez dlouhodobé praxe.<sup>17</sup>

Podle historických pramenů lze vznik vidlicového praku vysledovat na území tehdejšího Ruska, kde byl nazýván „rogatia“, z ruského „rog“, což v překladu znamená roh. Později byly tyto poměrně velké vidlicové praky vyráběny v menších rozměrech, těmto menším verzím se přezdívalo „rogatka“ (viz. obr. č. 6). Byly velmi jednoduché konstrukce a nebyly tedy náročné na výrobu v domácích podmínkách z běžně dostupného materiálu. Díky této konstrukci je ale místo jeho přesného místa vzniku pro vědce stále otázkou, neboť je možné, že k němu došlo již mnohem dříve. Nicméně tyto domněnky nejsou podloženy více archeologickými nálezy.<sup>18</sup>

V roce 1839 začal americký obchodník se železárenským zbožím Charles Goodyear provádět společně s Angličanem Thomasem Hancockem první pokusy na stabilizaci přírodního kaučuku. Přírodní kaučuk měl tendenci se při přílišném zahřátí roztékat a lepit, při snížené teplotě naopak tvrdnul, tudíž se ztrácely jeho pružné schopnosti. Goodyear zjistil, že přidáním síry, oxidu zinečnatého a následnou tepelnou úpravou lze kaučuk stabilizovat do míry, kdy jsou jeho vlastnosti téměř teplotně neměnné. Tento proces nechal Goodyear roku 1844 patentovat pod pojmem „vulkanizace“.<sup>19</sup> Tento americký technik zaznamenal později ještě jeden z průlomových vynálezů, kdy roku 1852 vyrobil za pomoci směsi kaučuku a síry první tvrdou gumu, ta měla později velký význam pro vznik prvních vzduchem plněných automobilových pneumatik.

První takovou pneumatiku vynalezl skotský vynálezce a veterinární chirurg John Boyd Dunlop v roce 1888. Následně byla téhož roku založena gumárenská

---

<sup>17</sup> *Slingshot Physics. Real World Physics Problems And Solutions* [online]. Copyright © Copyright 2009 [cit. 19.02.2022]. Dostupné z: <https://www.real-world-physics-problems.com/slingshot-physics.html>

<sup>18</sup> *Who, Why and When Invented a Slingshot? . 13 Best Hunting Slingshot Reviews 2022: Top Powerful Wrist Slingshots on the Market for Sale* [online]. Copyright © 2021 Copyrights Hunting Slingshots [cit. 19.02.2022]. Dostupné z: <https://huntingslingshots.net/who-why-and-when-invented-a-slingshot/>

<sup>19</sup> *Charles Goodyear | American inventor | Britannica. Encyclopedia Britannica | Britannica* [online]. Copyright © Evan Lang [cit. 04.02.2022]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/biography/Charles-Goodyear>

společnost Dunlop, která vyrábí automobilové pneumatiky a gumárenské produkty i v současné době.

Charles Goodyear zemřel roku 1860, i jeho jménem ale roku 1898 vznikla samostatná gumárenská společnost Goodyear Tire and Rubber Company, kterou založil americký vynálezce Frank Seiberling. I tato firma je stále mezi předními výrobci pneumatik.<sup>20</sup>

První vidlicové praky začaly vznikat okolo roku 1860, jednalo se pouze od tzv. DIY praky (Do It Yourself neboli Vyrob Si Sám), které vytvářela převážně dospívající mládež za účelem vandalizmu. Tyto praky byly konstruovány zejména z dřevěných větví a již zmíněné vulkanizované gumy neboli pryže.

Přelom nastal roku 1918, kdy se začal komerčně vyrábět prak pod názvem „Zip-Zip“. Zásadní inovací byl fakt, že tento vidlicový prak měl rám vyrobený ze železa.<sup>21</sup>

---

<sup>20</sup> *Vznik a vývoj gumy | GUMEX.CZ. GUMEX, spol. s r.o. | GUMEX.CZ [online]. Copyright © 1995 [cit. 04.02.2022]. Dostupné z: <https://www.gumex.cz/blog/vznik-a-vyvoj-gumy-118>*

<sup>21</sup> *The History of Slingshots From The Catapult of old to Today's Slingshot. Slingshots Bands And Slingshot Ammo. Sling Tech Is All Things Slingshot, [online]. [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <https://sling-tech.com/the-history-of-slingshots/#:~:text=Slingshots%20have%20a%20long%20and,known%20version%20of%20the%20Catapult.>*

V roce 1946 získával vidlicový prak na popularitě, obzvláště pak při lovu menší zvěře. Roku 1948 vzniká v Jižní Pasadeně společnost Wham-O, která se později specializuje zejména na výrobu hraček, její název nicméně vznikl z prvního vidlicového praku, který tato firma vyrobila.

Wham-O prak měl rám vyrobený z jasanového dřeva a vybavený byl pásovou gumou s koženým lůžkem. Jeho parametry byly perfektní pro lov malé zvěře, ale původně jej zakladatelé firmy používali pro zakrmování chovných loveckých sokolů za letu. Tato firma později vyrobila i první vidlicový prak se zápětní opěrkou, pro ještě větší oporu při nátahu. Zajímavostí je, že název Wham-O je odvozen od charakteristického zvuku, který vydává vidlicový prak při nátahu a výstřelu.<sup>22</sup>

Z hlediska konstrukce a techniky míření lze rozdělit vidlicové praky do tří základních skupin. Prvním typem je prak používaný zejména pro sportovní a přesně mířenou střelbu. Zkráceně je tento prak označován jako prak typu TTF. Střelecká poloha u tohoto typu je vodorovná. Tímto na první pohled atypickým způsobem držení (TTF angl. zkratka pro Through the forks) lze využít žlábek v rameni praku jako záměrný bod a tím zefektivnit přesnost střelby (viz. obr. č. 7). U profesionálních sportovních praků je tento žlábek doplněn o světlovodné vlákno, které vytváří lépe viditelný záměrný bod.<sup>23</sup>

Bohužel otestování tohoto praku bylo z finančního hlediska vyloučeno, pořizovací cena sportovního praku tohoto typu začíná na 1 200,-Kč. Dle recenzí se však jedná o velmi dobře zpracovaný prak a jeho výkon se pohybuje dle výrobce okolo 120 m/s za použití ocelových kuliček o průměru 9mm.

Druhým je prak typu OTT. OTT praky představují klasický styl vidlicového praku (viz. obr. č. 8). Na rozdíl od předchozího typu TTF nemá pevně daný záměrný bod, tudíž je na preferencích střelce, jakou polohu a styl zvolí. Gumy jsou

---

<sup>22</sup> *Wham-O | Play Encyclopedia. A wealth of play and playground information at your fingertips.* [online]. Copyright ©2022 [cit. 04.02.2022]. Dostupné z: <https://www.pgpedia.com/w/wham-o>

<sup>23</sup> *Hunting-catapults.cz: informační a prodejní portál praků a jejich příslušenství* [online]. [cit. 11.10.2021]. Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/TTF-praky-c2\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/TTF-praky-c2_0_1.htm)

u tohoto typu uvázány zeshora. Je ideální pro pudovou střelbu. Tento typ konstrukce má většina komerčně nabízených praků pro rekreační střelbu.<sup>24</sup>

Posledním zástupcem jsou takzvané „frameless“ praky. Tato skupina je zde zmíněna spíše pro zajímavost, jak již název napovídá, jedná se o improvizovaný prak bez pevného rámu, jeho náhradu tvoří přímo ruka střelce a tři prsty, mezi které je napínána guma s projektilem (viz. obr. č.9). Gumička se dá nosit jako náramek a lze tedy tuto improvizovanou zbraň použít naprosto kdekoliv.<sup>25</sup>

## 2.6 Praky speciální

Moderní nabídka trhu s mechanickými zbraněmi představuje nepřehledné množství možností, co se týče lovecké, sportovní a rekreační střelby. V nabídce se také objevují variace na tuto velmi oblíbenou zbraň, přičemž ne všechny tyto typy jsou určeny k zasahování cíle. Překvapivě se tato zbraň velmi často uplatňuje jakožto pomůcka k rybaření. V podkapitolách níže budou popsány dva nejzajímavější typy tohoto odvětví.

### 2.6.1 Rybářský prak

Tento prak neslouží k zasahování cílů za účelem destruktivního účinku. Jedná se o tzv. „zakrmovací prak“, kterým je krmná směs, zvalená do tvaru sférické koule, vrhána na delší vzdálenosti, aby pokryla větší krmnou plochu, či aby bylo zakrmováno pouze místo, kde se předpokládá následný lov (viz. obr. č. 10).

Tento prak disponuje velmi často opěrkou na předloktí a jeho guma je mnohonásobně silnější než u běžných praků, aby byla schopná udržet i větší gramáž krmiva. Nejčastěji je používána guma letecká. Místo klasického prakového lůžka je vzhledem k váze krmné koule opatřený tzv. košíčkem, který je zakončený očkem pro jednodušší úchop a následný nátaž.

---

<sup>24</sup> *Hunting-catapults.cz: informační a prodejní portál praků a jejich příslušenství* [online]. [cit. 11.10.2021]. 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>25</sup> *Hunting-catapults.cz: informační a prodejní portál praků a jejich příslušenství* [online]. [cit. 11.10.2021]. Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/FRAMELESS-c26\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/FRAMELESS-c26_0_1.htm)

Jedním z typů je také rozměrově větší statický zakrmovací prak, jehož vidlice se zasouvá do země a k výstřelu střelec používá obě ruce. S takto zapřeným prakem lze střílet na velmi velké vzdálenosti.<sup>26</sup>

Obdobou tohoto typu jsou i statické a mobilní vidlicové praky větších rozměrů, které používají zejména partyzánské a teroristické skupiny. Střelivem do těchto praků mohou být i dělostřelecký granáty a jiné výbušné střely. S velkou oblibou je ale také používají demonstranti, zejména kvůli široké variaci použitelného střeliva.<sup>27</sup>

### 2.6.2 Praková puška

Jedná se o dlouhou mechanickou střelnou zbraň, která funguje na principu vidlicového praku, ale svým vzhledem připomíná spíše kuš. Hlavním poznávacím znakem oproti klasickému vidlicovému praku je dlouhá pažba. Některé modernější modely jsou osazeny i montážní lištou pro uchycení příslušenství jakožto svítilen a optických zaměřovačů (viz. obr. č. 11).<sup>28</sup>

Existují i variace určené k lovu ryb a menší zvěře, které místo ocelových kuliček vystřelují speciální šipky, které jsou napojeny na rybářský vlasec. Modernější typy jsou osazeny i optickými zaměřovači, nad které je umístěný klasický rybářský naviják, kterým lze zasaženou rybu přitáhnout podobně jako rybářským prutem.

### 2.6.3 Praková kuše

Jedná se v podstatě o vidlicový prak bez pevného přídavné pažby, disponuje však zápěstní opěrkou (viz. obr. č. 12). Tato mechanická zbraň umožňuje střelbu jak ocelovými kuličkami jako z klasického praku, ale také je opatřený vodící lištou pro střelbu šipkami.

Disponuje prakovou gumou zakončenou prakovým lůžkem a napínacími rameny opatřenými pákovým napínacím mechanismem a vinutými pružinami.

---

<sup>26</sup> *Zakrmovací prak » Rybářský rozcestník. Rybářský rozcestník* [online]. Copyright © [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <https://www.rybarskyrozcestnik.cz/slovník/zakrmovací-prak/>

<sup>27</sup> *The hard core of soft terrorism in HK -*

*Chinadaily.com.cn. Global Edition* [online]. [cit. 02.03.2022] Dostupné z: <https://global.chinadaily.com.cn/a/201908/17/WS5d574ccaa310cf3e355664ac.html>

<sup>28</sup> *STORE - slingshotmarksman. STORE - slingshotmarksman* [online]. [cit. 27.01.2022]. Dostupné z: <https://www.slingshotmarksman.com/>



Doplňkem můžou být různé druhy mechanických mířidel, či laserových bodových zaměřovačů. Opatřen je také r.i.s. lištami určenými pro montáž doplňků, například svítlen.<sup>29</sup>

## 2.7 Vybrané typy střeliva

Univerzálnost této mechanické zbraně představuje i téměř bezmezná varianta použitého střeliva. Prakticky lze z praku vystřelit vše, co se rozměrově alespoň trochu blíží velikosti použitého prakového lůžka na projektil.

Nejoblíbenější variantou nicméně zůstává kámen a ocelové kuličky nebo ložiska požadované velikosti a gramáže. Níže bude uvedeno pár základních podkategorií používaného prakového střeliva.

Komerčně nejprodávanější a nepopulárnější typ střeliva jsou bezpochyby ocelové kuličky. Představují i velmi oblíbenou variantu mezi profesionálními střelci. Licencované kuličky se vyrábí v rozměrech od 6 do 9mm a zaručují poměrně velkou přesnost i na vzdálenosti okolo 45-50m (viz. obr. č. 27).<sup>30</sup>

Ocel jakožto materiál je slitinou železa, jejíž obsah uhlíku je menší než 2,14%. Pro dosažení zvýšené odolnosti jejího povrchu a odolnosti vůči oxidaci a korodování je ocelový povrch chemicko-tepelně upravován, přičemž jsou do něj přidávány jiné prvky.

Tímto procesem lze také ovlivnit výslednou tvrdost či odolnost vůči záru nebo opotřebení. Proces, při kterém je povrch oceli sycen uhlíkem, je nazýván „cementování“. Pokud je do povrchu přidáván dusík, je tento proces označován jako „nitridování“. Kombinovaná přísada obou těchto prvků je „šeradování“.<sup>31</sup>

Při použití silnější napínací gumy, ale nelze vyloučit i použití větších ocelových kuliček s vyšší gramáží.

---

<sup>29</sup> *Praková kuše s laserem*, . *Armyshop Nože Obrana Outdoor Turistika Náradí Zapalovače [online]*. Copyright ©2009 [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <http://www.primakauf.cz/product/strelne-zbrane/kuse/prakova-kuse-s-laserem/3032>

<sup>30</sup> *Hunting-catapults.cz: informační a prodejní portál praků a jejich příslušenství [online]*. [cit. 11.10.2021]. Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/STRELIVO-c8\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/STRELIVO-c8_0_1.htm)

<sup>31</sup> *About steel - worldsteel.org. Home page - worldsteel.org [online]*. Copyright © 2022 worldsteel [cit. 23.02.2022]. Dostupné z: <https://worldsteel.org/about-steel/about-steel/>

Těžší projektil lépe drží dráhu letu a při dopadu má mnohem větší energii, na tuto alternativu se budu v této práci detailněji zaměřovat v oblasti praktického experimentu, kdy budeme moci pozorovat účinek těžších střel na větší vzdálenosti.

Pro porovnání účinku střely s vyšší gramáží bylo zvoleno střelivo běžně dostupné, které svými rozměry a gramáží odpovídá ocelovým kuličkám pro vidlicový prak. Jednalo se o ocelové kuličky z jednořadých kuličkových ložisek určených pro automobily. Tyto kuličky měly 10mm v průměru s gramáží 9g. (viz. obr. č. 27).

Kuličkové ložisko slouží k omezení tření při otáčení pohyblivých částí, například u kola automobilu nebo in-line bruslí. Skládají se z vnitřní a vnější „obruče“, v níž jsou umístěny ocelové kuličky. Obruče se tímto způsobem otáčejí nezávisle na sobě pohybem vnitřních kuliček a zmírňují tedy tření pohyblivých součástí.

Samozřejmě mají tyto kuličková ložiska omezenou životnost, neboť tření je těmito součástkami omezeno, nikoli však vyřazeno. Dochází tak k jejich postupnému opotřebovávání a „vymačkávání“ uložených kuliček, otáčení je proto znatelně neplynulé a po určitém časovém intervalu vyžadují výměnu. Kuličková ložiska lze také rozdělit z principu omezovaného typu tření. V zásadě se jedná o tření axiálního a radiálního typu.

