

POLICEJNÍ AKADEMIE ČESKÉ REPUBLIKY V PRAZE
Fakulta bezpečnostně právní
Katedra profesní přípravy

**Srovnání kvality a výkonnostních
vlastností střeliva pro sportovní
a obranné účely, vyrobeného
malosériovou výrobou s výrobou
velkosériovou**

Bakalářská práce

**Comparison of quality and performance properties of ammunition
for sports and defense purposes, produced by small series production
with mass series production**

Bachelor thesis

VEDOUCÍ PRÁCE
PaedDr. Ing Jan ZELINKA, Ph.D.

AUTOR PRÁCE
Marek SOPR

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 Praze, dne 15. 03. 2022

Marek SOPR

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce panu plk. v. v. PaedDr. Ing. Janu Zelinkovi, Ph.D. za cenné rady a vstřícný přístup. Dále bych chtěl poděkovat svému otci Marku Soprovi za poskytnutí potřebných informací. Poděkování patří také mé rodině za jejich podporu a trpělivost.

ANOTACE

Téma bakalářská práce zní: „*Srovnání kvality a výkonnostních vlastností střeliva pro sportovní a obranné účely, vyrobeného malosériovou výrobou s výrobou velkosériovou*“. Cílem práce je komparace kvality a vlastností továrního střeliva se střelivem přebíjeným. Práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. Teoretická část práce je rozdělena do pěti kapitol. Věnuje se palným zbraním a nábojům pro sportovní a obranné využití. Dále je popsána velkosériová výroba nábojů, malosériová výroba nábojů a balistika střel. V praktické části bakalářské práce je proveden experiment výkonnostních vlastností nábojů 9 mm Luger zhotovených velkosériovou a malosériovou výrobou. Závěr práce shrnuje výsledky experimentu a rozdíl mezi malosériovou a velkosériovou výrobou náboj.

KLÍČOVÁ SLOVA

zbraň * palná zbraň * náboj * střela * malosériová výroba * velkosériová výroba * balistika

ANNOTATION

The theme of the bachelor thesis is: “*Comparison of quality and performance characteristics of ammunition for sport and defense purposes, manufactured by small series production and mass series production*”. The aim of the thesis is to compare quality and characteristics of factory ammunition with reloaded ammunition. The theoretical part of the thesis includes five chapters. It focuses on firearms and ammunition for sport and defense use, mass series production, small series production and ballistics. In the practical part of the bachelor thesis is carried out an experiment of performance properties of 9 mm Luger cartridges manufactured by mass series and small series production. The conclusion of the thesis summarizes the results of the experiment and the difference between small series and mass series production of ammunition.

KEYWORDS

weapon * firearm * ammunition * bullet * small series production * mass series production * ballistics

Obsah

ÚVOD.....	7
1 Zbraně.....	9
1.1 Palné střelné zbraně.....	9
1.2 Dělení palné střelné zbraně.....	11
1.3 Vývoj a konstrukce palných zbraní.....	14
2 Náboj.....	19
2.1 Zápalka.....	19
2.2 Nábojnice.....	21
2.3 Výmetná náplň.....	22
2.4 Střela.....	24
2.5 Náboje použité v praktické části.....	26
3 Velkosériová výroba náboje.....	33
3.1 Výroba zápalky.....	33
3.2 Výroba nábojnice.....	33
3.3 Výroba střely.....	34
3.4 Kompletace jednotlivých komponent do náboje velkosériovou výrobou.....	35
4 Malosériová výroba přebíjených nábojů.....	36
4.1 Pořizovací náklady.....	38
4.2 Postup přebíjení.....	38
5 Balistika.....	41
5.1 Vnitřní balistika.....	41
5.2 Přejímová balistika.....	42
5.3 Vnější balistika.....	42
5.4 Terminální balistika.....	42
PRAKTICKÁ ČÁST.....	43
6 Experiment.....	43
6.1 Podmínky experimentu.....	43
6.2 Průbojné vlastnosti.....	45
6.3 Přesnost.....	48
6.4 Ranivost.....	51
Závěr.....	55
Seznam použité literatury.....	59

Seznam obrázků	62
Seznam tabulek	62
Seznam příloh	62
Přílohy práce	64

ÚVOD

Zbraně lidstvo doprovázejí od nepaměti. Zbraň byla jedním z prvních nástrojů v rukách člověka a v případě naplnění jednoho z černých scénářů může být zbraň jeho nástrojem posledním. Archeologické nálezy prokázaly, že již Australopithecus používal nalezené předměty jako zbraň. Pro homo habilis byla zbraň nástrojem, kterou si pro svoji potřebu dokázal sám vyrobit. Lov se zbraní se stal o mnoho efektivnější a bezpečnější záležitostí. Zbraně pomohly zajistit větší množství kvalitnější výživy. Dostatečný přísun energie v potravě podpořil lidský mozek v jeho rozvoji, čímž člověk získal evoluční výhodu.

Zbraně jsou nedílnou součástí lidské historie a pokrok v oblasti vývoje zbraní se nedá zastavit. Zbraně slouží lidstvu pro obranu, útok, ale i zábavu. Uplatňují se například při sportu, myslivosti, sběratelství. Pro sportovní, zájmové a obranné účely je možné využívat do zbraní střelivo vyrobené malosériovou nebo velkosériovou výrobou. Srovnáním kvality a výkonnostních vlastností střeliva jsem se zabýval před studiem na vysoké škole. Zájem o přebíjené náboje ve mně vyvolal můj otec, který je konstruktérem střel určených pro přebíjení.

Můj zájem o zbraně a střelivo je hlavním důvodem, proč jsem si vybral tuto oblast jako téma své bakalářské práce. Název bakalářské práce zní: **„Srovnání kvality a výkonnostních vlastností střeliva pro sportovní a obranné účely, vyrobeného malosériovou výrobou s výrobou velkosériovou“**. Cílem této bakalářské práce je komparace kvality a vlastností továrního střeliva se střelivem přebíjeným.

Bakalářská práce je pro přehlednost rozdělena do dvou částí. První část práce je teoretická a obsahuje pět kapitol. Pro objasnění funkce náboje je úvodní kapitola věnovaná definici zbraně. Dále jsou zde uvedeny způsoby výstřelů náboje, popis samotné střelby, historie palných zbraní, konstrukční řešení zbraní a na jakém principu fungují, kritéria dělení palných zbraní. Druhá kapitola je věnována definici náboje, konstrukčnímu řešení náboje, vývoji jednotlivých komponent a vlastnostem náboje. Jsou zde podrobněji představeny náboje užití v praktické části práce. Třetí kapitola pojednává o velkosériové výrobě a čtvrtá

se zabývá malosériovou výrobou. Pátá kapitola je zaměřena na balistiku střely během výstřelu.

Druhá část práce je empirická a obsahuje komparační experiment, při kterém byly použity tovární a přebíjené náboje pro porovnání kvality a vlastností továrního střeliva se střelivem přebíjeným. Experiment spočíval zejména v porovnání výkonnostních vlastností a účinků nábojů na různé cíle. **Hypotéza k experimentu zní: „Velkosériová výroba dosahuje měřitelně lepších výkonnostních vlastností v přesnosti, ranivosti a průbojnosti než výroba malosériová.“ Cílem experimentu je porovnat mezi sebou náboje tovární s náboji přebíjenými.**

V závěru práce jsou shrnuty výsledky experimentu, srovnání malosériové a velkosériové výroby nábojů, porovnání jednotlivých vlastností a účinků nábojů užitých v experimentu.

Při vypracování bakalářské práce byly použity obecně logické metody: komparace, analýza, syntéza, indukce, dedukce, pozorování, zpracování dat a interpretace. Pomocí experimentu bylo provedeno porovnání kvality a vlastností továrního střeliva se střelivem přebíjeným.

TEORETICKÁ ČÁST

1 Zbraně

Zbraň můžeme definovat podle mnoha kritérií. V této práci pojem zbraň vymezuje trestní zákoník a zákon o zbraních a střelivu.

Definice zbraně:

1. Trestní zákoník

Hmotně právní pojetí zbraně dle trestního zákoníku: „*Cokoli, co může učinit útok proti tělu důraznějším.*“ Tím se rozumí, že zbraní může být jakýkoli předmět, látka či ovladatelná energie, které jsou použité proti tělesné integritě člověka. Použití zbraně je v hmotném právu důvodem pro uložení vyšší sankce za protiprávní jednání.¹

2. Zákon o zbraních a střelivu

Zákon o zbraních a střelivu se zabývá především střelnými zbraněmi, které definuje jako: „*Zbraň, u které je funkce odvozena od okamžitého uvolnění energie při výstřelu, zkonstruovaná pro požadovaný účinek na definovanou vzdálenost.*“²

1.1 Palné střelné zbraně

Zákon č. 119/2002 Sb., o zbraních a střelivu, dělí zbraně podle druhu na:

- **Palné zbraně** – funkce je odvozena od uvolnění chemické energie, například rychlé hoření střelného prachu.
- **Plynové zbraně** – funkce je odvozená od okamžitého uvolnění energie stlačeného plynu, nejčastěji vzduchu.