Axiální typ tření představuje tření takzvaně „do boku“, objevuje se například na otočných typech křesel a židlí, kdy je na otočnou část vyvíjen tlak vahou osoby. Radiální typ je naopak tření směřováno z horní strany na střed pohyblivé části. Typickým příkladem může být napínací řemen automobilu, řemen se pohybuje na dvou pohyblivých ozubených kolech, jejichž osa se otáčí právě přes kuličkové ložisko. Tlak na střed způsobuje napnutí řemenu mezi koly.

Nejčastějším typem jsou však kuličková ložiska kombinovaného typu, kdy je na ložisko současně vyvíjen tlak jak z horní části, tak do boku. Takový typ tření je

typický pro kola automobilů. Tlak do boku představuje váha automobilu a radiální tření způsobuje samotné otáčení kol.<sup>32</sup>

Do větších statických praků či vidlicových praků s rozměrnějšími lůžky se nabízí jako alternativní střelivo značkovací náboje. Tyto náboje se běžně používají pouze do paintballových zbraní, ale svými rozměry i váhou se nabízejí jako použitelné sférické střelivo i pro vidlicový prak. Při následném testování ale bylo zjištěno, že do použitých praků byly tyto náboje naprosto nevhodné. Svými rozměry nevyhovovaly ani jednomu z prakových lůžek a při stisknutí náboje měly tendenci k deformaci a předčasnému uvolnění značkovacího barviva. Při střelbě z většího statického praku je nicméně použití tohoto střeliva možné.

První paintballová zbraň byla vyrobena společností vyrábějící barviva pod názvem Nelson Paint Company, vynálezcem Charlesem Nelsonem. Tyto pistole, nebo také značkovače, byly původně používány k označování stromů, které byly určeny k pokácení a mezi kovboji pro značkování dobytku. Jejich funkce je odvozena od vymetení střely pomocí stlačeného vzduchu, tento mechanismus byl původně manuální a vzduch se stlačoval stažením pumpy umístěné na předpažbí zbraně, později byl tento proces nahrazen nádobou na stlačený vzduch, který byl přes hadici vyveden do pažby zbraně, díky tomu získaly tyto pistole i režim automatické střelby.

Dnes se jedná především o sport a volnočasovou aktivitu, při které jsou tyto zbraně používány pro střelbu po ostatních hráčích. Náboje do paintballových zbraní jsou sférického tvaru a obsahují značkovací barvivo, na trhu se běžně nabízejí varianty od 40mm v průměru až do velikosti 70mm. Tyto náboje se ale nepoužívají pouze do paintballových zbraní, bývají používány i pro klasické palné zbraně jakožto neletální střelivo, například ve věznicích nebo jako tréninková munice pro výcvik při taktických postupech ozbrojených složek.<sup>33</sup>

---

<sup>32</sup> *Jak funguje ložisko? | Ložiska Nymburk. Specialista naložiska už 15 let | AKNILAS s.r.o. | Ložiska Nymburk* [online]. Copyright © Ložiska Nymburk [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <https://www.loziskanymburk.cz/jak-funguje-lozisko/>

<sup>33</sup> *When was paintball first invented? | Paintballing Ltd. Paintballing | Over 75 Paintball Game Venues Across The UK* [online]. Copyright © 2022 [cit. 04.02.2022]. Dostupné z: <https://www.paintballing.co.uk/paintballing-blog/when-was-paintball-first-invented#:~:text=When%20was%20the%20first%20paintball,by%20ranchers%20to%20mark%20cattle.>

## 2.8 Typy prakových gum

V současné době je na trhu velice široký sortiment nejen praků samotných, ale také jeho příslušenství. Sílu praku ovlivňuje především jeho guma. V případě prakových gum je v základní nabídce většiny prodejců tzv. guma trubicová, neboť je na výrobu finančně méně náročná.

Profesionální a sportovní prakoví střelci ovšem používají gumu pásového typu. Pásový typ má slabší vrstvu a tudíž je jeho smrštění rychlejší než u gumy trubicové.

První rozdílový faktor při požadavku na vyšší sílu výstřelu je tvar gumy v průřezu. Pokud se guma zužuje směrem od prakové vidlice, její smrštění je až o 25% rychlejší.

V potaz je nutné vzít také rozměry koncového projektilového váčku, který by měl být svými rozměry přizpůsobený používanému střelivu a nezvyšovat tak nadměrně aerodynamický odpor při smrštění gumy.

### 2.8.1 Latex

Materiál používaný na prakové gumy se různí dle výrobce či osobních preferencí majitele.

U podomácku vyrobených praků se jedná zejména o pryžové pásové, trubicové nebo i gumy čtvercového průřezu. Většinová společnost se také domnívá, že čím klade guma větší odpor při nátahu, tím je její síla vyšší.

Z tohoto důvodu se můžeme setkat s pokusy o dimenzování síly praku za použití více gum naráz nebo leteckých gum vyšší tuhosti. Novým používaným materiálem na výrobu prakových gum je latex, který má pro tyto účely perfektní vlastnosti.

Latex je jiným výrazem pro přírodní kaučuk, prakové gumy se nicméně nevyrábějí přímo z tohoto materiálu, nýbrž se jedná o směs přírodního kaučuku se syntetickým. Dokáže se natáhnout až na šesti násobek své původní délky a jeho následné smrštění je rychlejší než u klasické pryžové gumy. Jako materiál

je lehký a pro požadovanou sílu lze použít kratší a lehčí pás než by byl potřeba v případě klasické pryžové gumy.<sup>34</sup>

### 2.8.2 Pryž

Jiným názvem elastomer, je vulkanizovaný kaučuk, který se vulkanizuje za pomoci síry při teplotách od 140 do 160 stupňů celsia. Současné pryže jsou ale vyráběny především z gumárenských směsí, které jsou doplněny o vulkanizační činidla a jiné pomocné látky, které výsledné směsi dodávají vyšší pružnost a odolnost.

Kaučuk, ze kterého tato směs vzniká má hned několik výrobních variant, typově odlišných podle účelu použití. Přírodní kaučuk velmi špatně odolává povětrnostním vlivům a změnám teplot, dochází také k jeho rychlejšímu stárnutí.

Komerčně nejpoužívanějším kaučukem je butadien-styrenový kaučuk, oproti přírodnímu velmi dobře odolává mechanické zátěži, ale je neodolný vůči oleji a stejně jako u přírodního i tento špatně odolává povětrnostním podmínkám a rychleji podléhá stárnutí.<sup>35</sup>

## 2.9 Typy upevnění prakových gum k rámu

Vzhledem k široké variaci možných druhů upnutí bude tento aspekt rozepsán do samostatné kapitoly. Uchycení gumy má totiž vliv nejen na samotný výkon praku, ale také na jeho výdrž při opakovaném používání a různým typem pnutí. V průběhu experimentu jsme se setkali s několika základními druhy.

### 2.9.1 Upnutí navlečením na trubkový rám (trubičková guma)

Tento způsob upevnění prakové gumy se z experimentálního hlediska ukázal jako nejméně vhodný. Guma je doslova nasunuta na rám praku a následně zatavena.

---

<sup>34</sup> energie střely praku, výkon praku, síla gum, střílet prakem. *Lovecké a sportovní praky, gumy do praku, kuličky, letecká guma, latex, thera band, nowak, prakiada, slingshot, střelba prakem* [online]. Copyright © 2021, všechna práva vyhrazena [cit. 20.12.2021]. Dostupné z: <https://www.hunting-catapults.cz/blog/vykonnost-modernich-praku>

<sup>35</sup> Pryže | GUMEX.CZ. GUMEX, spol. s r.o. | GUMEX.CZ [online]. Copyright © 1995 [cit. 03.02.2022]. Dostupné z: <https://www.gumex.cz/slovník-pojmu/pryze-69>

Použitý prak mající tento druh upnutí byl vidlicový prak s opěrkou určenou pro zapření o předloktí. Od tohoto praku jsme očekávali nejlepší výsledky, obzvláště co se týče střelby těžším střelivem, ale i větší možnou silou nátahu.

Přesto, že experimentální střelba proběhla za zhoršených teplotních podmínek, přesněji při minusové teplotě 4 stupňů celsia, tak takto upnutá guma nevydržela ani 3 celé nátahy, dokud se neuvolnila.

Gumu jsme pro ověření dvakrát vyměnili, bohužel s podobným výsledkem, ani při jednom pokusu upevnění nevydrželo opakovanou zátěž. Použitým střelivem byly ocelové kuličky o váze 4g.

### 2.9.2 Upnutí provlečením skrz rám (trubičková guma)

Objevuje se především u praků s více trubičkovými gumami naráz, v našem případě se jednalo konkrétně o prak se třemi trubičkovými gumami. Gumy jsou protaženy přes kruhové výseče v rámu praku a jejich uvolnění brání rozšíření na koncové části, které je způsobeno vložením kuliček menšího průměru do samotné gumy.

Námi pořízený prak nedisponoval opěrkou. Z praku bylo pokusně vystřeleno prozatím okolo 50 ran ve stejné teplotě a podmínkách jako při použití předchozího praku s opěrkou. Na gumách prozatím nelze pozorovat žádné zjevné opotřebení nebo náznak uvolnění v upevnění.

### 2.9.3 Upnutí omotáním okolo rámu (letecká/hranolová guma)

S tímto typem upevnění se setkáváme nejčastěji u podomácku vyrobených praků. V případě, že je rám vyrobený z dřevěné vidlice a nemá žádný otvor pro provlečení, jedinou možností zůstává omotání gumy okolo rámu a následné zauzlování.

Výhodou je samozřejmě rychlost s jakou lze v běžných venkovních podmínkách zhotovit poměrně účinnou zbraň z běžně dostupných zdrojů. Guma bývá okolo rámu několikrát omotána, což umožňuje, v případě utržení, odmotání a následné navázání zpět na rám.

#### 2.9.4 Upnutí skrz rám (pásová guma)

Moderní a především sportovní praky nebývají zpravidla vybaveny trubičkovou gumou, jak je v práci již zmíněno výše, trubičková guma má oproti pásové gumě stejné délky několikanásobně pomalejší rychlost smrštění a tedy menší výkon při nutnosti použití vyšší napínací síly.

U těchto praků bývá pásová guma provlečena úzkým výřezem v rámu praku a následným dotažením upevňovacích šroubů uchycena pevně v rámu.

#### 2.9.5 Prakové lůžko

Jedna ze tří hlavních částí praku, která slouží k uložení střely před napnutím. Tyto váčky bývají nejčastěji vyrobené z kůže, koženky nebo textilního materiálu. Jeho rozměry a tvary se liší dle používaného střeliva a mají velký vliv na samotnou dynamiku a sílu výstřelu.

Při výběru vhodného prakového lůžka je třeba zvážit, jaké střelivo bude do praku používáno a tomu přizpůsobit jeho velikost. Neúměrně velké lůžko funguje principiálně jako padák, tedy při výstřelu tvoří odpor a snižuje energii smrštění prakové gumy.

Stejně tak je důležitá tloušťka materiálu a celková váha. U moderních sportovních praků bývají lůžka na několika místech v okolí uložení střely proděrována pro lepší proudění vzduchu a snížení odporu.<sup>36</sup>

Při testování běžně dostupných praků jsme se často setkávali s neúměrně velkými lůžky a nevhodným materiálem, proto tyto praky nedosahovaly v zásadě větší úst'ové rychlosti než okolo 75 m/s.

Důležitým aspektem je i „prohlubeň“, kterou mají moderní praky uprostřed lůžka pro lepší uchycení střely. Námí zakoupené praky touto prohlubní nedisponovaly, nicméně je možné ji uměle dodělat za použití děrovačky.

#### 2.10 Prakový rám

První vidlicové praky byly vyráběny výhradně ze dřeva, vzhledem k nedostupnosti jiného typu materiálu zůstala tato konstrukce v podstatě

---

<sup>36</sup> *Sportovní a lovecké praky. Sportovní a lovecké praky* [online]. Copyright © 2016 [cit. 27.01.2022]. Dostupné z: <https://www.hunting-catapults.cz/blog/vykonnost-modernich-praku>

neměnná. Praky, které jsou v současné době dostupné na trhu, mají již rámy konstruované především z lehčích plastů a hliníkových slitin.

Změnou materiálu došlo k výraznému snížení hmotnosti a více možnostem upnutí prakové gumy. Obrovským milníkem při výrobě nových prakových rámu byl první vidlicový prak s hliníkovým rámem, který zkonstruoval americký vynálezce John Milligan.

Vlivem tohoto vynálezu se dnes již veškeré moderní sportovní praky vyrábějí pouze s hliníkovými nebo duralovými rámy.<sup>37</sup> V případě duralových rámu, které podobně jako hliník při kontaktu s kyslíkem oxidují, jsou proto následně opískovány a ošetřeny chemicko-tepelnou úpravou zvanou eloxování.

Dural je lehčí než plast a jeho životnost je delší, snáší lépe zatížení při sportovní střelbě. V kombinaci s latexovou gumou umožňuje také použití výrazně těžšího střeliva.

#### 2.10.1 Plastový rám

Jedná se o nejběžnější materiál komerčně vyráběných praků, které lze zakoupit ve většině prodejen s loveckým a rybářským vybavením, outdoorových potřeb a internetových e-shopů.

Oproti původní dřevěné konstrukci je plastová výrazně pevnější a lehčí. Je potřeba zmínit, že se ale nejedná o klasický komerční plast, ale o polymer ABS.

ABS plast, celým názvem Akrylonitril Butadien Styren, je termoplastický polymer, který je vyráběn polymerací styrenu a akrylonitrilu za přítomnosti polybutadienu. Jeho hlavními odlišnostmi od klasického plastu je výrazně zvýšená tvrdost a odolnost vůči nárazu, oděrům a tlakovým rázům.

Tato pevnost není ovlivněna ani sníženou teplotou. ABS má typicky lesklý povrch, který je zapříčiněn přítomností styrenu. Jeho pružnost a odolnost je naopak způsobena přidáním polybutadienu, který je kaučukovitou látkou.

---

<sup>37</sup> *The History of Slingshots From The Catapult of old to Today's Slingshot. Slingshots Bands And Slingshot Ammo. Sling Tech Is All Things Slingshot*, [online]. [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <https://sling-tech.com/the-history-of-slingshots/#:~:text=Slingshots%20have%20a%20long%20and,known%20version%20of%20the%20Catapult>.



Takto vyrobenému plastu neškodí sůl, naopak může být poškozen organickými rozpouštědly a koncentrovanými kyselinami. Tento plast slouží také jako materiál do 3D tiskáren, které jsou v současné době velmi populární a lze je pořídit za poměrně nízké kupní ceny.<sup>38</sup>

### 2.10.2 Duraluminium

Duraluminium, z latinského označení „tvrdý hliník“, jedná se o slitinu, která je tvořena obvykle 90 až 96% hliníku a 4 až 6% mědi s přísadou hořčíku nebo manganu.

Takto utvořená slitina získává oproti hliníku sice nepatrně vyšší váhu, ale mnohem vyšší pevnost v tahu a tvrdosti a to až pěti násobně. Této tvrdosti získává díky následnému tepelnému zušlechťování, podobně jako u oceli. Je ale náchylnější na korozi, proto je následně upravován eloxováním.<sup>39</sup>

Dural byl objeven roku 1906. Jeho vynálezcem je německý chemik Alfred Wilm. Jeho objevení bylo následkem požadavku na novou hliníkovou slitinu pevnější než samotný hliník.

Objev byl proveden v armádním vědeckém ústavu v Neubabelsbergu, který se nachází jihozápadně od Berlína. Název Duraluminium je kromě latinského názvu odvozen i od místa jeho první sériové výroby, německého města Düren.<sup>40</sup>

### 2.10.3 Eloxování hliníku

Jedná se o elektro-chemický proces, při kterém je hliník ponořen do elektrolytické lázně, kde působí jakožto anoda. Při tomto procesu ulpívá na hliníku vrstva oxidu hlinitého, se strukturou korundu, který tvoří následné zpevnění a tvrdost.

Výhodou eloxovaného povrchu je to, že jej lze nabarvit většinou průmyslových barev do širokého spektra odstínů, vrstva oxidu v sobě totiž obsahuje drobné

---

<sup>38</sup> *ABS plast | Top-ArmyShop.cz. Army shop, outdoor shop a survival vybavení | Top-ArmyShop.cz* [online]. Copyright © 2011 [cit. 01.02.2022]. Dostupné z: <https://www.top-armyshop.cz/slovník-pojmu/abs-plast>

<sup>39</sup> *Dural | Rock Point: Outdoor Expert. Rock Point: Outdoor Expert* [online]. Copyright © 2022 ROCK POINT [cit. 30.01.2022]. Dostupné z: <https://www.rockpoint.cz/materialy-a-technologie/dural>

<sup>40</sup> *Alfred Wilm and the beginnings of Duralumin - Archive ouverte HAL. Accueil - Archive ouverte HAL* [online]. [cit. 01.02.2022]. Dostupné z: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00096893>

póry, které dovolují hlubší konverzaci naneseného barviva. U takto naneseného nátěru nedochází k jeho odírání ani vlivem ohýbání.

Eloxovaná vrstva se neodloupává a zachovává barvu uzavřenou v pevném obalu. Hliník také díky této úpravě odolává oxidaci, vytvořená vrstva zamezuje působení vzdušného kyslíku.

Samotné eloxování lze provést i v domácích podmínkách za použití potřebných chemikálií.

Potřebnými pomůckami jsou odmašťovadla, nejčastěji postačí technický benzín, poté vhodná mořidla, v tomto případě se jedná o hydroxid sodný, eloxovací lázeň s kyselinou sírovou, barviva určená pro eloxování, případně textilní barviva DUHA, uzavírací roztok octanu nikelnatého, stejnosměrný proudový zdroj a vařič.<sup>41</sup>

V případě použití této metody při výrobě rámu vidlicového praku je klíčová vlastnost eloxovaného hliníku hlavně v jeho tvrdosti a odolnosti vůči odírání. Eloxovaný povrch navíc získává i protiskluzové vlastnosti, tudíž se nemůže střelci tak snadno vysmeknout při zvýšené vlhkosti či námraze jako rám vytvořený z plastu nebo dřeva.

### 3 Právní úprava praku

Opatření praku není v zásadě složitý proces, aktuální právní úprava pro něj nemá zařazení do žádné kategorie, neboť praky dostupné na oficiálním trhu nemají dle výrobce napínací sílu vyšší než 150N. Problém nastává ve chvíli, kdy je původní napínací guma nahrazena držitelem za silnější nebo je použitý jiný materiál, například latex.

Samotná konstrukce vidlicového praku je natolik jednoduchá, že ho lze vyrobit naprosto z čehokoliv. Příkladem může být typický prak vyrobený z větve požadovaného vidlicového zakončení a jakéhokoliv typu gumy. V praxi to

---

<sup>41</sup> *Knife.cz - Technika - Eloxování hliníku. Knife.cz - vše o nožích* [online]. [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <https://www.knife.cz/Knifecz/Technika/tabid/57/ctl/Details/mid/384/ItemID/53/Default.aspx>

znamená, že jeho držení nelze ani při změně právní úpravy efektivně kontrolovat.

Podobně jako u airsoftových zbraní, které se nachází pod kategorií D, by bylo ale možné vymáhat případné sankce při nedodržení podmínek nákupu, vlastnictví a použití těchto zbraní. Tato změna by měla přímý následek na obecné povědomí o účincích a nebezpečí pramenící ze špatné manipulace s touto mechanickou zbraní.

#### 4 Prak jako zbraň pro lov

Napříč kontinenty se můžeme setkat s různými výklady pro použití praku při lovu divoké zvěře. Co se týče právní úpravy praků v České republice, je lov za použití praku zakázán za jakýchkoliv okolností. Opačným případem je USA, kde je lov prakem povolen ve 34 státech z celkových 50.

Lov je omezen především na drobnou zvěř, konkrétně na zajíce, veverky, psouny, invazivní druhy, a také drobné ptactvo. Některé státy mají tuto úpravu lehce odlišnou, kdy je požadavkem střílet pouze druhy, které nepodléhají ochraně.

Ve státě Indiana je například lov za použití praku téměř neomezený, lze s ním lovit vše kromě jelenů a krocánů. Můžeme se setkat také se zákazem střelby na ptactvo během letu.<sup>42</sup>

Zajímavým příkladem je Velká Británie, kde je právní úprava k prakům velmi benevolentní a lze je jak přenášet volně nezakryté na veřejných prostorech, tak lze použít pro lov drobné zvěře, obdobně jako v USA. Praky nejsou uvedeny v tamních zákonech jakožto zbraň, ale pouze jako pomůcka pro přežití.

Omezení lze nalézt u požadavků na střelivo. Je přísně zakázáno používat do praků jako střelivo kámen nebo oblázky, neboť takové střelivo by odporovalo zákonu z roku 1996 o Ochráně divokých zvířat.<sup>43</sup>

---

<sup>42</sup> *SLINGSHOT HUNTING LAWS: ALL 50 STATES | Slingshots Forum. Slingshots Forum [online]. Copyright © 2010 [cit. 02.02.2022]. Dostupné z: <https://www.slingshotforum.com/threads/slingshot-hunting-laws-all-50-states.40953/>*

Volné nošení praků je v současné době pod tlakem veřejnosti, která usiluje o jejich zákaz a vyšší kontrolu nad jejich vlastnictvím.

Důvodem je zvyšující se míra vandalismu soukromého majetku, zejména na poškozená okna nebo také skla automobilů. Občané se domáhají především kompletní změny legislativy pro legální vlastnictví praků.

Tato petice byla vytvořena občankou Christine Parry, která se také stala obětí vandalismu, kdy došlo k prostřelení jejího okna. K podpoře petice se připojila i Salisburská policie, která se také domáhá vyšší kontroly nad použitím praků a jejich zařazení do systému práva podobně jako je tomu u vzduchovek a kuší, které již podléhají kontrole dle příslušné právní úpravy.

Obsahem této petice jsou zejména požadavky na doprovod jakékoliv osoby mladší 18 let při zakupování praku dospělou osobou nad 21 let, která se za kupujícího zaručí. Dále by zavedla nutnost mít zákonný důvod pro momentální držení praku za všech okolností. Terčová a lovecká střelba na soukromém pozemku by měla být umožněna až po výslovném souhlasu majitele pozemku. Požaduje také omezení volného nošení nezakrytého praku na veřejném prostranství, zbraň by měla být řádně zakryta a zabezpečena.

Praky musí být uloženy v bezpečném prostoru, kde nemůže dojít k jejich případnému zneužití jinou osobou. Pokud je prak používán na soukromém pozemku, již nesmí být použitý mimo tento pozemek, za což bude muset být zaručen jak majitel pozemku, tak i samotný majitel praku.

V případě škody na majetku, způsobené střelbou z praku se stává za škodu odpovědný majitel pozemku na jehož území byla střelba prováděna.<sup>44</sup>

---

<sup>43</sup> *Slingshots & The Law - Slingshot World. Slingshot World - The Home of British Slingshot Addicts* [online]. Copyright © 2019, Adam Rayner, Sling Shot World Magazine. All Rights Reserved [cit. 02.02.2022]. Dostupné z: <https://www.slingshotworld.co.uk/slingshots-law/>

<sup>44</sup> *Petition calls for catapults and slingshots to be made illegal | Salisbury Journal. Salisbury Journal* [online]. Copyright © Copyright 2001 [cit. 02.02.2022]. Dostupné z: <https://www.salisburyjournal.co.uk/news/19197830.petition-calls-catapults-slingshots-made-illegal/>

## 5 Prakové asociace a sportovní kluby

Vidlicové praky se stávají ve světě opět velmi populární. Následkem toho vznikají po celém světě sportovní kluby a asociace oficiálně se věnující volnočasové i sportovní prakostřelbě.

První sportovní praková asociace vznikla roku 1940, pod názvem Národní praková asociace. Byla založena v Kalifornii a její mateřská pobočka se nacházela v San Marinu. Pod její záštitou byly pořádány první střelecké soutěže a byla stanovena první oficiální pravidla pro sportovní prakostřelbu.<sup>45</sup>

Sportovní prakostřelbu zaštiťuje několik mezinárodních asociací, v Číně se například nachází Jin Zhong Shi Dan Gong Jing Ji Xie Hui (Asociace střelby prakem Ťin-čung).

Existuje i oficiální mezinárodní asociace, pod zkratkou WSA (The World Slingshot Association), s hlavním sídlem ve Švýcarském Baar. Tato asociace si klade za cíle především přiblížit střelbu z praku široké veřejnosti a prakostřelbu jako takovou prosadit mezi oficiální olympijské sporty.

Jeho dceřiné pobočky se nacházejí pro Evropu v Itálii pod názvem FIGEST (Federazione Italiana Giochi e Sport Tradizionali), pro Asii, konkrétně v Číně pod zkratkou CSCC (Chinese Slingshot Club Champions League).<sup>46</sup>

Zakladateli této asociace jsou Jan Nowak, Marco Brunetti a Wei Gao. Jan Nowak je občanem České republiky a je také zakladatelem Unie střelců z praku, současně je členem asociace CSCC, britského sportovního týmu střelců z praku Ripleys Rippers a několikanásobný mistr ČR v prakostřelbě.

---

<sup>45</sup> *The History of Slingshots - From The Catapult of old to Today's Slingshot. Slingshots Bands And Slingshot Ammo - Sling-Tech Is All Things Slingshot* [online]. Dostupné z: <https://sling-tech.com/the-history-of-slingshots/#:~:text=Slingshots%20have%20a%20long%20and,known%20version%20of%20the%20Catapult>.

<sup>46</sup> *About WSA - World Slingshot Association | WSASlingshot.com. WSA - World Slingshot Association | WSASlingshot.com* [online]. Copyright © Copyright 2019 World Slingshot Association. All Rights Reserved. Powered by HANREN [cit. 04.01.2022]. Dostupné z: <http://wsaslingshot.com/about/>

Nadále zastupuje WSA jakožto viceprezident organizace pro Evropskou odnož. Od roku 2011 se věnuje výrobě sportovních a volnočasových praků vlastního designu.

Na své oficiální webové stránce, pod názvem Hunting - Catapults CZ, se věnuje kromě online prodeje i článkům a návodům pro přesnou střelbu a technickým parametrům jednotlivých praků a jeho příslušenství.<sup>47</sup>

### 5.1 Pravidla sportovní střelby z praku dle WSA

Oficiální sportovní střelba pod touto asociací má svá přesně vymezená pravidla. V zásadě se jedná o dva typy soutěží a to ve vnitřních a venkovních prostorech, přičemž každá má svá odlišná specifika.

Vnitřní střelnice mají maximálně 10m od střelecké pozice po umístění terče, oproti tomu venkovní soutěže se pořádají od 15 až do 20 metrů. Rozměry terčů se pohybují v rozmezí od 4 do 8 centimetrů v bodovém ohodnocení od plného počtu 10 bodů za terč nejmenšího průměru až po okrajové 2 body za terč s průměrem největším, tedy 8 centimetrů.

V průběhu úvodní části soutěže mají střelci pět střel a podstupují čtyři kola. Terče jsou umístěny vedle sebe.

V počátečním kole je výběr terče čistě na preferencích střelce, není zadán žádný vynucený směr střelby. V semifinálovém kole se počet kol snižuje na dvě, přičemž počet pokusných střel zůstává neměnný. Střelec musí střílet zprava doleva nebo zleva doprava a přesunuje se na další terč až po zásahu předchozího, nelze je měnit ani přeskakovat.

Rozměry terčů jsou v semifinálovém i finálním kole 4 centimetry v průměru. Do finálového kola postupuje 30 střelců s nejvyšším dosaženým skóre. Počet kol je udáván dosaženým skóre a je možné je navyšovat dle potřeby, dokud není znám vítěz a střelec na druhém místě.<sup>48</sup>

---

<sup>47</sup> *Sportovní a lovecké praky. Sportovní a lovecké praky* [online]. Copyright © 2016 [cit. 04.01.2022]. Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/JAN-NOWAK-a1\\_0.htm](https://www.hunting-catapults.cz/JAN-NOWAK-a1_0.htm)

<sup>48</sup> *Rules WSA – World Slingshot Association | WSASlingshot.com. WSA – World Slingshot Association | WSASlingshot.com* [online]. Copyright © Copyright 2019 [cit. 03.02.2022]. Dostupné z: <http://wsaslingshot.com/about/>

## 6 Hookův zákon pružné deformace

Samotná funkce vidlicového praku je založena na natažení a následné vypuštění prakové gumy. Tento jev blíže popsal v 17. století fyzik Robert Hook, který se zabýval pružinami a pružností.

Poprvé blíže popsal změny, ke kterým při tomto procesu dochází. Při natažení dojde k tzv. poměrnému prodloužení, což je změna délky natahované gumy ve směru mechanického napětí oproti klidovému stavu (viz. obr. č.13). Dojde tedy k deformaci materiálu. Hook popisuje dva základní typy deformací, pružnou a trvalou. V případě prakové gumy se jedná o pružnou deformaci, kdy se po uvolnění mechanického napětí materiál „stáhne“ zpět do své původní podoby. Tento zpětný pohyb u vidlicového praku vymrští projektil.

Zajímavostí je ale samotné chování gumy při natažení. Velice častým mýtem je, že následný čas míření po natažení nemá vliv na výslednou sílu vymrštění, pravdou ale je, že guma, jakožto materiál, se při napnutí zahřívá. Teplota, která se po natažení v materiálu kumuluje, ale postupně vyprchává, jak razantně, to určuje především okolní teplota a vlastnosti konkrétního typu použité gumy.

Profesionální prakoví střelci proto uvolňují střelu ihned po natažení, tím pádem guma neztrácí svou teplotu získanou při rozpínání a stáhne se zpět do původního stavu s vyšší razancí.<sup>49</sup>

## 7 Kinetická energie

Jedná se o druh fyzikální veličiny, definuje proces, kterým těleso získává práci, tedy působením silou. Po předání této síly je energie přenesena na těleso v klidovém stádiu, které získává novou konstantní rychlost.

V našem případě se jedná o natažení prakové gumy a její následné vymrštění vpřed, přičemž je energie z uvolněné gumy předána projektilu. Platí zde úměra výše síly a následné energie předané tělesu.<sup>50</sup>

---

<sup>49</sup> MACHÁČEK, Martin. *Hookův zákon*. In: *Encyklopedie fyziky*. Hook [cit. 23.02.2022] Praha: Mladá fronta, 1995. ISBN 8020402373.

<sup>50</sup> BEDNAŘÍK, Milan a Miroslava ŠIROKÁ. *Fyzika pro gymnázia: mechanika*. 3., přeprac. vyd. [cit. 23.02.2022] Praha: Prometheus, 2000. ISBN 80-7196-176-0.

## 8 Úst'ová rychlost vidlicového praku

Úst'ová rychlost je smluvní údaj používaný v balistice. Jedná se o rychlost střely při opuštění hlavně, v našem případě o rychlost střely vymrštěné z vidlicového praku v místě opuštění prakového lůžka. Střela má v této pozici nejvyšší rychlost, která podobně jako u palných zbraní postupem letu slábne.