¹ §118 Zákon č. 40/2009 Sb., *trestní zákoník* v posledním znění

² Příloha 1 k zákonu č.119/2002 Sb., *o zbraních a střelivu*, Vymezení zbraní a střeliva, Část první, Druhy zbraní, bod 1., v posledním znění

- **Mechanické střelné zbraně** – střelná zbraň, u které je funkce odvozena od okamžitého uvolnění nahromaděné mechanické energie.
- **Expanzní zbraně** – palná zbraň, jejíž konstrukce vylučuje použití kulového náboje nebo náboje s hromadnou střelou. Expanzní zbraně jsou zejména poplašné a signalizační zbraně.
- **Akustické a salutní zbraně**, které jsou upraveny z jiné palné zbraně ke střelbě pouze s využitím nábojek nebo cvičných nábojů a určená pro použití například při divadelních představeních, fotografování, při filmových a televizních záznamech, rekonstrukcích historických událostí, přehlídkách, sportovních akcích a výcviku.
- **Expanzní přístroj** – pracovní zařízení, u něhož je primárním zdrojem energie výbušná látka obsažená ve střelivu pro expanzní přístroje.³

Práce se nadále bude zabývat pouze **palnými zbraněmi**. Palné zbraně jsou jako jediné určené pro střelbu s náboji, jejichž výkonnostní vlastnosti práce porovnává.

Palná střelná zbraň

Tato zbraň využívá chemické reakce k vystřelení střely z hlavně.⁴ Chemická reakce spočívá v tzv. deflagraci výmetné složky (latinsky deflagrae-shořet). Deflagrace je rychlé, ale stále podzvukové hoření látek. Nejedná se o detonaci v pravém slova smyslu. Detonace se vyznačuje především, tím že spalování látek je tak rychlé, že rázová vlna přesahuje rychlost zvuku. Shodně jde o hoření, liší se však rychlostí, jakým reakce postupuje. Výmetná složka je iniciovaná zápalkou. Tepelná vodivost má za následek, že ve velice krátkém čase celá výmetná složka začne rychle hořet. V hermeticky uzavřeném náboji enormně narůstá tlak až dojde k výstřelu. Při výstřelu střela postupně opouští nábojnici v nábojové komoře, přechodový kužel, samotnou hlaveň a letí, dokud má

³ Příloha 1 k zákonu č.119/2002 Sb., *o zbraních a střelivu*, Vymezení zbraní a střeliva, Část první, Druhy zbraní, bod 2.-6., v posledním znění

⁴ Příloha 1 k zákonu č.119/2002 Sb., *o zbraních a střelivu*, Vymezení zbraní a střeliva, Část první, Druhy zbraní, bod 2., v posledním znění

potřebnou energii. Způsoby chování střely jsou podrobněji rozebrány v kapitole 5.

1.2 Dělení palné střelné zbraně

Palné zbraně můžeme dělit podle několika kritérií. Například podle druhu náboje, délky zbraně nebo podle funkce, kterou zbraň umožňuje opětovné nabití náboje do nábojové komory.

a) podle druhu náboje:

- **Kulová zbraň** – je určena ke střelbě kulovými náboji a okrajově také náboji speciálními. Část zbraně, kudy náboje opouští kulovou zbraň, je hlaveň s vývrtem, který je buď polygonální nebo drážkovaný.⁵
- **Broková zbraň** – obsahuje hlaveň, či vícehlavňové svazky s hladkým vývrtem. Vývrt je bez drážek. Broková zbraň umožňuje střelbu hromadnou střelou, tzv. broky. Dále jednotnou střelou, tzv. slugem, či speciálními náboji.⁶
- **Kombinovaná zbraň** – je kombinací kulové a brokové zbraně. Jedná se o zbraň opatřenou dvěma a více hlavňovými svazky. Nejméně jedním s hladkým vývrtem a vývrtem drážkovaným, či polygonálním. Nejčastěji se s nimi setkáme v myslivosti, například kulobroková kozlice, nebo obojetnice.⁷

b) podle délky zbraně:

- **Krátká zbraň** – její celková délka není vyšší, než 60 cm nebo délka hlavně není vyšší než 30 cm.⁸
- **Dlouhá zbraň** – je taková, které není krátkou zbraní.⁹

⁵ Příloha 1 k zákonu č. 119/2002Sb., *o zbraních a střelivu*, část první, druhy zbraní, bod 7., v posledním znění

⁶ Příloha 1 k zákonu č. 119/2002Sb., *o zbraních a střelivu*, část první, druhy zbraní, bod 8., v posledním znění

⁷ Příloha 1 k zákonu č. 119/2002Sb., *o zbraních a střelivu*, část první, druhy zbraní, bod 9., v posledním znění

⁸ Příloha 1 k zákonu č. 119/2002Sb., *o zbraních a střelivu*, část první, druhy zbraní, bod 10., v posledním znění

⁹ Příloha 1 k zákonu č. 119/2002Sb., *o zbraních a střelivu*, část první, druhy zbraní, bod 11., v posledním znění

c) **podle funkce zbraně:** Můžeme rozdělovat zbraně podle funkce systému, kterým se opětovně nabíjí náboj do nábojové komory, a jakým způsobem dochází k výstřelu dalšího náboje.

- **Jednoranové a víceranové zbraně** – Nedisponují zásobníkem a každé opětovné nabití náboje se děje ručním vložením náboje do nábojové komory. Víceranové zbraně se od zbraní jednoranových odlišují tím, že mají více hlavních, tzv. hlavňový svazek.¹⁰
- **Opakovací zbraň** – se nabíjí ručním ovládním závěru. Po vystřelení náboje je potřeba ručním ovládním závěru prázdnou nábojnici vybit z komory. Další náboj se zasune do komory opět ručně pohybem závěru.¹¹
- **Samonabíjecí zbraň** – Umožňuje vystřelit na jedno stisknutí spouště jeden náboj a opětovné nabití se děje v důsledku předchozího výstřelu.¹²
- **Samočinná zbraň** – je dle právní normy: „*palná zbraň, u níž se opětovné nabití děje v důsledku předchozího výstřelu a u které konstrukce umožňuje více výstřelů na jedno stisknutí spouště.*“¹³ Jde o zbraň, u níž je možné na jedno stisknutí spouště provést více výstřelů. Zbraně mohou obsahovat tzv. selektor střelby, kterým se reguluje režim střelby. Selektor může mít 2 a více režimů. Zpravidla se jedná o samonabíjecí režim, kdy po stisknutí spouště dojde pouze k jednomu výstřelu. Čistě samočinný režim, při kterém po dobu stisknutí spouště dochází k výstřelům, nepřerušil-li se stisk spouště, či nedojdou-li náboje v zásobníku/nábojovém pásu. Víceranný režim má zpravidla 2–3 výstřely na jedno stisknutí spouště.

¹⁰ Příloha 1 k zákonu č. 119/2002Sb., o zbraních a střelivu, část první, druhy zbraní, bod 15., 16., v posledním znění

¹¹ Příloha 1 k zákonu č. 119/2002Sb., o zbraních a střelivu, část první, druhy zbraní, bod 14., v posledním znění

¹² Příloha 1 k zákonu č. 119/2002Sb., o zbraních a střelivu, část první, druhy zbraní, bod 13., v posledním znění

¹³ Příloha 1 k zákonu č. 119/2002Sb., o zbraních a střelivu, část první, druhy zbraní, bod 12., v posledním znění

d) podle účelu zbraně:

- **Sběratelské zbraně** – jsou sbírány pro historické, kulturní, technické, vzdělávací účely.¹⁴ Zbraně mohou být umělecky hodnotné, například dřevorytem na pažbě, či jiným okrasným prvkem. Nebo může být sběratelská zbraň vydána k historicky významné události. Například zbraň české výroby CZ 75 B byla vydaná ke 100 letům založení Československa.¹⁵
- **Historické zbraně** – jsou takové zbraně, jejichž hlavní části zbraně jsou zkonstruovány před rokem 31. 12. 1890.¹⁶
- **Lovecké zbraně** – jsou určeny převážně pro lov a myslivost. služební a obranné účely.¹⁷
- **Sportovní zbraně** – jsou zbraně určeny pro sportovní disciplíny. Například Biatlon, IPSC, IDPA, EPP, odstřelovačské závody. Konstrukce zbraní je podmíněná sportovním výkonům. Zbraně se efektivněji ovládají, mají zvětšené ovládací prvky, nízký odpor spouště a kratší reset spouště. Mohou narozdíl od zbraní určených pro jiné účely dosahovat větších rozměrů a hmotnosti. Délka a váha hlavně je primárně konstruována pro přesnou a rychlou střelbu.¹⁸
- **Obranné zbraně** – jsou primárně určeny pro jednání, které vykazuje znaky okolnosti vylučující protiprávnost. Jejich konstrukce je podmíněná spolehlivostí. Výkon je dostatečný k požadovanému účinku. Jsou vhodné ke skrytému nošení, nebo k viditelnému nošení v případě ozbrojených bezpečnostních sborů a Armády České republiky.¹⁹ Zákon o zbraních definuje nošení zbraně jako mít zbraň u sebe, tedy v přímém dosahu. Pro účely nošení mimo svoje obydlí, se zbraň musí nosit tzv. skrytě,

¹⁴ §9 odst.5., Zákon č. 119/2002Sb., o zbraních a střelivu v posledním znění

¹⁵ *VHÚ získal od České zbrojovky dvě unikátní pistole z edic Republika a Anthropoid* [online]. RED, , 2020 [cit. 2022-02-23]. Dostupné z: <http://www.vhu.cz/vhu-prevzal-od-ceske-zbrojovky-dve-unikatni-pistole-z-edic-republika-a-anthropoid/>

¹⁶ Příloha 1 k zákonu č. 119/2002Sb., o zbraních a střelivu, část první, druhy zbraní, bod 22., písm. a) a b)., v posledním znění

¹⁷ Příloha 1 k zákonu č. 119/2002Sb., o zbraních a střelivu, část první, druhy zbraní, bod 19., v posledním znění

¹⁸ Příloha 1 k zákonu č. 119/2002Sb., o zbraních a střelivu, část první, druhy zbraní, bod 18., v posledním znění

¹⁹ ČERNÝ, Pavel a Michal GOETZ. *Manuál obranné střelby*. Praha: Grada, 2004. ISBN 978-80-247-0739-6. str.13-15.

aby žádná její část nebyla viditelná.²⁰ Civilisté podle platných českých právních norem mohou zbraň použít v krajní nouzi a při nutné obraně. Krajní nouze: „(1) Čin jinak trestný, kterým někdo odvrací nebezpečí přímo hrozící zájmu chráněnému trestním zákonem, není trestným činem. (2) Nejde o krajní nouzi, jestliže bylo možno toto nebezpečí za daných okolností odvrátit jinak anebo způsobený následek je zřejmě stejně závažný nebo ještě závažnější než ten, který hrozil, anebo byl ten, komu nebezpečí hrozilo, povinen je snášet.“ Nutná obrana: „(1) Čin jinak trestný, kterým někdo odvrací přímo hrozící nebo trvajícím útok na zájem chráněný trestním zákonem, není trestným činem. (2) Nejde o nutnou obranu, byla-li obrana zcela zjevně nepřiměřená způsobu útoku.“²¹ Příslušníci ozbrojených bezpečnostních sborů a Armády České republiky používají zbraň podle jiného právního předpisu. Právním předpisem se rozumí například zákon o Policii České republiky. Ten použití zbraně rozšiřuje na oprávněné použití zbraně.²² Například policista je podle zákona o Policii České republiky oprávněn použít zbraň: „aby zamezil útěku nebezpečného pachatele, jehož nemůže jiným způsobem zadržet“²³.

1.3 Vývoj a konstrukce palných zbraní

První palné zbraně se objevily s vynálezem černého prachu. Pravděpodobně v Číně. Číňané černý prach využívali k výrobě signálních raket a ohňostrojů. K vojenským účelům docházelo zřídka. Spíše se rakety využívaly k zastrašujícímu psychologickému efektu.

Do Evropy se palné zbraně dostaly přes Hedvábnou stezku, nebo paralelně přes Pyrenejský poloostrov z arabského světa.²⁴ Palné zbraně se v Evropě

²⁰ §2 odst. písm. b., Zákon č.119/2002 Sb., o střelných zbraních a střelivu, v posledním znění

²¹ § 28 a § 29 zákon č. 40/2009 Sb., trestní zákoník, v posledním znění

²² § 32 Zákon č. 40/2009 Sb., trestní zákoník v posledním znění

²³ §56, odst. 1, písm. zákon č. 273/2008Sb., zákon o Policii České republiky v posledním znění

²⁴ CONTAMINE, Philippe. *Válka ve středověku*. Přeložil Josef HAJNÝ. Praha: Argo, 2004.

Každodenní život. ISBN 80-7203-615-7.

začaly používat ve 14. století.²⁵ Ty postupně začaly vytlačovat pověstné dlouhé anglické luky a kuše. Jednalo se o primitivní železné, či bronzové roury, do kterých se ústím hlavně vložila výmetná slož, v té době černý prach a projektil. Na druhém konci se výmetná slož skrz zátravku vznikla zdrojem tepla, nejčastěji doutnákem.

Velký rozmach palných zbraní se odehrál na území Českého království, během Husitských válek. Není náhodou, že Jan Žižka z Trocnova se řadí mezi nejlepší vojevůdce nejen své doby, ale tím, že žádnou ze svých početných bitev neprohrál, se řadí mezi nejvýznamnější strategy celé lidské historie.²⁶ Do té doby se palné zbraně využívaly především v podobě mohutných a těžkých děl a hmoždířů. Husitské války prokázaly vhodnost palných zbraní i k jiným účelům, než je obléhání a psychologický efekt. Husité je čteně využívaly ve zmenšené podobě jako ruční či lafetované zbraně na svých pověstných vozových hradbách. Světu tak dali jméno pro pistoli, která se vyvinula z jedné z prvních jednoduchých ručních palných zbraní husitské píšťaly. Anglicky doposud používaný pojem pro artilerii „*howitzer*“ vznikl z české houfnice. Děla určeného k zasažení davů (houfů).²⁷

Palné zbraně se dále inovovaly do podoby hákovnice a tarasnice. Zbraně lépe kontrolovaly zpětný ráz opřením, či zaháknutím. Jednalo se o první pušky předovky. Postupně se inovovaly nejen zbraně, výmetné slož, ale především systém zápalu. Nejdříve se využíval systém doutňákový, tzv. doutňákový zámek. Jednalo se o primitivní napruženou spoušť. Po jejím stisknutí došlo k iniciaci kontaktem hořícího doutňáku skrz zátravku výmetné slož. Dále se vyvinul zámek kolečkový a křesadlový. K iniciaci docházelo přeskočením jiskry po stisknutí nataženého mechanismu. Zdrojem jiskry bylo tření křesacího kamínku. Ten byl nejdříve z křemene posléze z pyritu. Kolečkové zámky se využívaly například u mušket. Křesadlové zámky byly ještě o něco složitější než zámky kolečkové. Šlo o iniciaci prachové náplně uvolněním napnutého kohoutu, který

²⁵ PRŮŠOVÁ, Eva, Michal BABČANÍK a Josef MELICHÁREK. *Zbraně, střelivo a jejich ověřování: zkoušení zbraní, střeliva a tlumičů hluku výstřelu, z pohledu právní úpravy s komentářem právních předpisů o jejich ověřování*. I. vydání. Praha: Druckvo, spol. s r.o., 2015. Myslivost pro praxi. ISBN 978-80-87668-15-3, str. 9.

²⁶ ČORNEJ, Petr. *Jan Žižka: život a doba husitského válečníka*. V Praze: Paseka, 2019. ISBN 978-80-7432-990-6, str. 141.

²⁷ GRAVETT, Christopher. *German Medieval Armies 1300–1500*. Antonia, MO, U.S.A.: Osprey Publishing, 1985. ISBN 13: 9780850456141, str. 166.

obsahoval křesací kamínek. Uvolnění kohoutu došlo k nárazu křesacího kamínku do kovové destičky, která házela jiskru, tím došlo na pánvičce k vznícení skrz zátravku prachové složky a došlo k výstřelu střely.

S vývojem třaskavé rtuti se vynalezl první perkusní zámek. K iniciaci nedocházelo prostřednictvím jiskry vzniklé mechanickým třením, ale vznícením třaskaviny po mechanické iniciaci. Úderu zápalníku. Dále se vynalezli první zápalky, jednoduché mosazné kalíšky obsahující třaskavinu. Více se vývoji a samotným zápalkám věnuje podkapitola 2. 1. Poté dochází k vynálezu bezdýmného prachu z nitrocelulózy, vysvětleno podrobněji v podkapitole 2. 3.