Tento údaj je uváděn hned v několika typech jednotek, pro mimoevropské země je to „feet per second“, neboli stopa za sekundu, nejčastěji se uvádí pouze zkratka „fps“. V Evropě je ekvivalentem této jednotky metr za sekundu označovaný zkratkou m/s.<sup>51</sup>

Úst'ová rychlost komerčně vyráběných praků je limitován použitým typem gumy a zejména schopnostmi střelce. Velmi zřídka lze nalézt běžně dostupné praky, které by svým výkonem převyšovaly 75 m/s. Výjimkou jsou sportovní praky, které jsou opatřeny již výše zmíněnou latexovou gumou.

Praky opatřené takovou gumou jsou schopny, za použití vhodné gramáže ocelových kuliček, dosáhnout úst'ové rychlosti až okolo 120 m/s, což způsobuje v cíli již velmi značný destrukční účinek.

Možnosti dimenzování takových praků, ale nekončí pouze u těchto statistik. Za použití silnější latexové gumy nebo jejím zdvojením či ztrojením lze dosáhnout i výkonu okolo 110J. S ohledem na právní úpravu a omezením náťahové síly do 15kg, se ale běžně dostupné sportovní praky pohybují svou energií okolo 20 až 30J.<sup>52</sup>

## 9 Penetrace skla

Tato kapitola je v balistice velmi dobře zmapována a nabízí množství použitelných poznatků o stopách typických pro penetraci tohoto materiálu.

Typickým doprovodným znakem průstřelu jsou radiální a transverzální praskliny, díky kterým lze i stanovit jednotlivé pořadí zásahů. Porušení skla je také cenným

---

<sup>51</sup> *Ammo To Go : Ammunition | Bulk and Cheap Ammo for Sale* [online]. [cit. 01.02.2022]. Dostupné z: <https://www.ammunitiontogo.com/lodge/muzzle-velocity-what-is-it-and-why-does-it-matter/>

<sup>52</sup> *Výkon, energie střely z praku. Sportovní a lovecké praky* [online]. Copyright © 2016 [cit. 23.02.2022]. Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/VYKON-PRAKU-c31\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/VYKON-PRAKU-c31_0_1.htm)



zdrojem informací o dopadové energii a úhlu dopadu, díky těmto poznatkům lze stanovit i přesnou dráhu střely a vzdálenost výstřelu.<sup>53</sup>

## 9.1 Čelní skla automobilů

Výroba čelních autoskel sahá do období od roku 1900, kdy byla používána klasická tabulová skla, a rámy byly vyráběny ze dřeva. V roce 1902 vytvořila společnost PILKINGTON první vrstvené sklo, které bylo prokládáno vrstvami acetylcelulózy.

Od roku 1925 byla skla již zasazována do kovových ráků a roku 1948 byla vrstva mezi skly nahrazena odolnější z polyvinylu. Proces moderní výroby čelních skel automobilů byl silně ovlivněn roku 1952, kdy PILKINGTON nechal patentovat proces „plavení“.

Plavené sklo vzniká roztavením skla při teplotě 1000°C a jeho následným ponořením do roztaveného cínu. Roztavený materiál vytvoří na cínu hladkou plochu a jeho následná tloušťka je dána rychlostí s jakou se tabule z nádoby vytahuje. Svůj lesklý povrch získává tabule procesem řízeného ochlazování neboli „žiháním“.<sup>54</sup>

Přední skla automobilů jsou vyráběna z tzv. laminovaného skla neboli skla vrstveného. Základem je již zmíněná tabule plaveného skla, které je ve dvojici ohýbáno při teplotě 620°C, jejich tvarování do požadované podoby je prováděno vtiskem do speciálních forem.

Dvojice skel je po tomto procesu ochlazená na 20°C a je mezi ně vložen materiál PVB neboli polyvinylbutyral, tato vrstva působí jako fólie, která při případném poškození drží čelní sklo pohromadě a zamezuje tím zranění posádky vozu. Tato vrstva je ale po přidání mezi skla neprůhledná, proto je celý celek nakonec

---

<sup>53</sup> PLANKA, Bohumil a Jiří STRAUS. *Praktická cvičení z kriminalistické balistiky*, [cit. 23.02.2022]. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2010. ISBN 978-80-7251-320-8.

<sup>54</sup> *Historie výroby autoskel – Profesionální AUTOSKLOSERVIS – Karlovy Vary. Váš profesionální AUTOSKLOSERVIS - Karlovy Vary* [online]. Copyright © Autoskla CARSiN KV [cit. 18.02.2022]. Dostupné z: <https://carsin.cz/historie-vyroby-autoskel/#:~:text=TECHNOLOGICK%C3%9D%20POSTUP%20V%C3%9DROBY%20AUTOSKEL,c%C3%ADnu%20v%20chemicky%20%C5%99%C3%ADzen%C3%A9%20atmosféře>

rozežrán na 140°C a obě strany skla jsou vystaveny tlaku o 10 až 16 kg na cm<sup>2</sup>.<sup>55</sup>

## 9.2 Tvrzená skla (ESG)

Tento typ skel je využíván především na výplně bočních skel automobilů a bezpečnostní skleněné výplně. Jejich výhodou je především zvýšená pevnost v ohybu i pnutí. V případě kolize se skla automobilů roztříští na malé části a zabraňují tak sekundárnímu zranění posádky vozidla.

Tato skla jsou vyráběny v kalčích pecích, kde jsou nejprve rozežráta na teplotu mezi 600 až 700°C a následně průběžně ochlazována proudem vzduchu.

Díky tomuto procesu je ochlazena pouze povrchová vrstva skla, která má tendenci se smršťovat, ale jádro zůstává zahřáté, díky čemuž sklo získá vyšší pevnost. Takto kalené sklo také získává vyšší skokovou termální odolnost a to až do 200°C, klasické plavené sklo může být poškozeno už při skokové teplotě okolo 30°C.<sup>56</sup>

Další možností jak zvýšit jeho odolnost je vrstvení neboli laminování. Vrstvit lze jak klasická tvrzená skla, tak i ohýbaná tvrzená skla, což dává možnost nepřeberných variací na jeho použití. Jednotlivé vrstvy se prokládají speciálními fóliemi, které následně zabraňují rozpadu skla.

Tato vlastnost je přínosná především u výplní zábradlí, kde slouží i jako prevence úrazu v případě pádu na sklo. Příkladem meziskelních fólií jsou fólie EVAC (etylvinylacetát), které jsou vyráběny ve speciálních pecích.

Vyznačují se především skvělou průhledností, a tudíž jsou skvělým řešením pro architektonické prvky staveb a okrasných doplňků. Zároveň jsou odolné vůči vodě, kterou neabsorbují, což zaručuje ochranu laminace a dlouhou životnost.<sup>57</sup>

---

<sup>55</sup> Autoskla. Autoskla WRCar-servis, a.s. - Autosklo servis - výměna a oprava autoskla [online]. [cit. 18.02.2022]. Dostupné z: <http://www.autoskloczech.cz/autoskla>

<sup>56</sup> Alfaglass sklenářství s.r.o. - Tepelně tvrzené (kalená) bezpečnostní skla (ESG) [online]. [cit. 01.02.2022]. Dostupné z: <http://www.alfaglass.cz/uvod/tvrzena-bezpecnostni-kalena-skla/>

<sup>57</sup> Laminované sklo, Skleněné tabule Izolační, Velkoobchod skla - Polsko - Stan Szkło, - Stan-Szkło. Hurtownia szkła, konstrukcje dla wnętrz, producent szyb zespolonych Ślask - Stan-Szkło [online]. [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <https://www.stan-szklo.pl/laminovane-sklo.html>

## 10 Balistický experiment

Cílem experimentu bylo zjištění, změření a následné vyhodnocení účinku jednotlivých typů praků na předem vymezené typy materiálů se zaměřením především na čelní skla automobilů a okenních tabulí z klasického skla.

Pro potřeby tohoto experimentu bylo třeba zajistit dostatečně velký zabezpečený prostor pro omezení případných sekundárních škod a k ochraně života a zdraví nezúčastněných osob, neboť jak bylo experimentem později dokázáno, vidlicové praky mohou být v rukách zkušeného střelce letální nebezpečnou zbraní. Původní plánovaná vzdálenost experimentální střelby byla stanovena na 30 metrů. Po předchozí domluvě byl pro experiment propůjčen objekt stavebnin, autoservisu a skladu stavebního materiálu firmy Svamab s.r.o. v Jaroměřicích nad Rokytnou.

Podmínky pro provedení experimentu nebyly nicméně příliš příznivé. Jednalo se o venkovní areál a valná většina střelb byla prováděna při mínusových teplotách okolo -4 stupňů Celsia. Prakové gummy za takovýchto podmínek nedosahují svého maximálního potenciálu, jelikož smršťivost gummy je přímo ovlivněna okolní teplotou. Čím vyšší teplota je, tím rychleji se dokáže guma smrstit, blíže se touto problematikou zabývá kapitola č. 7 – Hookův zákon pružné deformace.

Pro první experimentální destruktivní střelbu bylo zvoleno za cíl nepoškozené čelní sklo z francouzského osobního automobilu Peugeot 307 (viz. obr. č. 14), následované čelním sklem automobilu Citroen Jumpy (viz. obr. č. 15).

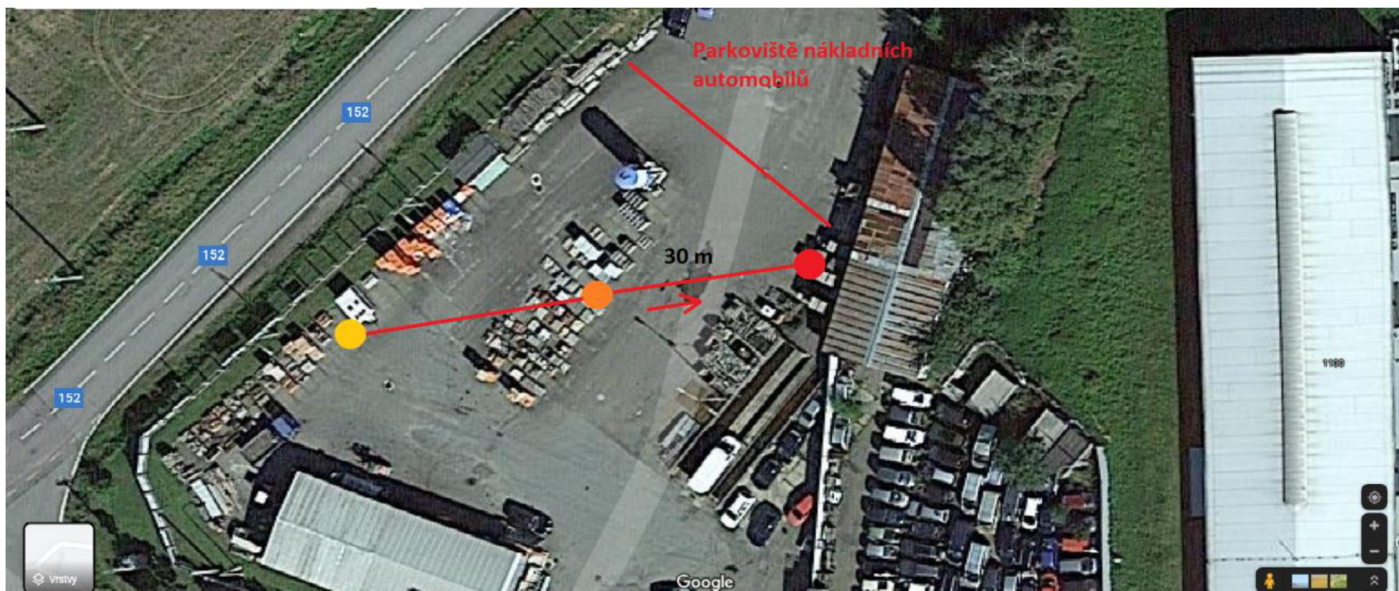
Vzdálenost jednotlivých výstřelů byla naměřena pásmovým měřičem a odstupňována od 5 do 30 metrů.

Jako třetí pokusný cíl byla použita boční skla z automobilu Peugeot totožného modelu (viz. obr. č. 16 a obr. č. 17). Boční skla mají velmi malou odolnost vůči úderům na menší plochu, tudíž byly vybrány jako cíl pouze z důvodu demonstrace ničivého účinku na co největší možnou vzdálenost.

Čtvrtým pokusným terčem byly klasické okenní tabule upevněné v dřevěných rámech (viz. obr. č. 18). Vzdálenost výstřelů byla, podobně jako u čelního automobilového skla, vytyčena na 5 až 30 metrů.

Doplňkové cíle představovala cihla Diton (viz. obr. č. 19) a plechová nádoba energy drinku o objemu 0,5l (viz. obr. č. 20).

Cihla Diton byla pro test zvolena jako demonstrační cíl pro ukázkou možné penetrace pevnějšího materiálu než je sklo. Plechová nádoba byla naopak využita pro ukázkou přesnosti na 30 a více metrovou střelbu.



Obrázek 1 Areál stavebnin Svamab – vlastní zdroj

Na snímku je zobrazen prostor stavebnin, ve kterém byla střelba uskutečněna (obr. č. 1). Červeně vyznačený bod představuje pozici, kde byly umístěny pokusné cíle. Oranžovým bodem je označena střelecká pozice z maximální odměřené vzdálenosti 30 metrů. Poslední bod, který je označen žlutě, značí nejvzdálenější možnou střeleckou pozici, ze které jsme byli schopni střílet.

Obrázek je pořízen ze satelitního snímku google maps a nezobrazuje aktuální rozložení objektů v areálu, oblast ohraničená červeně, v horní části obrázku, je v současné době využívána jako parkoviště přívěsových nákladních vozidel a bylo nutné zohlednit možné riziko poškození v případě odrazu střely od cíle.

### 10.1 Použitý materiál

Pro potřeby experimentu bylo nutné zajistit odpovídající materiál. Při experimentu byly použity 3 druhy praků, které reprezentovaly základní varianty této mechanické zbraně.

Prvním testovaným prakem byl zástupce praků vyrobených z běžně dostupných materiálu. Tento prak byl vybavený hranolovou gumou, koženkovým lůžkem a dřevěným prakovým rámem (viz. obr. č. 28).

Druhým zástupcem byl prak s trojitou trubicovou gumou (viz. obr. č. 32). Gummy jsou upnuty provlečením skrz otvory v hliníkové části. Do trubicové gummy je na konci vložena ocelová kulička, která disponuje větším průměrem než vstupní otvor rámu, guma se zpětným tahem zajistí ve výřezu. V případě utržení gummy lze tento proces opakovat a postupně zkracovat všechny gummy v rámu. Tímto zkracováním lze do jisté míry i zvýšit energii výstřelu, protože zkrácením dojde k vyššímu tahu v bodu maximálního nátahu původní délky gummy. Tento proces zkracování však vyžaduje vyšší fyzickou sílu při nátahu. Lze jej však provádět až do míry, kdy už budou gummy příliš krátké na dostatečnou napínací délku.

Hliníkový rám je na obou stranách vybavený hladkými plastovými střenkami, které ale nemají žádnou povrchovou úpravu, nedovolují tak naprosto pevný úchop. V minusových teplotách a za použití ochranných rukavic se tento aspekt ukázal jako velmi nevyhovující pro přesnou střelbu.

Třetím testovaným prakem byl prak dovybavený zápěstní opěrkou a trubicovou gumou (viz. obr. č. 50). Guma byla upnutá nasunutím na rámovou část většího průměru. Po několika výstřelech ale toto upnutí povolilo a ani opakovaným nasunutím zpět nebylo možné docílit trvalé opravy.

Posledním pokusem bylo manuální uvázání gummy uzlem okolo rámu. I tento způsob opravy se ukázal jako nedostatečný a po několika vystřelených kuličkách byla guma uvolněna. Prak je proto na přiložených fotografiích zachycen již se způsobeným defektem (viz. obr. č. 52).

Pro přesné změření vzdálenosti střelby bylo použito svinovací sklolaminátové měřicí pásmo s celkovou délkou 30 metrů (viz. obr. č. 21). Tato vzdálenost se ukázala jako vyhovující maximální vzdálenost pro testování destruktivního účinku na cíli.

Při střelbě byly použity adekvátní bezpečnostní prvky v podobě ochranných brýlí (viz. obr. č. 23) a taktických rukavic (viz. obr. č. 22). Při střelbě na skleněné

a pevné objekty hrozilo odražení střely od cíle. Bylo proto nutné dodržovat základní bezpečnostní zásady obdobné pro bezpečnou manipulaci se střelnou zbraní.

## 10.2 Střelba z podomácku vyrobeného praku

K pokusným střelbám se podařilo zajistit i klasický vidlicový prak s rámem vyrobeným z dubové větve a hranolovou gumou. Tento typ byl velmi oblíbený především v době, kdy komerčně vyráběné praky nebyly běžně dostupné pro širší veřejnost, z důvodu vyšší ceny. Jeho popularita tkví však hlavně v jednoduché konstrukci a snadné domácí výrobě.

Při použití kolektivního experimentálního střeliva, tedy ocelových kuliček určených pro střelbu z vidlicových praků, bylo zjištěno, že pro tento typ munice je prak naprosto nevhodný a střelba s ním je velmi obtížná. Nejzávažnějším problémem byl samotný prakový rám. Dřevo mělo pod zátěží tendenci pružit a samotný nátať tedy nedosahoval požadované razance pro tak těžkou střelu.

Přesnost také výrazně omezovaly rozměry vidlice, která byla příliš úzká, a nebylo tedy možné přes ni efektivně mířit. Pro nezkušeného střelce je téměř nemožné zasáhnout menší cíl na vzdálenost větší než 8 metrů. Další obtížností dřevěného rámu je jeho povrch, který je bez odstranění kůry velmi kluzký a neumožňuje střelci pevný úchop. Tento nedostatek lze vyřešit odstraněním kůry nebo přidáním gumového nebo provazového omotání rukojeti. Námi používaný prak neměl ani jednu z těchto úprav a střelba s ním byla velmi náročná.

Po několika pokusných výstřelech se podařilo třikrát zasáhnout čelní sklo z naměřených 10 metrů. Razance střely byla ale natolik nízká, že vytvořila pouze prasklinu velikostně odpovídající běžnému poškození skla štěrkovým kamením. Vzdálenost byla následně snížena na pokusných 5 metrů, kdy byla kulička schopná způsobit povrchové poškození s menším množstvím okolních prasklin. Fólie však zabránila dalšímu pokračování kuličky do prostoru za sklem a vnitřní vrstva skla nebyla nijak poškozena. Na sklo bylo z této vzdálenosti vystřeleno dvakrát (viz. obr. č. 30, 31).

Střelba na boční tvrzené sklo proběhla na stejnou vzdálenost 10 metrů, přičemž bylo zapotřebí 3 výstřelů pro jeden potvrzený přímý zásah, který byl opět s negativním účinkem, sklo nebylo nijak poškozeno.

Závěrem lze říci, že pro výkonný podomácku vyrobený prak je základem pevnější dřevěný rám, protože zpětné pružení výrazně snižuje energii, která je po uvolnění prakové gumy předána střele. Dalším důležitým aspektem je guma, která byla na tomto praku již značně stará a zteřelá, tudíž její smršťivost nedosahovala dostatečných hodnot pro tak těžké střelivo, jakým byly ocelové kuličky.

#### 10.2.1 Čelní sklo vozidla Peugeot 307

Po zhruba 10 hrubých nástřelech byly vystřeleny 3 pokusné střely ze vzdálenosti 30 metrů. Zásahy neměly potřebnou razanci a na čelním skle vznikly pouze povrchové praskliny v průměru 1 cm. Totožné výsledky byly zaznamenány i na vzdálenostech 25, 20, 15 a 10 metrech. Praskliny se zvětšovaly pouze nepatrně a na 10 metrech měly pouze 1 cm v průměru.

Na konečné nejmenší vzdálenosti 5 metrů se podařilo úspěšně prorazit vnější vrstvu skla bez znatelného poškození dělicí fólie. Na tuto vzdálenost byly vystřeleny 3 pokusné výstřely, výsledky byly téměř totožné.

#### 10.2.2 Čelní sklo Citroen Jumpy

Na tomto skle byly zaznamenány stejné výsledky jako na předchozím pokusném čelním skle. Pro ověření na něj bylo vystřeleno třikrát ze vzdálenosti 10 metrů, opět bez odlišných výsledků. Penetrace čelního automobilového skla pomocí tohoto praku se ukázala být jako nemožná.

#### 10.2.3 Boční sklo vozidla Peugeot 307

Na sklo bylo vystřeleno třemi kuličkami ze vzdálenosti 30 metrů, ani jedna ze střel nezpůsobila poškození skla. Stejně výsledky jsme zaznamenali i ze vzdálenosti 25 a 20 metrů.

Při prvním pokusném výstřelu z 15 metrů došlo k penetraci skla a jeho zničení.

#### 10.2.4 Okenní tabule v dřevěném rámu

Z 30 metrů bylo na okenní tabuli vystřeleno celkem dvakrát. Hned prvním zásahem se povedlo okenní tabuli penetrovat. Zásahem byly způsobeny rozsáhlé praskliny po celé ploše skla. Vytvořený otvor byl značně velkého rozměru (viz. obr. č. 44).

Důležitým poznatkem je, že i přesto, že tento prak nedosahuje vysoké úst'ové rychlosti ani přesnosti, je s ním možné bez problému prostřelit klasické sklo i na poměrně velkou vzdálenost. Vzhledem k nízké rychlosti měla střela při dopadu na okenní tabuli mnohem vyšší ničivý účinek než u následně testovaného praku s trojitou gumou. Pro střelbu na 30 metrů bylo ale nutné nadměřovat.

#### 10.2.5 Cihla Diton

S tímto prakem nebylo možné způsobit na cihle viditelné poškození. Na cíl bylo vystřeleno po třech kuličkách na vzdálenostech 30, 20, 10 a 5 metrů. Nelze tedy předpokládat, že s tímto prakem by bylo možné způsobit větší škodu na majetku. Výjimkou jsou skleněné objekty, především skla, která nejsou vrstvená ani tepelně upravovaná.

#### 10.2.6 Plechová nádoba 0,5l

Na plechovou nádobu bylo postupně vystřeleno po 3 kuličkách ze vzdáleností 30, 20, 10 a 5 metrů. Ani jedna střela nebyla schopná nádobu prorazit.

Ze vzdálenosti 30 metrů nebylo možné plechovou nádobu zasáhnout. Při přesunu na střeleckou pozici z 20 metrů, byl zaznamenán jediný zásah, který vyústil v částečnou deformaci plechovky, nikoliv však v penetraci. Stejný výsledek byl zaznamenán ze vzdálenosti 10 i 5 metrů. Střela neměla dostatečnou energii na proražení plechu.

#### 10.2.7 Vyhodnocení

Závěrem lze konstatovat, že z takto vyrobeného praku lze střílet pouze projektily menšího průměru, které nejsou na cíli schopny způsobit větší škody. V rukou zkušenějšího a fyzicky zdatného střelce se však stále jedná o mechanickou zbraň, která by mohla ve výjimečných případech způsobit vážná zranění.



Jeho přesnost a životnost je ale oproti strojově vyráběným prakům značně omezená a střelba z něho je pro osobu s horšími fyzickými dispozicemi a zkušenostmi velmi obtížná.

Není ovšem vyloučeno, že nelze vyrobit v domácích podmínkách prak, který by se výkonově dokázal vyrovnat již zmíněným sportovním prakům. Veškeré součásti jsou běžně dostupné a to včetně pasových latexových gum. Prak s dřevěným rámem a bez jakékoliv kovové součástky lze také snadno pronést přes kontrolní bezpečnostní zařízení bez možné detekce. Může se přitom stále jednat o velmi výkonnou zbraň.

### 10.3 Střelba z vidlicového praku s trojitou trubicovou gumou

Během testování se tento prak projevil jako nejodolnější a nejdéle fungující. Pořizovací cena se pohybuje okolo 250,-Kč a je dostupný téměř v každé prodejně rybářských a loveckých potřeb.

Prakový rám je vyrobený z tvrzeného plastu bez přídavné povrchové úpravy. Střelba byla prováděna při minusových teplotách okolo -4°C a plusových teplotách okolo 10°C.

Při minusových teplotách byla chybějící protiskluzová úprava rámu velmi znát a prak se těžko udržoval v požadované pozici. Oproti tomu trubicové gummy s upevněním skrz rám se ukázaly jako ideální řešení pro zátěžovou střelbu.

Z praku bylo vystřeleno okolo 150 ocelových kuliček a upevnění nebylo po podrobnější kontrole nijak poškozeno ani uvolněno.

Odpor při nátahu je u tohoto typu poněkud větší, tudíž bylo pro jeho maximální nátah nutno vyvinout vyšší úsilí. Energie střely byla ale překvapivě velmi vysoká, po několika cvičných nástřelech bylo možné bez problémů zasahovat cíl o velikosti melounu stabilně na vzdálenost 30 metrů a na nezměřených 60 metrů přibližně jednou z 3 vystřelených kuliček.

Ani na maximální uvedenou vzdálenost 60 metrů nebylo nutné nijak nadměřovat, střela po celou dráhu letu držela konstantní trajektorii, tedy je oprávněné se domnívat, že s opakovaným tréninkem lze zasahovat cíl i na vzdálenosti okolo 70 až 80 metrů.

Jelikož se jedná o prak typu OTT, tedy nemá pevný záměrný bod, je míření na delší vzdálenosti pro netréňovaného střelce poněkud obtížnější.

#### 10.3.1 Čelní sklo vozidla Peugeot 307

Střelba byla zahájena od nejvzdálenějšího bodu, tedy 30 metrů. Kulička na tuto vzdálenost drží stabilní trajektorii a nemá značné výkyvy v přesnosti. Byly provedeny 3 výstřely, ve všech třech případech byla střela schopna poškodit vnější část skla, ale bezpečnostní fólie zachytila její další pohyb sklem.

Následovala střelecká pozice z 25 metrů s podobným výsledkem, fólie však byla již viditelně poškozena a na vnitřní straně skla bylo možné pozorovat znatelné vyboulení (viz. obr. č. 34).

Změna v penetraci nastala na vzdálenosti 15 metrů, kdy byla ocelová kulička schopna proniknout přes první vrstvu skla a částečně i vloženou fólii, k úplné penetraci však nedošlo, nicméně bylo možné pozorovat množství uvolněných kousků skla na vnitřní straně, které by mohly mít ranivý účinek na osádku vozidla. Stejného výsledku bylo dosaženo i na vzdálenosti 10 (viz. obr. č. 35).

Zásah skla na 5 metrů měl znatelně menší okolní praskliny než střely z větší vzdálenosti. Došlo také k výraznému vyboulení fólie na vnitřní straně skla (viz. obr. č. 36).

#### 10.3.2 Čelní sklo Citroen Jumpy

Pro potvrzení, že s tímto prakem nelze kompletně penetrovat čelní sklo, bylo rozhodnuto o provedení identického postupu i na tomto rozměrově větším autoskle.

Střelba byla opět zahájena sérií tří střel ze vzdálenosti 30 metrů, které nevyústily v rozdílné výsledky od předchozích pokusů. Střelami byla poškozena vnější vrstva skla, fólie byla ovšem schopna pohltit zbytek energie zásahu a kromě deformace nedošlo k žádnému dalšímu poškození.

Vzhledem k tomu, že u předchozích pokusů docházelo ke změně energie pouze při změně vzdálenosti o více jak 5 metrů, byla další sérii střel vystřelena ze vzdálenosti 15 metrů. Po observaci zasaženého skla bylo zjištěno, že kuličky

byly schopny vytvořit velmi rozsáhlou deformaci na vnitřní straně skla v podobě vyboulení. Ke kompletní penetraci ale nedošlo.

Poslední sada kuliček byla vystřelena z 5 metrové vzdálenosti. Účinek v cíli byl velmi blízko kompletnímu průstřelu, nicméně i v tomto případě byla fólie schopna pohltit zbývající energii střely a zachytit kuličku před proražením vnitřní vrstvy skla. Zásahy byly nicméně vytvořeny četné úlomky, které by mohly způsobit poranění osádce vozidla. Pro účely experimentu a již otestovaných durabilních vlastnostech tohoto praku bylo rozhodnuto o použití alternativního střeliva, kterým byly ocelové kuličky z kuličkového ložiska o gramáži 9g a rozměrech 10mm v průměru.

S těmito kuličkami bylo vystřeleno na autosklo totožnou sadu 3 střel, ze vzdálenosti 15 metrů. Ve všech třech případech, byla kulička schopna kompletně penetrovat autosklo (viz. obr. č. 40, 41, 42, 43).

Vzdálenost byla následně zvýšena na 30 metrů, z této vzdálenosti však už střela neměla dostatečnou energii a nedošlo k proražení. V cíli šlo nicméně pozorovat mnohem rozsáhlejší poškození, včetně zvýšeného počtu fragmentů na vnitřní straně skla (viz. obr. č. 37, 38).

Gramáž střely měla tedy za následek znatelné zvýšení dopadové energie, která je předána cíli. Bylo tedy prokázáno, že i s běžným prakem, který nedosahuje úst'ové rychlosti překračující 75 m/s, lze poškodit i velmi pevný materiál a případně způsobit velmi těžká zranění, v krajním případě i smrt.

### 10.3.3 Boční sklo vozidla Peugeot 307

Boční skla automobilů jsou vyrobena z tvrzeného skla, které se při nárazu roztříští na malé úlomky, které zabraňují zranění osob v automobilu (viz. Kapitola 10.2.).

Pokusná střelba byla prováděna v areálu uskladnění stavebního materiálu a vzdálenost byla omezena na odhadnutých nezměřených 60 metrů. Přesnost praku bez záměrného bodu na tuto vzdálenost byla překvapivě velmi dobrá.

Na sklo bylo vystřeleno celkem 5 střel, kdy posledním pokusem bylo dosaženo zásahu bočního skla následované jeho okamžitou destrukcí. Všechny 4 předchozí výstřely se ale pohybovaly v rozmezí okolo 20 cm v okolí skla.

#### 10.3.4 Okenní tabule v dřevěném rámu

Po předchozích výsledcích u lepeného a tvrzeného skla nebylo pochyb, že bude tímto prakem velmi snadné penetrovat klasickou okenní tabuli.

Střelba byla z tohoto důvodu zahájena na nejdelší měřenou vzdálenost 30 metrů. Kulička způsobila čistý průstřel bez většího množství sekundárních škod s minimálním množstvím okolních prasklin (viz. obr. č. 44).

#### 10.3.5 Cihla Diton

Dopadová energie střel z tohoto praku dokázala v cílech způsobit značné škody, výjimkou nebyla ani tato cihla.

Na cihlu bylo vystřeleno celkem 6 výstřely, ze vzdálenosti 15 metrů. První sada tří ran byla provedena 8mm ocelovými kuličkami. Kuličky způsobily pouze drobnější prohlubně (viz. obr. č. 46).