Následně byly zavedeny drážkované vývrty hlavně, které zlepšily balistické vlastnosti vystřelených střel. Vynálezy se zasloužily o postupný přechod z pušek, které se nabíjeli ústím hlavně, k puškám zadovkám. Tyto pušky se nabíjejí otevřením tzv. závěru, kterým se nabíla střela, prachová složka a zápalka. Následně se jednotlivé komponenty zkompletovaly pomocí patrony do jednotného náboje, podrobnější popis je uveden v kapitole 2.

Inovace závěrových systémů umožnila rychlejší a snazší přebití jednotného náboje. Postupně vznikají jednoranové, opakovací, samonabíjecí a samočinné zbraně. Vznikají závěrové systémy záklopkové, lůžkové (například u loveckých brokovnic), válcové závěry, blokové závěry. Třeba revolver nemá vůči hlavní závěr, ale má otáčivý válec, ve kterém je uloženo vícero nábojových komor.²⁸ Závěrové systémy samonabíjecích a samočinných zbraní jsou neuzamčené, tzv. dynamické závěry polouzamčené a uzamčené. Dynamický závěr je z důvodu vysokého tlaku vhodný pouze u slabších nábojů do 9 mm Luger. Uzamčením závěru se předchází otevření závěru ještě před opuštěním střely při výstřelu z hlavně. Uzamčením závěru zbraň při výstřelu lépe odolává vysokým tlakům v nábojové komoře. Tlaky vznikají hořením prachové složky. Polouzamčený závěr není pevně spojený s hlavní a jeho otevření při výstřelu je zpomalováno například válečky. K otevření závěru dojde až v momentě, kdy tlaky v nábojové komoře poklesnou. Kinetická hybnost závěru vzniklá při výstřelu a je u samonabíjecích a samočinných zbraní bržděná vratnou pružinou, nebo obdobným systémem. U opakovacích zbraní je potřeba ruční odemčení

²⁸ *Zbraně kvalitně.cz: Nauka o zbraních* [online]. [cit. 2022-02-07]. Dostupné z: <https://zbranekvalitne.cz/zbrojni-prukaz/nauka-o-zbranich>

a uzamčení závěru. Odběr povýstřelových plynů u uzamčených závěrových systémů výkonných puškových ráží se děje prostřednictvím plynového kanálku před ústím hlavně. Některé zbraně nevyužívají přímého tlaku plynů v plynové trubici, ale využívají přenosu energie plynů pomocí pístu. Kinetická energie povýstřelových plynů je využita k oddálení odemčení a k otevření závěru.²⁹

U samonabíjecích pistolí je závěr nejčastěji uzamčený. Využívá se nejčastěji principu krátkého zákluzu hlavně s poklesem. Střela během výstřelu opouští hlaveň ještě uzamčenou závěrem. Po výstřelu se závěr nejprve lehce pohne vzad, tím dojde k poklesu hlavně, závěr se plně odemkne a poté závěr plynule pokračuje vzad po trase vodících drážek mezi tělem a závěrem. Následuje stlačení vratné pružiny, která posléze tlačí závěr vpřed a závěr se znova uzamkne. Zároveň zpětným pohybem závěru dochází k natažení bicího mechanismu, a tím je umožněn další výstřel. Bicí mechanismy jsou jednočinné, dvoučinné, výhradně dvojčinné. Zvláštní systém bicího mechanismu má zbraň Glock, která byla použita při experimentu v praktické části práce. Jedná se o přímoběžný částečně předejpatý bicí mechanismus. Během cyklu závěru dojde pouze k částečnému natažení bicího mechanismu. Energie není dostatečná k iniciaci zápalky zápalníkem. Teprve v momentě stiskávání spouště dojde k úplnému natažení a následnému uvolnění bicího mechanismu, který po dokončení stiskávání spouště iniciuje zápalku náboje k výstřelu.³⁰

Hlavní části zbraně:

- pouzdro zbraně, včetně děleného pouzdra na horní a dolní část, tělo a rám zbraně,
- hlaveň,
- závěr/závorník a nosič závorníku,
- tlumič hluku výstřelu.³¹

²⁹ *Zbrankvalitne.cz* [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://zbrankvalitne.cz/zbrojni-prukaz/nauka-o-zbranich>

³⁰ *Zbraně kvalitně.cz: Nauka o zbraních* [online]. [cit. 2022-02-07]. Dostupné z: <https://zbrankvalitne.cz/zbrojni-prukaz/nauka-o-zbranich>

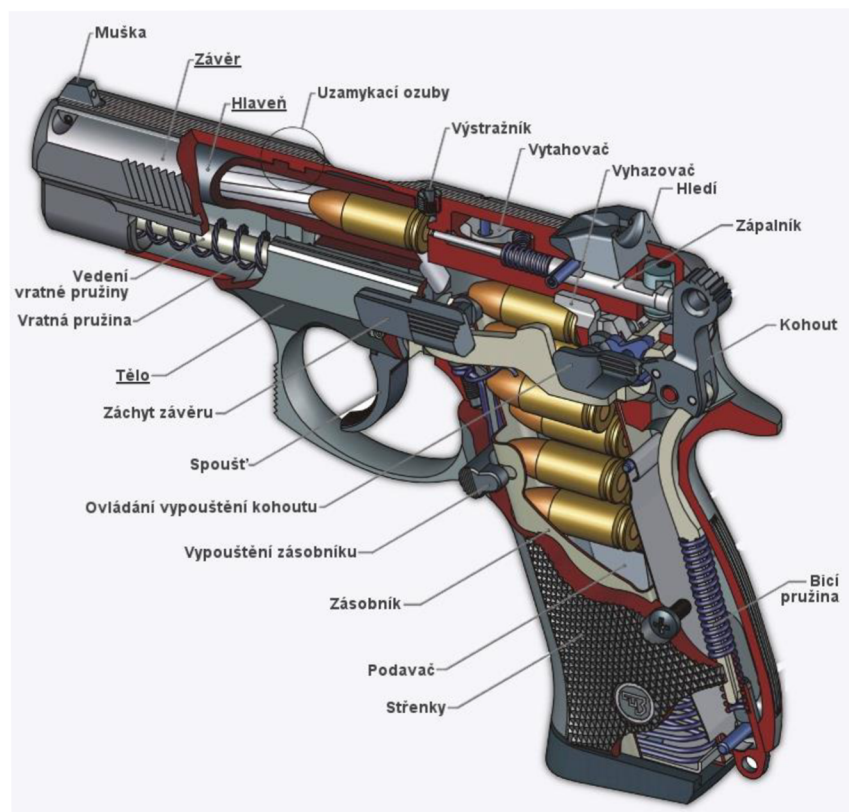
³¹ Příloha 1 k zákonu č. 119/2002Sb. *o zbraních a střelivu*, část první, druhy zbraní, bod 23., v poslední znění

Ostatní části zbraně:

- bicí mechanismus,
- úderník,
- zápalník,
- vyhazovač,
- vytahovač,
- spoušť,
- pojistka,
- mířidla.

Podrobný popis zbraně znázorňuje schéma řezu zbraně CZ 75 na obrázku 1.

Obrázek 1: Řez zbraně CZ 75



Zdroj: Zbraně kvalitně.cz: *Nauka o zbraních* [online]. [cit. 2022-02-07]. Dostupné z: <https://zbrankvalitne.cz/zbrojni-prukaz/nauka-o-zbranich>

2 Náboj

Dle zákona o střelných zbraních a střelivu se střelivo, přebíjené střelivo a náboj definují jako: „*Střelivo je souhrnné označení nábojů, nábojek a střel do střelných zbraní. Střelivo přebíjené – střelivo, které využívá již použitých nábojnic. Náboj – celek určený ke vkládání (nabíjení) do palné zbraně, signální zbraně nebo zvláštní zbraně, skládá se z nábojnice, zápalky nebo zápalkové složky, výmetné náplně a střely.*“³²

Náboj je sestava jednotlivých součástí. Konstrukce jednotlivých komponent se věnují následující podkapitoly.

Konstrukce náboje:

- zápalka,
- nábojnice,
- výmetná náplň,
- střela.