Následující střelba byla provedena kuličkami z kuličkového ložiska o průměru 10mm. Všechny tři zásahy vyústily ve vytvoření prohlubní velikosti malíčku, odhadem 3-4mm hluboké (viz. obr. č. 45, 46, 47). S těžším střelivem tudíž lze dosáhnout vyššího účinku na cíl. Těžší kulička také lépe drží dráhu letu a lze s ní stabilně střílet i na větší vzdálenosti. Dle výsledku na pevném materiálu lze předpokládat, že takto vystřelená střela může mít i vysoce ranivý účinek na měkkých cílech, s možnými fatálními následky při zásahu do náchylnějších míst. Především pak přes spánkovou oblast a oko, kde je lidská lebka nechráněna.

#### 10.3.6 Plechová nádoba 0,5l

Posledním cílem bylo otestování přesnosti. Bylo předpokládáno, že plechovku bude možné zasáhnout z poměrně větší vzdálenosti než s předchozím prakem. Ten nevykazoval vysokou stabilitu při výstřelu, a těžší střelivo mu dělalo značné problémy.

Jako cíl jsme zvolili opět klasickou plechovou nádobu o objemu 0,5l, kterou jsme umístili na vzdálenost 30 metrů. Při střelbě na 30 metrů bylo ze začátku velmi

obtížné dostatečně předpokládat pohyb střely na tak malý cíl. Předchozí střelby vedly na objekty, které měly poměrně velkou plochu a bylo tedy velmi lehké je zasahovat i na větší vzdálenosti. Po 6 výstřelech byla plechovka zasažena na její spodní hraně, což vyústilo v deformaci celého dna, k penetraci ovšem nedošlo. Po tomto zásahu již bylo výrazně snadnější napodobit míření a následující kuličku umístit přímo na střed plechovky. I z 30 metrů má kulička velmi vysokou dopadovou energii a cíl byl kompletně prostřelen a zdeformován (viz. obr. č. 48, 49).

### 10.3.7 Vyhodnocení

Tento typ praku byl z testovaných typů vyhodnocen jako nejpřesnější a nejvýkonnější. Jeho pořizovací cena byla 250,- Kč a byl zakoupen v rybářských a loveckých potřebách Okoun v Třebíči.

Při použití gumových či jiných protiskluzových rukavic je manipulace s tímto prakem velmi lehká a plast použitý na výrobu jeho rámu výrazně snižuje celkovou hmotnost. Přestože je tento prak vybavený pouze trubicovými gumami, je jeho výkon optimální a lze s ním, po pravidelném tréninku, dosahovat skvělých výsledků i na vzdálenosti okolo 50 metrů.

Trajektorie střely je i na větší vzdálenosti konstantní a bez značných výkyvů. Jak je již zmíněno výše, přídatné gummy mají i svá jistá úskalí, což se podepisuje především na odporu, který kladou při nátahu. Stejně jako u klasického podomácku vyrobeného praku je tedy dlouhodobější střelba fyzicky náročná a lze předpokládat, že jedinec bez dostatečné fyzické síly není schopný dosáhnout s tímto prakem na jeho maximální možný účinek.

Prak není dovybaven žádnými přídatnými mířidly a záměrným bodem je tedy pouze samotná vidlice. Tento fakt nicméně neovlivňuje jeho přesnost a na vzdálenost 30 metrů je střelec schopný, za neměnných podmínek a bez fyzické únavy, zasáhnout objekt velikosti lidského torza každým výstřelem. Jeho konstrukce je dostatečně pevná i na použití těžšího střeliva než bylo námi používané kuličkové ložisko. Jediné omezení v tomto případě je samotná rozteč vidlice.

#### 10.4 Střelba z vidlicového praku se zápěstní opěrkou

U tohoto typu byla předpokládána vyšší energie výstřelu, neboť zápěstní opěrka umožňuje vyšší sílu nátahu. Prvními praky, které byly dovybaveny tímto příslušenstvím se blíže zabýváme v podkapitole č. 3.5, kde je zmíněný prak vyrobený firmou Wham-O.

Nevýhodou praku vybaveného tímto doplňkem je rozhodně jeho skladnost, opěrku lze sklopit podél prakového rámu, ale i přesto se prak přenáší mnohem hůře než prak klasický, skryté nošení je téměř nemožné. V pravidlech sportovní prakové střelby jsou praky s opěrkou zakázány.

Upevnění gum u tohoto praku bylo řešeno nasunutím trubicových gum přímo na prakový rám. Tento typ uchycení se ukázal být naprosto nevyhovující, neboť jeho pevnost je velmi nízká. Existuje samozřejmě více typů tohoto konkrétního modelu a námi zakoupený kus mohl obsahovat kaz způsobený výrobní chybou. Defekt se ale dal přičítat zejména venkovní mínusové teplotě.

Pro kontrolu byla guma dvakrát vyměněna bohužel s totožným výsledkem, kdy byla po několika výstřelech guma uvolněna, a ve střelbě tudíž nebylo možné pokračovat.

##### 10.4.1 Čelní sklo vozidla Peugeot 307

Co se týče penetrace, střela vystřelená z naměřených 30 metrů byla schopna proniknout přes vnější část automobilové čelního skla a částečně prohloubit dělicí fólii. Test byl opakován dalšími 2 výstřely, ze stejné vzdálenosti (viz. obr. č. 53, 54, 55). Poté došlo k uvolnění gumy a ve střelbě již nebylo možné nadále pokračovat.

Tento prak byl, podobně jako předchozí typ se třemi trubicovými gumami, zakoupen v prodejně rybářských a loveckých potřeb Okoun v Třebíči. Pořizovací cena byla 320,- Kč.

##### 10.4.2 Vyhodnocení

Vidlicový prak se zápěstní opěrkou je velmi ergonomický a při použití správného a pevného uchycení gumy dosahuje velmi dobrých výkonnostních parametrů.

Zápěstní opěrka umožňuje střelci delší dráhu nátahu za použití menší fyzické síly. Delší střelba je mnohem pohodlnější a zápěstí netrpí přílišnou námahou. Podobného systému využívá také velká většina rybářských zakrmovacích praků (viz. Podkapitola č. 3.6.1), umožňuje totiž použití mnohem těžšího a rozměrnějšího střeliva.

Tento konkrétní prak bohužel nedisponoval vhodným uchycením prakové gumy, a proto byly výsledky balistických vlastností nekompletní a experimentální střelbu nebylo možné řádně dokončit. Hodnocení je proto soustředěno pouze na technické aspekty a jejich možné výhody za vyhovujících podmínek.

## Závěr

Původní vidlicové praky nedosahovaly svým zpracováním příliš vysokých výkonů. Za účelem jejich zvýšení bylo nutné silně dimenzovat použité prakové gumy, což mělo za následek nadměrné zvýšení odporu nátahu. S takto předimenzovaným prakem bylo bez opory téměř nemožné provádět dlouhodobě střelbu s konstantními výsledky a přesným soustřelem.

Praky současně dostupné na tuzemském i zahraničním trhu jsou oproti svým předkům mnohem lehčí a silnější. Nicméně i tak běžně nedosahují výkonu přes 75 m/s a jsou tedy v rukách dítěte stále poměrně neškodné.

Problém nastává v případě legálně dostupných vidlicových praků, které slouží k sportovní a terčové střelbě. Na české scéně je nejznámějším výrobcem Hunting - catapults CZ, který se zabývá pouze prodejem a výrobou sportovních praků a jejich příslušenství. Tyto praky jsou vyráběny výhradně z duraliminia, které je výrazně lehčí a pevnější než klasické rámy dřevěné konstrukce.

Zlomovým bodem je ale typ použitých gum. Tento výrobce své praky opatřuje pouze gumami vyrobených z latexu. Latexové gumy jsou oproti standardním pryžovým schopny natáhnout se při stejné síle nátahu až na 3 násobek délky pryžové gumy stejného rozměru. Latexová guma také klade při nátahu mnohem nižší odpor a její smrštivost je výrazně rychlejší než u standardní pryžové gumy.

Vidlicové praky jsou v České republice postaveny mimo kategorii D, tedy jsou volně prodejné i pro osoby mladší 18 let. Zařazení do kategorie D brání podmínka vyšší váhy nátahu, což je v právním systému zařazeno pod podmínkou, kdy odpor musí činit minimálně 15 kilo.

Je třeba se zamyslet, nakolik technický pokrok ovlivnil výrobní postupy a možnosti dimenzování výkonu těchto zbraní a jestli je tato právní úprava svými specifiky oproti současné nabídce praků adekvátní.

Výrobce Hunting - catapults CZ na svých stránkách uvádí, že jím vyrobené praky se při střelbě s ocelovými kuličkami pohybují s ústřovou rychlostí okolo 120 m/s a jsou schopny proděravět i betonovou tvárnici.



V případě změny v právní úpravě ovšem nedochází k úplnému omezení držení těchto zbraní. Vidlicový prak je známý především v jednoduchosti své konstrukce a jeho nenáročném domácí výrobě. Je velmi skladný a i v malých rozměrech s ním lze dosáhnout poměrně vysoké ústřední rychlosti. Detekce takové zbraně je bez důkladné prohlídky osoby vyloučená, dřevěné rámy ani gumové a kožené součásti nejsou zachytitelné detektory kovů.

Závěrem lze konstatovat, že povědomí veřejnosti o vidlicových pracích je silně ovlivněno jeho předchozími formami. Jednalo se o běžnou součást dětských her a nebyl považován za letální ani nebezpečnou zbraň. V ruce dítěte nicméně může moderní sportovní prak představovat značné riziko a v ruce trénovaného střelce se může jednat o letální zbraň, která dokáže zasahovat cíle i na vzdálenosti přesahující 70 metrů, v případě střelby obloukem může jít i o zásahy na více jak 100 metrů.

## Seznam použité literatury

### Monografie

BEDNAŘÍK, Milan a Miroslava ŠIROKÁ. *Fyzika pro gymnázia: mechanika. 3., přeprac. Vyd.*, [cit. 23.02.2022]. Praha: Prometheus, 2000. ISBN 80-7196-176-0.

FOWLER, Will. *Ancient Weapons: Find Out About Weaponry and Warfare Through the Ages (Exploring History)*, [cit. 23.02.2022]. Scotland: Anness, 1999. ISBN 978-0754802129

HRAZDÍRA, Ivo, Libor KOVÁRNÍK a František NOVOTNÝ. *Použití zbraně a zákon*, [cit. 23.02.2022]. Praha: Eurounion, 2000. ISBN 80-85858-83-5.

KOEHLER, Jack H. *Slingshot Shooting*, [cit. 23.02.2022]. USA: Sportology Publications; First edition, 2005. ISBN 978-0976531104

KOVÁRNÍK, Libor a Miroslav ROUČ. *Zbraně a střelivo*, [cit. 23.02.2022]. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2007. ISBN 978-80-7380-030-7.

MACHÁČEK, Martin. *Hookův zákon*. In: *Encyklopedie fyziky*, [cit. 23.02.2022]. Praha: Mladá fronta, 1995. ISBN 8020402373.

NICOLLE, David. *Středověké obléhací zbraně: Byzanc, islámský svět a Indie 476-1526*. Ilustroval Sam THOMPSON, [cit. 23.02.2022]. Praha: Grada, 2008. Válečná technika. ISBN 978-80-247-2419-5.

PARKS, Samuel. *Slingshot Hunting: How To Use A Slingshot To Survive*, [cit. 23.02.2022]. USA: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2018. ISBN 978-1987432442

PECKHAM, Stewart. *Prehistoric Weapons in the Southwest*, [cit. 23.02.2022]. New Mexico: Museum of New Mexico Press, 1965. ISBN 978-0890130179

PLANKA, Bohumil a Jiří STRAUS. *Praktická cvičení z kriminalistické balistiky*, [cit. 23.02.2022]. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2010. ISBN 978-80-7251-320-8.

## **Zákonná úprava a interní akty řízení**

Příloha č. 1 k zákonu č. 119/2002 Sb., *O střelných zbraních a střelivu*, v posledním znění [cit. 23.02.2022].

Zákon č. 119/2002 Sb., *O střelných zbraních a střelivu*, v posledním znění [cit. 23.02.2022].

## **Webové stránky a elektronické zdroje**

*About steel - worldsteel.org. Home page -*

*worldsteel.org* [online]. Copyright © 2022 worldsteel, [cit. 23.02.2022]. Dostupné z: <https://worldsteel.org/about-steel/about-steel/>

*About WSA - World Slingshot Association | WSASlingshot.com. WSA - World Slingshot Association | WSASlingshot.com* [online]. Copyright © Copyright 2019 World Slingshot Association. All Rights Reserved, [cit. 04.01.2022]. Powered by HANREN. Dostupné z: <http://wsaslingshot.com/about/>

*ABS plast | Top-*

*ArmyShop.cz. Army shop, outdoor shop a survival vybavení | Top-*

*ArmyShop.cz* [online]. Copyright © 2011 [cit. 01.02.2022]. Dostupné z: <https://www.top-armyshop.cz/slovník-pojmu/abs-plast>

*Alfaglass sklenářství s.r.o. –*

*Tepelně tvrzené (kalená) bezpečnostní skla (ESG)* [online]. [cit. 01.02.2022]. Dostupné z: <http://www.alfaglass.cz/uvod/tvrzena-bezpecnostni-kalena-skla/>

*Alfred Wilm and the beginnings of Duralumin - Archive ouverte HAL. Accueil - Archive ouverte HAL* [online]. [cit. 01.02.2022]. Dostupné z: <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00096893>

*Ammo To Go : Ammunition | Bulk and Cheap Ammo for Sale* [online]. [cit. 01.02.2022]. Dostupné z: <https://www.ammunitiontogo.com/lodge/muzzle-velocity-what-is-it-and-why-does-it-matter/>

*Ancient Slingshot Was as Deadly as a .44 Magnum. National Geographic* [online]. Copyright © 1996, [cit. 18.02.2022]. Dostupné z: <https://www.nationalgeographic.com/history/article/ancient-slingshot-lethal-44-magnum-scotland>

*Ancient Weapons – Trebuchets and Catapults. Outdoor Revival* [online]. Copyright © Copyright 2015, [cit. 19.02.2022]. Dostupné z: <https://www.outdoorrevival.com/old-ways/ancient-weapons-trebuchets-and-catapults.html?chrome=1>

*Autoskla. Autoskla WRCar-servis, a.s. - Autosklo servis - výměna a oprava autoskla* [online]. [cit. 18.02.2022]. Dostupné z: <http://www.autoskloczech.cz/autoskla>

*Autoskla CARSiN KV* [online]. [cit. 18.02.2022]. Dostupné z: <https://carsin.cz/historie-vyroby-autoskel/#:~:text=TECHNOLOGICK%C3%9D%20POSTUP%20V%C3%9DROBY%20AUTOSKEL,c%C3%ADnu%20v%20chemicky%20%C5%99%C3%ADzen%C3%A9%20atmosféře>

*Charles Goodyear | American inventor | Britannica. Encyclopedia Britannica | Britannica* [online]. Copyright © Evan Lang [cit. 04.02.2022]. Dostupné z: <https://www.britannica.com/biography/Charles-Goodyear>

*Dural | Rock Point: Outdoor Expert. Rock Point: Outdoor Expert* [online]. Copyright © 2022 ROCK POINT [cit. 30.01.2022]. Dostupné z: <https://www.rockpoint.cz/materialy-a-technologie/dural>

*Energie střely praku, výkon praku, síla gum, střílet prakem. Lovecké a sportovní praky, gummy do praku, kuličky, letecká guma, latex, thera band, nowak, prakiada, slingshot, střelba prakem* [online]. Copyright © 2021, všechna práva vyhrazena [cit. 20.12.2021]. Dostupné z: <https://www.hunting-catapults.cz/blog/vykonnost-modernich-praku>

*Historický prak, výroba a použití, technika hodů. PAGANIA - pohanský obchod* [online]. [cit. 20.12.2021]. Dostupné z: <https://www.pagania.cz/clanky-1/historicky-prak-jednoducha-a-ucinna-zbran/>

*Historie výroby autoskel - Profesionální AUTOSKLOSERVIS - Karlovy Vary. Váš profesionální AUTOSKLOSERVIS - Karlovy Vary [online]. Copyright © Autoskla CARSiN KV [cit. 18.02.2022]. Dostupné z: <https://carsin.cz/historie-vyroby-autoskel/#:~:text=TECHNOLOGICK%C3%9D%20POSTUP%20V%C3%9DROBY%20AUTOSKEL,c%C3%ADnu%20v%20chemicky%20%C5%99%C3%ADzen%C3%A9%20atmosféře>*

*Hunting-catapults.cz: informační a prodejní portál praků a jejich příslušenství [online]. [cit.11.10.2021]. 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: informační a prodejní portál praků a jejich příslušenství [online]. [cit.11.10.2021]. 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: informační a prodejní portál praků a jejich příslušenství [online]. [cit.11.10.2021]. Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/STRELIVO-c8\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/STRELIVO-c8_0_1.htm)*

*Hunting-catapults.cz: informační a prodejní portál praků a jejich příslušenství [online]. [cit.11.10.2021]. Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/TTF-praky-c2\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/TTF-praky-c2_0_1.htm)*

*Jak funguje ložisko? | Ložiska Nymburk. Specialista na ložiska už 15 let | AKNILAS s.r.o. | Ložiska Nymburk [online]. Copyright © Ložiska Nymburk [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <https://www.loziskanymburk.cz/jak-funguje-lozisko/>*

*Knife.cz - Technika - Eloxování hliníku. Knife.cz - vše o nožích [online]. [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <https://www.knife.cz/Knifecz/Technika/tabid/57/ctl/Details/mid/384/ItemID/53/Default.aspx>*

*Laminované sklo, Skleněné tabule Izolační, Velkoobchod skla - Polsko - Stan Szkło, - Stan-Szkło. Hurtownia szkła, konstrukcje dla wnętrz, producent szyb zespolonych Śląsk - Stan-Szkło [online]. [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <https://www.stan-szklo.pl/laminovane-sklo.html>*

*Petition calls for catapults and slingshots to be made illegal | Salisbury Journal. Salisbury Journal [online]. Copyright © Copyright 2001 [cit. 02.02.2022]. Dostupné z: <https://www.salisburyjournal.co.uk/news/19197830.petition-calls-catapults-slingshots-made-illegal/>*

*Praková kuše s laserem, . Armyshop Nože Obrana Outdoor Turistika Nářadí Zapalovače [online]. Copyright ©2009 [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <http://www.primakauf.cz/product/strelne-zbrane/kuse/prakova-kuse-s-laserem/3032>*

*Pryže | GUMEX.CZ. GUMEX, spol. s r.o. | GUMEX.CZ [online]. Copyright © 1995 [cit. 03.02.2022]. Dostupné z: <https://www.gumex.cz/slovník-pojmu/pryze-69>*

*Rules WSA – World Slingshot Association | WSASlingshot.com. WSA – World Slingshot Association | WSASlingshot.com [online]. Copyright © Copyright 2019 [cit. 03.02.2022]. Dostupné z: <http://wsaslingshot.com/about/>*

*SLINGSHOT HUNTING LAWS: ALL 50 STATES | Slingshots Forum. Slingshots Forum [online]. Copyright © 2010 [cit. 02.02.2022]. Dostupné z: <https://www.slingshotforum.com/threads/slingshot-hunting-laws-all-50-states.40953/>*

*Slingshot Physics. Real World Physics Problems And Solutions [online]. Copyright © Copyright 2009 [cit. 19.02.2022]. Dostupné z: <https://www.real-world-physics-problems.com/slingshot-physics.html>*

*Slingshots & The Law - Slingshot World. Slingshot World - The Home of British Slingshot Addicts [online]. Copyright © 2019, Adam Rayner, Sling Shot World Magazine. All Rights Reserved [cit. 02.02.2022]. Dostupné z: <https://www.slingshotworld.co.uk/slingshots-law/>*

*Sportovní a lovecké praky. Sportovní a lovecké praky [online]. Copyright © 2016 [cit. 27.01.2022]. Dostupné z: <https://www.hunting-catapults.cz/blog/vykonnost-modernich-praku>*

*Sportovní a lovecké praky. Sportovní a lovecké praky [online]. Copyright © 2016 [cit. 04.01.2022]. Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/JAN-NOWAK-a1\\_0.htm](https://www.hunting-catapults.cz/JAN-NOWAK-a1_0.htm)*

*STORE - slingshotmarksman. STORE - slingshotmarksman*

[online]. [cit. 27.01.2022]. Dostupné z: <https://www.slingshotmarksman.com/>

*Storm the castle! Learn about catapults and make your own | Explore | Awesome Activities & Fun Facts | CBC Kids. CBC.ca - watch, listen, and discover with Canada's Public Broadcaster* [online]. Copyright © CBC 2022 [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <https://www.cbc.ca/kidscbc2/the-feed/storming-the-castle>

*The hard core of soft terrorism in HK - Chinadaily.com.cn. Global Edition* [online]. [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <https://global.chinadaily.com.cn/a/201908/17/WS5d574ccaa310cf3e355664ac.html>

*The History of Slingshots - From The Catapult of old to Today's Slingshot. Slingshots Bands And Slingshot Ammo - Sling-Tech Is All Things Slingshot* [online]. [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <https://sling-tech.com/the-history-of-slingshots/#:~:text=Slingshots%20have%20a%20long%20and,known%20version%20of%20the%20Catapult.>

*Výkon, energie střely z praku. Sportovní a lovecké praky* [online]. Copyright © 2016 [cit. 23.02.2022]. Dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/VYKON-PRAKU-c31\\_0\\_1.htm](https://www.hunting-catapults.cz/VYKON-PRAKU-c31_0_1.htm)

*Vznik a vývoj gumy | GUMEX.CZ. GUMEX, spol. s r.o. | GUMEX.CZ* [online]. Copyright © 1995 [cit. 04.02.2022]. Dostupné z: <https://www.gumex.cz/blog/vznik-a-vyvoj-gumy-118>

*Wham-O | Play Encyclopedia. A wealth of play and playground information at your fingertips.* [online]. Copyright ©2022 [cit. 04.02.2022]. Dostupné z: <https://www.pgpedia.com/w/wham-o>

*When was paintball first invented? | Paintballing Ltd. Paintballing | Over 75 Paintball Game Venues Across The UK* [online]. Copyright © 2022 [cit. 04.02.2022]. Dostupné z: <https://www.paintballing.co.uk/paintballing-blog/when-was-paintball-first-invented#:~:text=When%20was%20the%20first%20paintball,by%20ranchers%20to%20mark%20cattle>

*Who, Why and When Invented a Slingshot? . 13 Best Hunting Slingshot Reviews 2022: Top Powerful Wrist Slingshots on the Market for Sale* [online]. Copyright © 2021 Copyrights Hunting Slingshots [cit. 19.02.2022]. Dostupné z: <https://hunting-slingshots.net/who-why-and-when-invented-a-slingshot/>

*World Slingshot Association. All Rights Reserved.* [online]. Powered by HANREN [cit. 04.01.2022]. Dostupné z: <http://wsaslingshot.com/rules/>

*zakrmovací prak » Rybářský rozcestník. Rybářský rozcestník* [online]. Copyright © [cit. 02.03.2022]. Dostupné z: <https://www.rybarskyrozcestnik.cz/slovník/zakrmovaci-prak/>



## Seznam příloh

Obrázek 1 Areál stavebnin Svamab – vlastní zdroj.....	38
Obrázek 2 Středověký katapult, dostupné z: <a href="https://static.wikia.nocookie.net/inheritance/images/c/cb/Replica_catapult.jpg/revision/latest/scale-to-width-down/600?cb=20110419103013">https://static.wikia.nocookie.net/inheritance/images/c/cb/Replica_catapult.jpg/revision/latest/scale-to-width-down/600?cb=20110419103013</a> .....	62
Obrázek 3 Středověký trébuchet, dostupné z: <a href="https://cdn.hswstatic.com/gif/trebuchet.jpg">https://cdn.hswstatic.com/gif/trebuchet.jpg</a> .....	62
Obrázek 4 Ballista, dostupné z: <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Ballista.jpg">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Ballista.jpg</a> .....	63
Obrázek 5 Odstředivý prak v ruce arabského povstalece, dostupné z: <a href="https://www.pagania.cz/clanky-1/historicky-prak-jednoducha-a-ucinna-zbran/">https://www.pagania.cz/clanky-1/historicky-prak-jednoducha-a-ucinna-zbran/</a> .....	63
Obrázek 6 Obrázek 2 Ruský vidlicový prak Rogatka, dostupné z: <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Rogatka.jpg">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Rogatka.jpg</a> .....	64
Obrázek 7 Sportovní prak typu TTF, dostupné z: <a href="https://www.hunting-catapults.cz/fotky63555/fotos/_vyr_317IMG_20220118_200040.jpg">https://www.hunting-catapults.cz/fotky63555/fotos/_vyr_317IMG_20220118_200040.jpg</a> .....	64
Obrázek 8 Sportovní prak typu OTT, dostupné z: <a href="https://www.hunting-catapults.cz/fotky63555/fotos/_vyr_473273244582_931894121022734_534765336557672348_n.jpg">https://www.hunting-catapults.cz/fotky63555/fotos/_vyr_473273244582_931894121022734_534765336557672348_n.jpg</a> .....	65
Obrázek 9 Použití praku bez pevného rámu protestanty, dostupné z: <a href="https://global.chinadaily.com.cn/a/201908/17/WS5d574ccaa310cf3e355664ac.html">https://global.chinadaily.com.cn/a/201908/17/WS5d574ccaa310cf3e355664ac.html</a> .....	65
Obrázek 10 Rybářský prak, dostupné z: <a href="https://www.narybolov.cz/zakrmovaci-praky-119685/prak-na-krmne-koule-dimension/">https://www.narybolov.cz/zakrmovaci-praky-119685/prak-na-krmne-koule-dimension/</a> .....	66
Obrázek 11 Praková rybářská puška, dostupné z: <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ZBj3ij0va_E">https://www.youtube.com/watch?v=ZBj3ij0va_E</a> .....	66
Obrázek 12 Praková kuše, dostupné z: <a href="http://www.primakauf.cz/product/strelne-zbrane/kuse/prakova-kuse-s-laserem/3032">http://www.primakauf.cz/product/strelne-zbrane/kuse/prakova-kuse-s-laserem/3032</a> .....	66
Obrázek 13 Hookův zákon pro pružnou deformaci, dostupné z: <a href="https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fc/Hookes-law-springs.png/1200px-Hookes-law-springs.png">https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/fc/Hookes-law-springs.png/1200px-Hookes-law-springs.png</a> .....	67
Obrázek 14 Čelní sklo Peugeot 307 - vlastní zdroj .....	67

Obrázek 15 Čelní sklo Citroen Jumpy - vlastní zdroj.....	68
Obrázek 16 Boční sklo Peugeot 307 - vlastní zdroj.....	68
Obrázek 17 Boční sklo Peugeot 307 - vlastní zdroj.....	69
Obrázek 18 Okenní tabule s dřevěným rámem - vlastní zdroj.....	69
Obrázek 19 Cihla Diton - vlastní zdroj.....	70
Obrázek 20 Plechová nádoba 0,5l - vlastní zdroj.....	70
Obrázek 21 Pásmový měřič 30m - vlastní zdroj.....	71
Obrázek 22 Rukavice - vlastní zdroj.....	71
Obrázek 23 Ochranné brýle - vlastní zdroj.....	72
Obrázek 24 Střelecká pozice 60m - vlastní zdroj.....	72
Obrázek 25 Střelecká pozice 30m - vlastní zdroj.....	73
Obrázek 26 Testované praky - vlastní zdroj.....	73
Obrázek 27 Ocelové kuličky a kuličky z kuličkového ložiska - vlastní zdroj.....	74
Obrázek 28 Podomácku vyrobený prak - vlastní zdroj.....	74
Obrázek 29 Podomácku vyrobený prak v napnuté pozici - vlastní zdroj.....	75
Obrázek 30 Zásah čelního skla Peugeot 307 - vlastní zdroj.....	75
Obrázek 31 Zásah čelního skla Peugeot 307 č. 2 - vlastní zdroj.....	76
Obrázek 32 Vidlicový prak s trojitou gumou - vlastní zdroj.....	76
Obrázek 33 Vidlicový prak s trojitou gumou, částečné napnutí - vlastní zdroj....	77
Obrázek 34 Zásah čelního skla Peugeot 307 - vlastní zdroj.....	77
Obrázek 35 Zásah čelního skla Peugeot 307 č. 2 - vlastní zdroj.....	78
Obrázek 36 Zásah čelního skla Peugeot 307 č. 3 - vlastní zdroj.....	78
Obrázek 37 Zásah čelního skla Citroen Jumpy kuličkou z kuličkového ložiska - vlastní zdroj.....	79
Obrázek 38 Zásah čelního skla Citroen Jumpy kuličkou z kuličkového ložiska - detail horní části - vlastní zdroj.....	79
Obrázek 39 Zásah čelního skla Citroen Jumpy kuličkou z kuličkového ložiska č. 2 - vlastní zdroj.....	80
Obrázek 40 Penetrace čelního skla Citroen Jumpy kuličkou z kuličkového ložiska - vlastní zdroj.....	80
Obrázek 41 Penetrace čelního skla Citroen Jumpy kuličkou z kuličkového ložiska č. 2 - vlastní zdroj.....	81

Obrázek 42 Penetrace čelního skla Citroen Jumpy kuličkou z kuličkového ložiska č. 3 - vlastní zdroj .....	81
Obrázek 43 Částečná penetrace čelního skla Citroen Jumpy kuličkou z kuličkového ložiska č. 4 - vlastní zdroj .....	82
Obrázek 44 Penetrace okenní tabule - vlastní zdroj.....	82
Obrázek 45 Zásah cihly Diton kuličkou z kuličkového ložiska - vlastní zdroj.....	83
Obrázek 46 Porovnání zásahů ocelovými kuličkami a kuličkou z kuličkového ložiska - vlastní zdroj .....	83
Obrázek 47 Prohlubeň po zásahu kuličkou z kuličkového ložiska - vlastní zdroj	84
Obrázek 48 Penetrace plechové nádoby kuličkou z kuličkového ložiska - vlastní zdroj .....	84
Obrázek 49 Penetrace plechové nádoby kuličkou z kuličkového ložiska – vstřel - vlastní zdroj .....	85
Obrázek 50 Prak se zápěstní opěrkou - vlastní zdroj.....	85
Obrázek 51 Prak se zápěstní opěrkou v částečném nátahu - vlastní zdroj .....	86
Obrázek 52 Defekt gumy praku se zápěstní opěrkou - vlastní zdroj .....	86
Obrázek 53 Zásah čelního skla Peugeot 307 - vlastní zdroj .....	87
Obrázek 54 Zásah čelního skla Peugeot 307 č. 2 - vlastní zdroj.....	87
Obrázek 55 Zásah čelního skla Peugeot 307 č. 3 - vlastní zdroj.....	88

## Přílohy práce



Obrázek 2 Středověký katapult, dostupné z: [https://static.wikia.nocookie.net/inheritance/images/c/cb/Replica\\_catapult.jpg/revision/latest/scale-to-width-down/600?cb=20110419103013](https://static.wikia.nocookie.net/inheritance/images/c/cb/Replica_catapult.jpg/revision/latest/scale-to-width-down/600?cb=20110419103013)



Obrázek 3 Středověký trébuchet, dostupné z: <https://cdn.hswstatic.com/gif/trebuchet.jpg>





Obrázek 4 Ballista, dostupné z: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/e/e3/Ballista.jpg>