2.1 Zápalka

Ruční palné zbraně vznikly ve 14. století. Až na začátku 19. století vznikají první náznaky zápalek. Do té doby se používal k zažehnutí výmetné složky postupně doutňákový zámek, poté zápal kolečkový, až nakonec zápal křesadlový. Zlomový okamžik pro zápalky přišel s francouzským chemikem Bertholtem, který vynalezl chlorečnan draselný. Směs jeho vynálezu s černým prachem je citlivá na mechanický vnější podnět a při iniciaci vytváří intenzivní plamen. Třaskavé vlastnosti látek, zejména rtuti, byly historicky známé už alchymistům, ale skutečně syntetizovat a popsat třaskavou rtuť se podařilo až roku 1799 Angličanovi Edwardovi Howardovi, který ji znovuobjevil.³³

³² Příloha 1 k zákonu č. 119/2002 Sb., o *střelných zbraních a střelivu*, Vymezení zbraní a střeliva, část druhá, druhy střeliva bod 1.,2.,11., v posledním znění

³³ Howard E.: "*On a new fulminating mercury*", Philosophical Transactions of Royal Society of London, 1800, 90, 204-238. <https://archive.org/details/philtrans04380185/page/n9/mode/2up>

Skotský reverend Alexandr John Forsyth využil třaskavé vlastnosti rtuti k zážehu výmetných složí.³⁴ Nechal si patentovat jako první perkusní zámek. Jeho princip spočíval v mechanickém sypání třaskavé směsi na pánvičku. Později, na začátku 19. století, se několika puškařům povedlo souběžně vynalézt perkusní zápalku.³⁵

Zápalka je komponent, který řadíme mezi zápalkové složky. Je velice citlivá na vnější podnět. U ručních palných zbraní je možné se setkat se zápalkami citlivými na mechanickou iniciaci. Konkrétně iniciaci zápalníkem. Viz kapitola Palné zbraně, podkapitola: Vývoj a konstrukce palných zbraní. Po iniciaci zápalkové složky dojde ve velice krátkém čase (0,1 milisek.) k uvolnění značného množství energie. Tlak v nábojnici narůstá až na 4-6 MPa. To má za následek kvalitní a rovnoměrné hoření prachové náplně. Prachová náplň musí být ideálně zažehnutá po celém povrchu náboje.

Zápalky citlivé na mechanický podnět mají zápal středový, nebo okrajový.

Zápalky se středovým zápallem se dále dělí na typ Boxer a Berdan:

- **Zápalka Boxer** má vlastní kovadlinku a pouze jednu centrální zátravku. Zápalky Boxer se dělí podle velikosti na pistolové ráže: malé, malé magnumové, nebo velké pistolové zápalky. Puškové ráže se dělí na malé a velké puškové zápalky. Například pro náboj 9 mm Luger je kompatibilní zápalka 4,4 SP – Small Pistol Boxer.
- **Zápalka Berdan** nemá vlastní kovadlinku a má více zátravek.³⁶

Zápalky s okrajovým zápallem jsou ve dně nábojnice přímo zalisované v dutém okraji. Nejsou vhodné k přebíjení a jsou využívány pouze v malorážkových rážích.

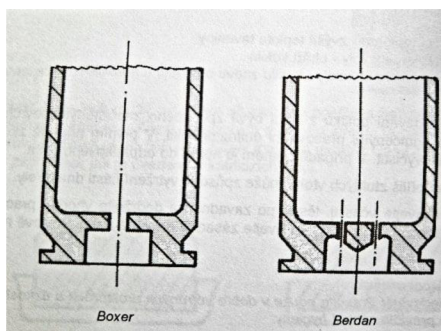
³⁴ KRAUZ, Cyril, SEIFERT, Josef, ed. *Technologie výbušin*. Praha: Věd. techn. nakl., 1950. Chemická technologie.

³⁵ SLABA, Martin. *Myslivost - lovectví*. [Praha]: Asociace muzeí a galerií České republiky, 2019. Názvosloví etnografických sbírek. ISBN 978-80-86611-82-2, str. 16.

³⁶ HÝKEL, Jindřich a Václav MALIMÁNEK. *Náboje do ručních palných zbraní*. V Našem vojsku vyd. 2. Praha: Naše vojsko, 2002. ISBN 80-206-0641-6. str. 25.

Odlišení zápalky Boxer od zápalky Berdan shrnuje obrázek 2.

Obrázek 2: **Zápalka Boxer a Berdan**



Zdroj: HÝKEL, Jindřich a Václav MALIMÁNEK. *Náboje do ručních palných zbraní*. V Našem vojsku vyd. 2. Praha: Naše vojsko, 2002. ISBN 80-206-0641-6, str. 44

Dále podle třaskaviny mohou být zápalky:

- **Korozivní** jsou velice spolehlivé, a tak se s nimi i přes jejich nešetrnost ke zbraním a životnímu prostředí můžeme setkat ve vojenství. Často používané sloučeniny třaskavin: rtuť, chlorečnan draselný, siřník amonný.
- **Nekorozivní** jsou šetrnější k materiálu zbraní. Zápalky obsahují například trinitrosoorcinát olova a tetraten.
- **Zápalky šetrné k životnímu prostředí** obsahují sloučeniny zinku a titanu. Obchodní označení takových zápalek je například: Nontox.³⁷

2.2 Nábojnice

Na začátku 19. století napadlo puškaře spojit střelu s výmetnou složi a perkusní zápalkou do jednoho celku, který by se mohl rovnou vkládat do zbraně komorou. První patent nábojnice náleží francouzskému puškaři Jeanu Samuelovi Paulimu, který v roce 1812 vynalezl náboj, který obsahuje střelu, zápalku a výmetnou slož. Všechny tyto hlavní komponenty byly spojené nábojnicí. Pro palné zbraně došlo k přelomovému okamžiku. Prostřednictvím nábojů uzpůsobeným k vkládání rovnou do komory se postupně upouštělo od předovek. Zadovky měly tu nespornou výhodu, že se daly nabíjet v leže a mnohem rychleji než předovky. Výhodou bylo také to, že náboj byl vhodný pro

³⁷ KRČMA, Vít, Jindřich HÝKEL a Pavel NESHYBA. *Atlas nábojů do ručních palných zbraní: Book of small arms cartridges*. Praha: Naše vojsko, 2016. ISBN 978-80-206-1628-9, str. 23.

hlavně s vývrtem, který do té doby nebyl v předovkách tolik zastoupen. Tím se výrazně zlepšila vnitřní, přechodová, a především vnější balistika střel.³⁸

Další vývoj vedl k nábojnici vyrobené hlubokým tažením mosazi.³⁹ Nábojnice se středovým zápalem se dělí stejně jako zápalky podle konstrukce na tip Berdan a Boxer. V Evropě byla rozšířenější nábojnice s lůžkem pro Berdanovu zápalku, oproti tomu v USA se rozšířila nábojnice typu Boxer. Nábojnice s Berdanovou zápalkou není vhodná k přebíjení. Není to ale vyloučené. Oproti tomu nábojnice opatřená zápalkou typu Boxer má zápalkové lůžko opatřené pouze centrální zátravkou. Kovadlinka je přímo součástí zápalky, čímž je mnohem vhodnější k přebíjení nábojů.

Nábojnice pro náboje se středovým zápalem pro zbraně s vývrtem hlavně, jsou nejčastěji mosazné, ocelové, či hliníkové. Pro přebíjení se využívají především již vystřelené mosazné nábojnice.

2.3 Výmetná náplň

Do palných zbraní se jako výmetná náplň používá černý lovecký prach nebo bezdýmny prach.

A. černý lovecký prach

Jako výmetná náplň do palných zbraní sloužil černý prach. Po 600 let byl jedinou používanou střelivinou. Černý lovecký prach je směs dusičnanu draselného (KNO₃), dřevěného uhlí a síry. Například v poměru 75 % ledku, 15 % dřevěného uhlí a 10 % síry.⁴⁰ Jedna z prvních, ne-li vůbec první výbušnina, přesněji střelivina na světě. Vynalezena pravděpodobně v Číně kolem 9. století.⁴¹ Jeho současné využití je především v zábavní pyrotechnice, historických střelných palných zbraních a jejich replikách, či v nových výrobcích,

³⁸ KRČMA, Vít, Jindřich HÝKEL a Pavel NESHYBA. *Atlas nábojů do ručních palných zbraní: Book of small arms cartridges*. Praha: Naše vojsko, 2016. ISBN 978-80-206-1628-9, str. 9.

³⁹ KRČMA, Vít, Jindřich HÝKEL a Pavel NESHYBA. *Atlas nábojů do ručních palných zbraní*. Praha: Naše vojsko, 2016. ISBN 978-80-206-1628-9, str. 18.

⁴⁰ CARAS, Ivo. *Střelivo: do ručních palných zbraní*. Praha: ARS-ARM, 1995. ISBN 80-900833-8-2.

⁴¹ KRČMA, Vít, Jindřich HÝKEL a Pavel NESHYBA. *Atlas nábojů do ručních palných zbraní*. Praha: Naše vojsko, 2016. ISBN 978-80-206-1628-9, str. 19.

kteřé principem odpovídatří historickým zbraním. Napřříklad perkusní pistole typu derringer.