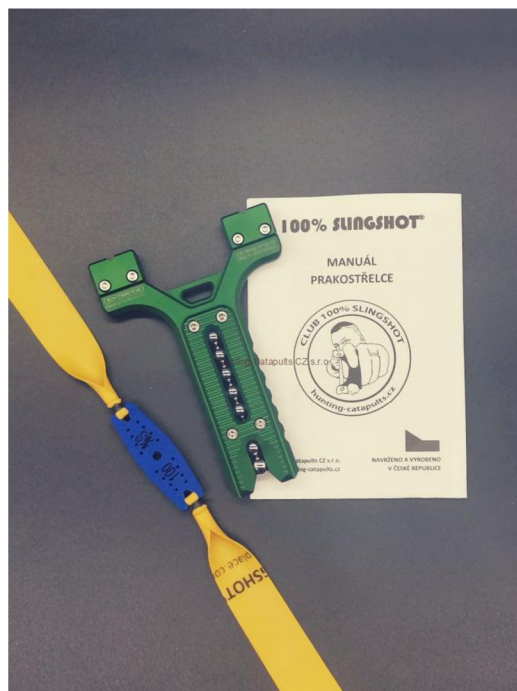
Obrázek 5 Odstředivý prak v rukou arabského povstalce, dostupné z: <https://www.pagania.cz/clanky-1/historicky-prak-jednoducha-a-ucinna-zbran/>



Obrázek 6 Obrázek 2 Ruský vidlicový prak Rogatka, dostupné z: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/1/1e/Rogatka.jpg>



Obrázek 7 Sportovní prak typu TTF, dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/fotky63555/fotos/\\_vyr\\_317IMG\\_20220118\\_200040.jpg](https://www.hunting-catapults.cz/fotky63555/fotos/_vyr_317IMG_20220118_200040.jpg)



Obrázek 8 Sportovní prak typu OTT, dostupné z: [https://www.hunting-catapults.cz/fotky63555/fotos/\\_vyr\\_473273244582\\_931894121022734\\_534765336557672348\\_n.jpg](https://www.hunting-catapults.cz/fotky63555/fotos/_vyr_473273244582_931894121022734_534765336557672348_n.jpg)



Obrázek 9 Použití praku bez pevného rámu protestanty, dostupné z: <https://global.chinadaily.com.cn/a/201908/17/WS5d574ccaa310cf3e355664ac.html>





Obrázek 10 Rybářský prak, dostupné z: <https://www.narybolov.cz/zakrmovaci-praky-119685/prak-na-krmne-koule-dimension/>

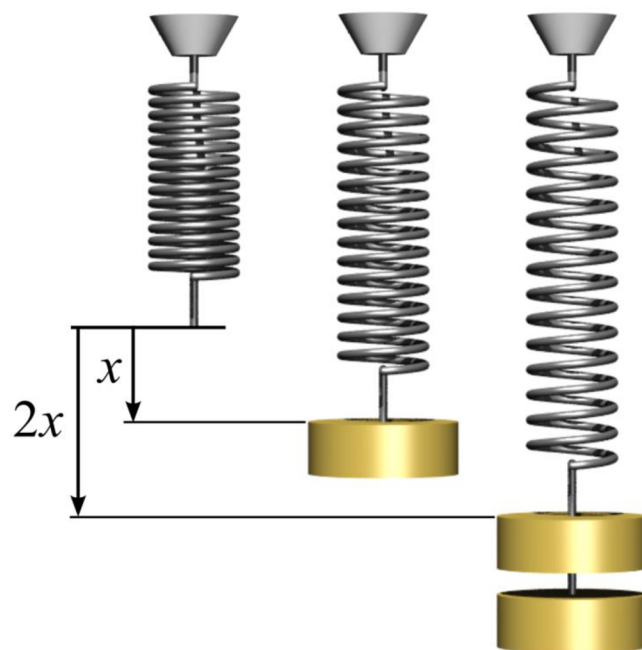


Obrázek 11 Praková rybářská puška, dostupné z: [https://www.youtube.com/watch?v=ZBj3ij0va\\_E](https://www.youtube.com/watch?v=ZBj3ij0va_E)



Obrázek 12 Praková kuše, dostupné z: <http://www.primakauf.cz/product/strelne-zbrane/kuse/prakova-kuse-s-laserem/3032>





Obrázek 13 Hookův zákon pro pružnou deformaci, dostupné z: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/fc/Hookes-law-springs.png/1200px-Hookes-law-springs.png>



Obrázek 14 Čelní sklo Peugeot 307 - vlastní zdroj



Obrázek 15 Čelní sklo Citroen Jumpy - vlastní zdroj



Obrázek 16 Boční sklo Peugeot 307 - vlastní zdroj



Obrázek 17 Boční sklo Peugeot 307 - vlastní zdroj



Obrázek 18 Okenní tabule s dřevěným rámem - vlastní zdroj





Obrázek 19 Cihla Diton - vlastní zdroj



Obrázek 20 Plechová nádoba 0,5l - vlastní zdroj



Obrázek 21 Pásmový měřič 30m - vlastní zdroj



Obrázek 22 Rukavice - vlastní zdroj



Obrázek 23 Ochranné brýle - vlastní zdroj



Obrázek 24 Střelecká pozice 60m - vlastní zdroj





Obrázek 25 Sřtelecká pozice 30m - vlastní zdroj



Obrázek 26 Testované praky - vlastní zdroj



Obrázek 27 Ocelové kuličky a kuličky z kuličkového ložiska - vlastní zdroj



Obrázek 28 Podomácku vyrobený prak - vlastní zdroj

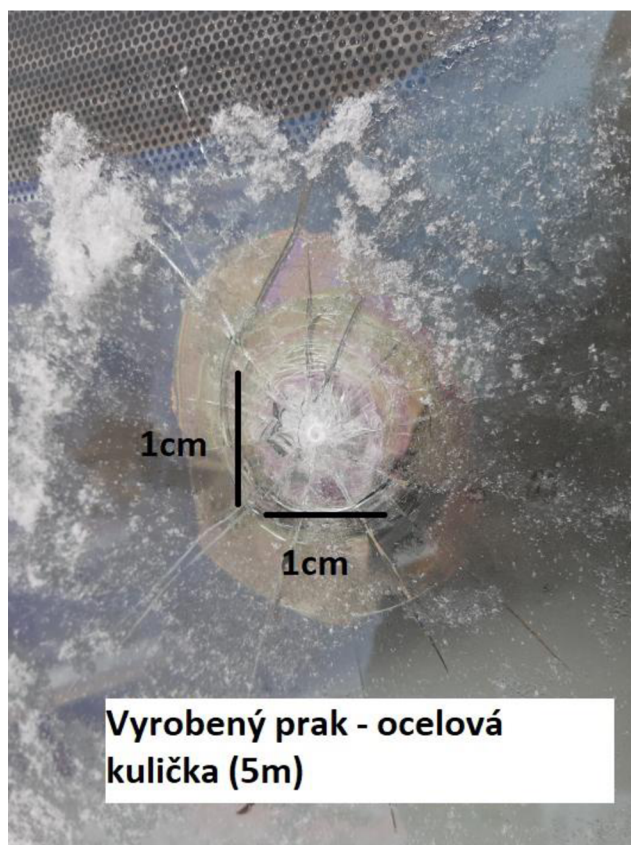




Obrázek 29 Podomáčku vyrobený prak v napnuté pozici - vlastní zdroj



Obrázek 30 Zásah čelního skla Peugeot 307 - vlastní zdroj



Obrázek 31 Zásah čelního skla Peugeot 307 č. 2 - vlastní zdroj



Obrázek 32 Vidlicový prak s trojitou gumou - vlastní zdroj



Obrázek 33 Vidlicový prak s trojitou gumou, částečné napnutí - vlastní zdroj



Obrázek 34 Zásah čelního skla Peugeot 307 - vlastní zdroj

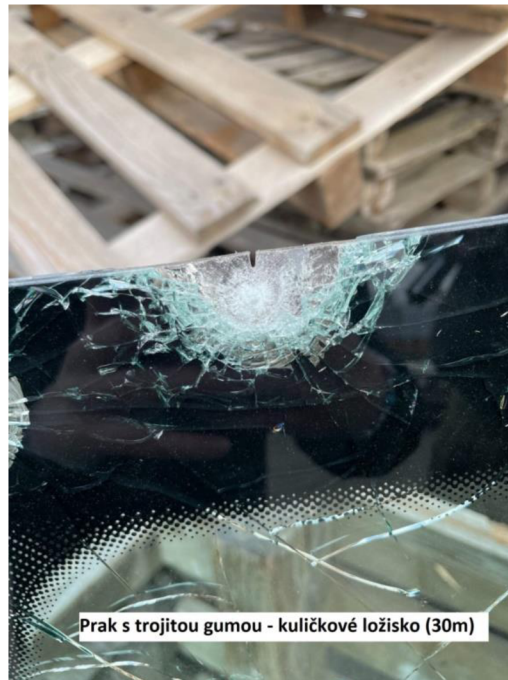




Obrázek 35 Zásah čelního skla Peugeot 307 č. 2 - vlastní zdroj



Obrázek 36 Zásah čelního skla Peugeot 307 č. 3 - vlastní zdroj



Obrázek 37 Zásah čelního skla Citroen Jumpy kuličkou z kuličkového ložiska - vlastní zdroj



Obrázek 38 Zásah čelního skla Citroen Jumpy kuličkou z kuličkového ložiska - detail horní části - vlastní zdroj



Obrázek 39 Zásah čelního skla Citroen Jumpy kuličkou z kuličkového ložiska č. 2 - vlastní zdroj

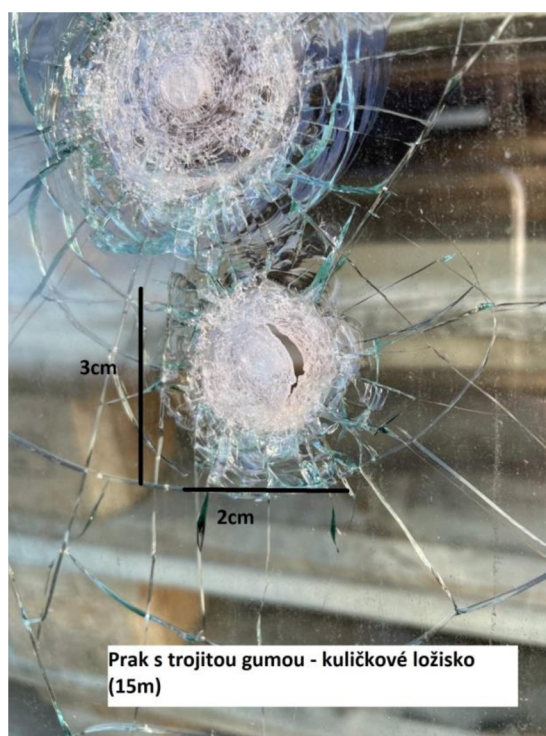


Obrázek 40 Penetrace čelního skla Citroen Jumpy kuličkou z kuličkového ložiska - vlastní zdroj





Obrázek 41 Penetrace čelního skla Citroen Jumpy kuličkou z kuličkového ložiska č. 2 - vlastní zdroj



Obrázek 42 Penetrace čelního skla Citroen Jumpy kuličkou z kuličkového ložiska č. 3 - vlastní zdroj



Obrázek 43 Částečná penetrace čelního skla Citroen Jumpy kuličkou z kuličkového ložiska č. 4 - vlastní zdroj

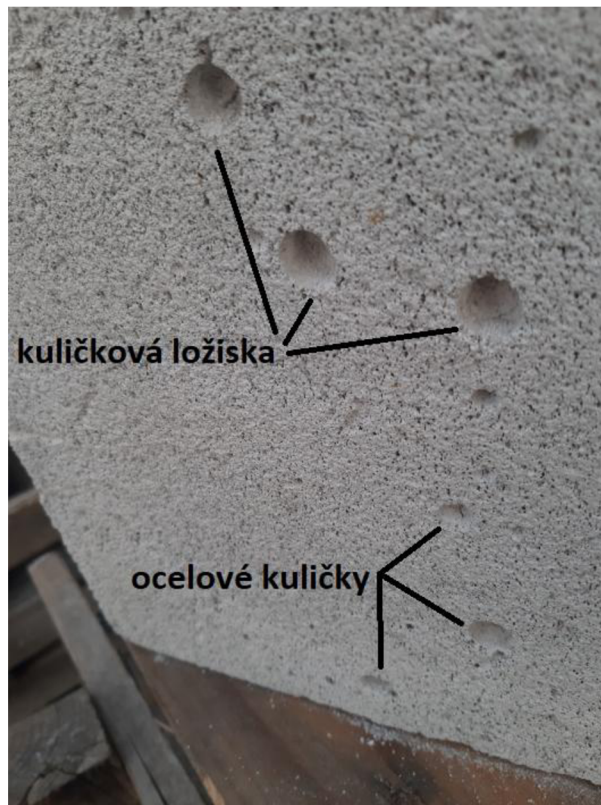


Obrázek 44 Penetrace okenní tabule - vlastní zdroj





Obrázek 45 Zásah cihly Diton kuličkou z kuličkového ložiska - vlastní zdroj



Obrázek 46 Porovnání zásahů ocelovými kuličkami a kuličkou z kuličkového ložiska - vlastní zdroj



Obrázek 47 Prohlubeň po zásahu kuličkou z kuličkového ložiska - vlastní zdroj



Obrázek 48 Penetrace plechové nádoby kuličkou z kuličkového ložiska - vlastní zdroj



Obrázek 49 Penetrace plechové nádoby kuličkou z kuličkového ložiska – vstřel - vlastní zdroj



Obrázek 50 Prak se zápěstní opěrkou - vlastní zdroj





Obrázek 51 Prak se zápěstní opěrkou v částečném nátahu - vlastní zdroj



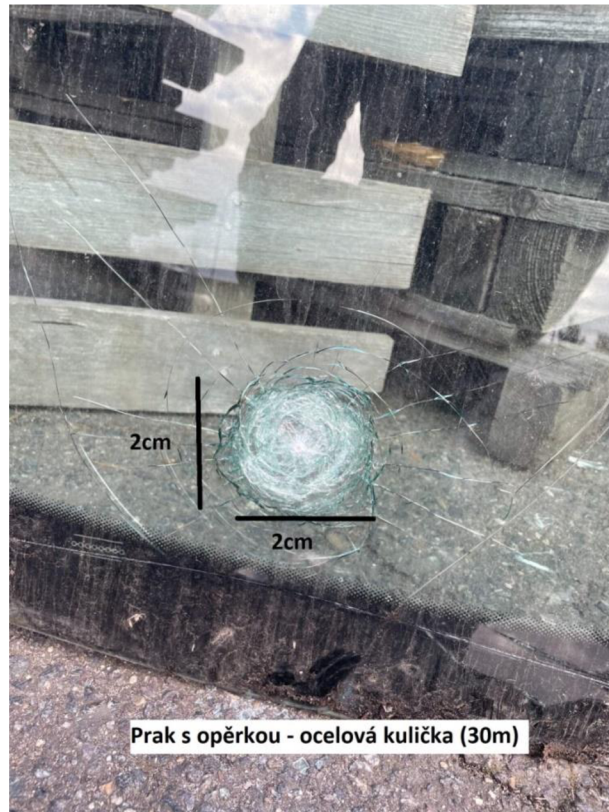
Obrázek 52 Defekt gumy praku se zápěstní opěrkou - vlastní zdroj



Obrázek 53 Zásah čelního skla Peugeot 307 - vlastní zdroj



Obrázek 54 Zásah čelního skla Peugeot 307 č. 2 - vlastní zdroj



Obrázek 55 Zásah čelního skla Peugeot 307 č. 3 - vlastní zdroj