B. Bezdýmnyř prach

Bezdýmnyř prach prošel dlouhou cestou vývoje. Stěžejní byl vynález nitrocelulózy, která byla vynalezena v roce 1832 Francouzem Braconetem.⁴² Uplatnění pro nitrocelulózu našel až švýcarský chemik Christian Friedrich Schönbein, který při pokusech s novým objevem vynalezl střelnou bavlnu. Vynálezce napadlo uplatnění střelné bavlny jako střeliviny. Nahradil černý prach nitrocelulózou. Ve spolupřáci s francouzským profesorem Böttgerem nabídl světu svůj vynález. Výroba nitrocelulózy se tak naplno rozběhla.

Nitrocelulóza je velice citlivá k vnějším podnětům, a tak v brzké době několik továren v Anglii, Rusku i Francii explodovalo. Příčinou byla neodborná manipulace se střelivinou.

Oproti tomu výrobci v Rakousko-Uhersku a Prusku byli při výrobě opatrnější. Přesto nadále docházelo k explozím ve výrobních závodech. Zásluhou poznatků z USA a Británie se Angličanovi Fredericku Abelovi povedl bezpečný technologický postup výroby nitrocelulózy. Jeho princip je uplatňován i v současnosti. V roce 1884 Francouz Vielle vynalezl proces, při kterém se želatinací nitrocelulózy vyrábí bezdýmnyř prach. Činí se tak organickými rozpouštědly, která se posléze z prachu odpaří. V roce 1885 Alfréd Nobel vyrobil želatinací nitrocelulózy trhací želatinu.⁴³

V roce 1886 byl zaveden první vojenský revolverový náboj ráže 8 mm Lebel, který byl modernizovaný v roce 1892 a od té doby byl plněný bezdýmnyřm prachem.⁴⁴

Vynálezy bezdýmnyřho prachu, perkusního zápalu a podlouhlé střely jsou stěžejní pro moderní palné zbraně. Produkty explozivního hoření bezdýmnyřho prachu jsou převážně plynné látky. Při srovnání s černým loveckým prachem dochází k hoření ve vyšších teplotách, čímž se uvolňuje více tepla, a tak

⁴² KRČMA, Vít, Jindřich HÝKEL a Pavel NESHYBA. *Atlas nábojů do ručních palných zbraní*. Praha: Naše vojsko, 2016. ISBN 978-80-206-1628-9, str. 19.

⁴³ KRČMA, Vít, Jindřich HÝKEL a Pavel NESHYBA. *Atlas nábojů do ručních palných zbraní*. Praha: Naše vojsko, 2016. ISBN 978-80-206-1628-9, str. 19.

⁴⁴ KRČMA, Vít, Jindřich HÝKEL a Pavel NESHYBA. *Atlas nábojů do ručních palných zbraní*. Praha: Naše vojsko, 2016. ISBN 978-80-206-1628-9, str. 189.

nedochází k dýmu, který doprovází pomalé hoření černého loveckého prachu. Tlaky v nábojové komoře jsou vyšší. Bezdýmným prachem je produkována vyšší počáteční rychlost a vyšší dopadová energie střely. Chemickou úpravou složení lze měnit energetickou hodnotu a způsob hoření prachové složky v nábojnici. Úpravou složení se významně reguluje chování střely při výstřelu i při balistickém projevu samotném. Dokud se používal černý prach, přesnost navážek se moc neřešila, ale s příchodem bezdýmného prachu bylo potřeba začít udávat množství a druh navážek. Jedna z prvních publikací zabývající se prachovými navážkami byla Kompletní příručka ručního nabíjení z roku 1937 od Philipa B. Sharpse.⁴⁵

Moderní prachová náplň z bezdýmného prachu se dělí na jednosložkové prachy a vícesložkové prachy.

Jednosložkový – obsahuje pouze nitrocelulózu a malé množství stabilizátorů. Díky nižší teplotě hoření je také šetrnější ke zbraním.

Vícesložkový – obsahuje nitrocelulózu, nitroglycerin (8 - 23 %). A malé množství stabilizátorů. Nitroglycerin zastupuje energetickou přísadu. Proto mají vícesložkové prachy oproti prachům jednosložkovým vyšší tlaky, a tedy i střely dosahují vyšších rychlostí a energií. Vícesložkové prachy hoří při vyšších teplotách, jsou výkonnější, ale jsou méně šetrné k namáhaným částím zbraní, například mohou vypalovat hlaveň.⁴⁶

2.4 Střela

Rychlejší a energeticky hodnotnější bezdýmné prachové složky zapříčinily další vývoj střel. Doposud se používaly střely olověné, které díky černému loveckému prachu dosahovaly rychlostí nižších než 500 m/s na ústí hlavně. S nástupem bezdýmného prachu došlo k nárůstu tlaku v nábojové komoře. Střely dosahovaly vyšších rychlostí. Doposud používaná olověná střela díky vyšší rychlosti prošla vývrtem bez dosažení požadované rotace tak, že se strhla

⁴⁵ LEITNER, Petr. *Přebíjení střeliva do krátkých a dlouhých kulových zbraní: žádná zbraň není přesnější, než jí dovolí střelivo*. Mimoň: OFSETA plus, 1999. ISBN 80-902248-1-4, str.12.

⁴⁶ LEITNER, Petr. *Přebíjení střeliva do krátkých a dlouhých kulových zbraní: žádná zbraň není přesnější, než jí dovolí střelivo*. Mimoň: OFSETA plus, 1999. ISBN 80-902248-1-4, str.51.

o hranu vývrtnu. Z tohoto důvodu došlo na vývoj plášťové střely. Měkké olověné jádro se vyztužilo tvrdším povrchem. Tvrdší materiál lépe dosahoval rotace v drážkách vývrtnu, tím dosahoval lepších balistických parametrů. K poplášťování střel se nejdříve používal mědiníkl, v současnosti se využívá měď s obsahem zinku. Následný vývoj byl především ve tvaru a váze plášťové střely, kdy se na začátku 20. století začaly prosazovat střely lehčí s kuželovitým tvarem a s lepšími aerodynamickými vlastnostmi. Moderní střely k překonání odporu vzduchu vyžadují méně energie.⁴⁷ V současnosti se můžeme setkat s různými tvary střel.

Materiály, tvary a provedení střely (český název/anglický název/zkratka):

- Olověná střela/Lead (L).
- Měděná monolitická střela, MonoBlock (EMB, XRG, apod. obchodní názvy).
- Frangible střela je z lisovaného, nebo spékaného prášku. Po nárazu se fragmentuje na malé částice.
- Celoplášťové střely s olověným jádrem/ Full-metal-Jacked (FMJ).
- Celoplášťové střely, kde je poplášťované i dno střely/ Total-Full-Metal – Jacked (TFMJ) Poplášťovaná střela, která má odkryté čelo pláště až na olověné jádro střely Jacked – Soft-Point (JSP).
- Komolý kužel.
- Střela má ogivální tvar/ Round nose (RN).
- Střela má v čele expanzní dutinu/ Hollow point (HP).
- Aerodynamický tvar dna střely Boat tail (BT).
- Zkosené dno střely Bevel base (BB).⁴⁸

Možné jsou i jejich kombinace. Například jedna z vhodných střel určených pro lov vysoké zvěře má označení: „HollowPoint-BoatTail (HPBT)“. Čelo střely

⁴⁷ KRČMA, Vít, Jindřich HÝKEL a Pavel NESHYBA. *Atlas nábojů do ručních palných zbraní*. Praha: Naše vojsko, 2016. ISBN 978-80-206-1628-9, str. 20.

⁴⁸ *Ammo.com* [online]. U.S.A., 2022 [cit. 2022-02-07]. Dostupné z: <https://ammo.com>

má expanzní dutinu a dno má aerodynamický tvar, pro lepší obtékání vzduchem.⁴⁹

Náboje byly dále zmenšovány kvůli požadavkům armád na kapacitu nošeného střeliva do samočinných zbraní. Během druhé světové války začaly Němci využívat náboje menší ráže 7,92 x 33 mm. Po druhé světové válce světově byl zaveden sovětský náboj ráže 7,62 x 39 mm. Jedná se nejrozšířenější náboj na světě vůbec. Odhadem bylo vyrobeno přes 100 milionů kusů. V zemích severoatlantické aliance došlo k zavedení náboje 7,62 x 51 mm, a ještě menšího náboje 5,56 x 45 mm.⁵⁰

2.5 Náboje použité v praktické části

V praktické části práce je uveden experiment, ve kterém se budou komparovat pistolové náboje 9 mm Luger. Jedná se o nejběžnější pistolový náboj ve světě. Tento náboj je hojně využíván ve sportovní střelbě. Nejenom v mířenkářských, ale i v praktických dynamických disciplínách. Za účelem obrany je čteně nošen držiteli zbrojních průkazů. Náboje 9 mm Luger je rovněž služební náboj používaný Policií České republiky a armádami členských států Severoatlantické aliance. Tím je více než vhodný k porovnání kvality a vlastností, kterými se práce zabývá. Náboj 9 mm Luger bývá také označován jako 9 mm Parabellum či 9x19 NATO.

Popis náboje 9 mm Luger:

- průměr střely: 9,03 mm,
- průměr základny: 9,93 mm,
- délka nábojnice: 19,50 mm,
- celková délka náboje: 29,69 mm,
- maximální povolený tlak: 2350 baru.

(Uváděné rozměry jsou v souladu s normou ČSN 39 5020- použity maximální rozměry nábojnice podle specifikace C.I.P.)

⁴⁹ Ammo.com [online]. U.S.A., 2022 [cit. 2022-02-07]. Dostupné z: <https://ammo.com/bullet-type/hollow-point-boat-tail-hp-bt>

⁵⁰ KRČMA, Vít, Jindřich HÝKEL a Pavel NESHYBA. *Atlas nábojů do ručních palných zbraní*. Praha: Naše vojsko, 2016. ISBN 978-80-206-1628-9, str. 23.

Náboj vyvinula německá firma DWM v roce 1902. Pro armádní pistoli Luger. Od roku 1904 byl náboj a pistole zavedeny v německém námořnictvu. V roce 1908 byl náboj zaveden do výzbroje i německou armádou. Zbraň i náboj nese označení „*Parabellum*“. Armádní náboj má ogivální celoplášťovou střelu. Jádro je olověné. Plášť střely je z mědiniklu, či mosazi. Mosazná střela je tvořena slitinou 72 % mědi a 28 % zinku. Nábojnice může být nejčastěji ocelová, poměděná ocelová, hliníková, nebo mosazná.⁵¹ Během více než sta let vývoje náboje došlo k jeho mnoha variacím, při kterých byly využity různé tvary, druhy, materiály a hmotnosti střel. V současnosti jsou nábojnice nejčastěji mosazné.

V experimentu byly použity tyto tovární a přebíjené náboje:

➤ **Tovární náboje:**

- a) **Fiocchi EMB 9 mm Luger,**
- b) **Sellier & Bellot 9 mm Luger XRG Defense,**
- c) **Sellier & Bellot 9 mm FMJ.**

Tovární náboje jsou vyobrazeny v pořadí zleva EMB, XRG, FMJ na obrázku 3.

Obrázek 3: **Tovární náboje: EMB, XRG, FMJ**



Zdroj: vlastní zpracování

⁵¹ *Zbrane.cz: 9-mm-luger* [online]. [cit. 2022-02-11]. Dostupné z: <https://www.zbrane.cz/strelivo/raze/9-mm-luger>

Tovární náboje byly vybrány pro jejich vhodnost pro obranné užití, univerzálnost a balistické vlastnosti udávané výrobcem. Pro zajímavost byl použit tuzemský a zahraniční náboj vycházející z náboje služebního. S přebíjenými náboji byl výběr složitější. Vybrán byl vzorek nábojů se střelou olověnou, homogenní i celoplášťovou. Výběr homogenních střel byl rozšířen na střelu ogivální, ogivální velmi lehkou střelu se zadní dutinou a střelu expanzní (Hollow Point).

Ad a) Náboj Fiocchi EMB 9 mm Luger

Zkráceně EMB (ang. Expansion Mono-Block) je určený pro osobní ochranu služební potřeby. Homogenní střela je vyrobená ze slitiny mědi a bronzu (CuZn10). Náboj má expanzní vlastnosti, kdy při vniknutí do cíle je střela tvarována tak, aby dosáhla žádoucí roztažnosti a perforace. Po perforaci má střela přibližně dvojnásobek průměru oproti počátečnímu stavu.⁵² Jedná se o střelu s řízenou deformací. Střela se po dopadu na cíl nefragmentuje. Nejedná se o průbojnou střelu, přesto vykazuje při dopadu na tvrdší cíle jako železný plech dobrou perforaci při zachování dostatečné energie na působení v měkkém cíli.⁵³ V tabulce 1 jsou shrnuty základní vlastnosti EMB.⁵⁴

Tabulka 1: **Vlastnosti EMB**

Název	Délka náboje	Váha střely	Rychlost V_0	Energie E_0
Fiocchi EMB	27,95mm	6,03g(93gr)	430 m/s(1411fp/s)	556 J

Ad b) Náboj Sellier & Bellot FMJ 115gr.

Náboj Sellier & Bellot FMJ 115gr. je nejdostupnější standardní celoplastový náboj na české civilním trhu. Pro tréninkové účely je využíván i Policií České republiky. FMJ provedení náboje je nejvíce podobné původnímu německému náboji.⁵⁵ Základní údaje tohoto náboje obsahuje tabulka 2.

Tabulka 2: **Vlastnosti Sellier & Bellot FMJ**

Název	Délka náboje	Váha střely	Rychlost V_0	Energie E_0
Sellier & Bellot FMJ	27,95mm	7,5g(115gr)	390m/s(1280fp/s)	570 J

⁵² Zbrane.esako.cz: *Pistolový náboj pro sebeobranu Fiocchi 9mm Luger EMB 5,8g / 93gr* [online]. 2022 [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://zbrane.esako.cz/pistolovy-naboj-pro-sebeobranu-fiocchi-9mm-luger-emb-58g-93gr#>

⁵³ Arms24.com: *fiocchi-specials-9mm-luger-9x19-fiocchi-emb-93-grs-pistolenpatronen* [online]. [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.arms24.com/fiocchi-specials-9mm-luger-9x19-fiocchi-emb-93-grs-pistolenpatronen>

⁵⁴ Fiocchi.com: *EMB* [online]. 2020 [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://fiocchi.com/en/709077.html>

⁵⁵ Sellier-bellot.cz: *pistolove-a-revolverove-naboje* [online]. [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://www.sellier-bellot.cz/produkty/pistolove-a-revolverove-naboje/pistolove-a-revolverove-naboje/detail/290/>

Ad c) Náboj XRG Defense

Tento náboj je odvozený od služebního policejního náboje se střelou HS o hmotnosti 6,5g (100gr), V_0 420 m/s E_0 573J⁵⁶ Původní služební náboj, z kterého je náboj XRG odvozen, má homogenní střelu HS z mosazi, která je navržena speciálně pro služební potřeby ozbrojených bezpečnostních sborů. Náboj je používán Policií České republiky.⁵⁷

Náboj je konstruovaný na co nejuniverzálnější použití při policejním zákroku. Střela má nízkou odrazivost a nefragmentuje se při nárazu do překážky. Snižuje se tak ohrožení nezúčastněných osob. Má vysokou energii, která způsobuje ranivost měkkých cílů. Dosahuje značného zastavujícího účinku. Je spolehlivý ve služebních zbraních. Dosahuje dostatečné perforace pevných cílů, jako jsou karoserie, nebo pneumatiky vozidel. Spolehlivě je funkční při teplotách (-35 °C až +53 °C) nebo 100 % vlhkosti.⁵⁸ Přehled základních vlastností znázorňuje tabulka 3.⁵⁹

Tabulka 3: Náboj XRG Defense

Název	Rozměr	Váha střely	Rychlost V_0	Energie E_0
Sellier & Bellot XRG Defense	28, 7	6,5g (100gr)	400 m/s (1312fp/s)	520 J

Náboj XRG má střelu o stejné hmotnosti a dosahuje obdobných, ale přesto nižších rychlostí, a tedy i energie oproti svému služebnímu vzoru. Střela náboje XRG má nápadně velkou expanzní dutinu v čele.

⁵⁶ *Sellier-bellot.cz: produkty/naboje-pro-ozbrojene-slozky* [online]. 2022 [cit. 2022-02-10].

Dostupné z: <https://www.sellier-bellot.cz/produkty/naboje-pro-ozbrojene-slozky/9x19/list/>

⁵⁷ *Policie.cz: Náboje do služebních krátkých zbraní* [online]. 2021 [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.policie.cz/clanek/naboje-do-sluzebnich-kratkych-zbrani.aspx>

⁵⁸ *Streleckarevue.cz: Sellier & Bellot HS a TB* [online]. 2014 [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: https://www.streleckarevue.cz/wp-content/uploads/2020/11/26_naboje-1.pdf

⁵⁹ *Sellier-bellot.cz: xrg-defense* [online]. 2022 [cit. 2022-03-10]. Dostupné z: <https://www.sellier-bellot.cz/produkty/pistolove-a-revolverove-naboje/xrg-defense/list/>

Obrázek 4 znázorňuje služební náboj HS (zleva) a náboj XRG.

Obrázek 4: **Služební náboj se střelou HS a náboj XRG**



Zdroj: vlastní zpracování

➤ **Přebíjené náboje:**

Přebíjené náboje pro účely porovnání s náboji továrními byly vybrány s ohledem na obdobné tvary, materiály či expanzní vlastnosti. Pro co nejlepší komparaci byl zastoupen přebíjený náboj se stejnou FMJ střelou, jakou má tovární náboj. Dále byl v praktické části použit typický olověný náboj se střelou 09- 35- RN-BB 135 gr., která má čelo tvaru Round Nose a dno střely Bevel Base. Zastoupeny byly dále náboje s homogenními ogiválními střelami 09- XSB- 98- O váze 98 gr a X-XSB V12 o váze pouhých 72 gr. Střela má v zadní části základny střely zadní dutinku. Rovněž je popsán přebíjený náboj s homogenní expanzní střelou 09-XSB-HP o váze 83 gr. Více informací o jednotlivých přebíjených nábojích vyplývá až z hodnot naměřených během experimentu v praktické části.

Všechny přebíjené náboje XSB dosahují maximálně 160 Mpa. Norma CIP udává maximální povolené tlaky 230 Mpa. Přebíjené náboje se mají shodné nábojnice a zápalky, pouze se od sebe odlišují použitou střelou a prachovou navázkou.⁶⁰

⁶⁰[strely.cz/strely_xsb.htm](http://www.strely.cz/strely_xsb.htm): XSB monolitické střely [online]. 2022 [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: http://www.strely.cz/strely_xsb.htm

Na obrázku 5 jsou vyfoceny přebíjené náboje v tomto pořadí zleva: FMJ, olověný RN-BB, XSBO, XSBV, XSBHP.

Obrázek 5: **Přebíjené náboje FMJ, olověný RN-BB, XSBO, XSBV, XSBHP**



Zdroj: vlastní zpracování

3 Velkosériová výroba náboje

Velkosériová výroba náboje je komplikovaný proces s mnoha dílčími operacemi. Výroba jednotlivých komponent je popsána v následujících podkapitolách.

3.1 Výroba zápalky

Výroba a manipulace se zápalkovou složí je velice nebezpečná činnost z důvodu, že zápalková slož obsahuje třaskavinu. Zápalkové slože jsou pro svou enormní citlivost k iniciaci vyráběny z bezpečnostních důvodů na stejném místě jako zápalky, aby se zkrátila manipulační vzdálenost na minimum. Přesto se třaskavina přenáší výlučně ručně, aby se zamezilo nežádoucím otřesům, tím se minimalizovalo nebezpečí výbuchu. Kalíšek a kovadlinka se vyrábí vystřížením polotovaru. Poté následují další dílčí kroky, kterými se výlisky tažením zpracují do finální podoby. Zápalka se vyrábí postupným lisováním jednotlivých komponent postupovými raznicemi. Zápalková slož se plní mezi kalíšek a kovadlinku speciálními nástroji tzv. lžícemi. Jednotlivé komponenty se lisují v tomto pořadí:

1. kalíšek,
2. třaskavina,
3. krycí vrstva proti vlhkosti,
4. kovadlinka.

3.2 Výroba nábojnice

Mosazná nábojnice se vyrábí hlubokým tažením mosazného rondelu. V minulosti se formátovala na jednoduchých strojích. Nábojnice se táhla ve 3–4 krocích na požadovanou délku. Jednotlivé kroky tažení byly velice pracné. Vždy se výtažek musel odmastit, žíhat a znovu zamastit. Poté se vytvarovala hlava nábojnice, vytvaroval se okraj a zápalkové lůžko se zátravkou. V dalším kroku se nábojnice stáhla do krčku a seřízla na výslednou délku a nábojnice se znovu

žíhala. V současnosti se nábojnice vyrábí pomocí programovatelných protlačovacích a tlačných strojů. Celý proces je automatizovaný.⁶¹

3.3 Výroba střely

Proces výroby celoplášťové střely, angl. full-metal-jacket (dále jen FMJ), začíná v tavných pecích. Nejprve se roztaví ingoty olova. Poté se z roztaveného olova tažením zhotoví olověný drát. Drát se stříhá na požadovanou hmotnost a délku do polotovaru jádra střely. Olověný polotovar střely se lisuje do tvaru olověného jádra střely. Mezitím se z válcovaného mosazného plechu vystříhne lisovací raznicí plášť střely. Poté dojde k zalisování olověného jádra do pláště střely. Další možnost poplášťování střely je její galvanizace.

Olověné střely se vyrábějí obdobným postupem jako olověné jádro střely. Olovo je třeba legovat pro dosažení požadované tvrdosti, jinak by nedocházelo k požadované rotaci střely při výstřelu. Poté se tažením zhotoví olověný drát. Ten se následně stříhá na požadovanou hmotnost a délku. Nahříváním a lisováním se olověné polotovary formátují do požadovaného tvaru. Dochází ke kalibraci protlačením skrz matici-otvor požadovaného průměru. Lisováním se také vyrábějí monolitické střely bez olověného jádra. Monolitické střely jsou nejčastěji ze slitin mosazi, nebo jen z mědi. V případě výroby střel s dutinami pro expanzi, či lepší balistické vlastnosti, se využívají různé razicí trny, soustruhy a frézky. U střely poloplášťové (SP) je třeba ve špičce střely odkrýt plášť až na olověné jádro. Lisováním měděného, nebo polymerového prášku vznikají také střely, které při nárazu do pevných materiálů fragmentují na malé částice. Takové střely jsou méně nebezpečné pro nezúčastněné osoby a mimo jiné se hodí na výcvik v uzavřených prostorech.⁶²

⁶¹ KRČMA, Vít, Jindřich HÝKEL a Pavel NESHYBA. *Atlas náboju do ručních palných zbraní: Book of small arms cartridges*. Praha: Naše vojsko, 2016. ISBN 978-80-206-1628-9 str. 18

⁶² KRČMA, Vít, Jindřich HÝKEL a Pavel NESHYBA. *Atlas náboju do ručních palných zbraní: Book of small arms cartridges*. Praha: Naše vojsko, 2016. ISBN 978-80-206-1628-9, str 20

3.4 Kompletace jednotlivých komponent do náboje velkosériovou výrobou

Po výrobě zápalky, nábojnice a střely může dojít k finální kompletaci náboje. Náboje se kompletují z jednotlivých komponent na plně automatické lince. Zápalka se zalisuje do nábojnice, poté dojde k přesné prachové navážce. Zalisuje se střela do nábojnice a provede se zaškrcení střely (setkáváme se i s označením zakrimpování), aby střela byla správně usazená. Poté se provede kalibrace celého náboje. Na závěr se provádí výstupní kontrola jakosti. Kontrolují se rozměry hotového náboje, a před finální kompletací se jednotlivé komponenty kontrolují laserem, volumetricky a kalibrovanými váhami.⁶³

Náboje se velkosériově kompletují už od 2. světové války jednoduchými automatickými linkami. V 60. letech vznikaly první rotorové stroje. Rotorové stroje se s lisy využívají i v současnosti. Rotorový stroj je sofistikovaná výrobní linka. Výroba probíhá postupně po jednotlivých operacích. Nástroje jsou umístěny po obvodě soustavy rotorové linky. Rotory samotné se otáčejí kolem své vertikální osy. Podle složitosti a počtu jednotlivých operací je obvod rotoru větší, aby se kolem něj vešlo více nástrojů. Polotovary jsou předávány od rotoru k rotoru předávacími talíři. Postupně se rychlost práce rotorů navyšovala z původních 120 otáček za minutu až po současných 360 až 1200 otáček za minutu.⁶⁴ Obrázek rotorového stroje je vložen v příloze č. 1.

K velkosériové výrobě nábojů se dále využívají lisovací linky nazývané také jako řadová technologie. Horizontální přepravní linkou jsou přiváděny k jednotlivým vertikálním lisům polotovary. Lisy, na kterých dochází postupně ke všem operacím až k hotovému náboji, jsou opatřeny postupovou raznicí.⁶⁵

⁶³ KRČMA, Vít, Jindřich HÝKEL a Pavel NESHYBA. *Atlas nábojů do ručních palných zbraní*. Praha: Naše vojsko, 2016. ISBN 978-80-206-1628-9, str. 25.

⁶⁴ HÝKEL, Jindřich a Václav MALIMÁNEK. *Náboje do ručních palných zbraní*. V Našem vojsku vyd. 2. Praha: Naše vojsko, 2002. ISBN 80-206-0641-6, str. 42-43.

⁶⁵ KRČMA, Vít, Jindřich HÝKEL a Pavel NESHYBA. *Atlas nábojů do ručních palných zbraní: Book of small arms cartridges*. Praha: Naše vojsko, 2016. ISBN 978-80-206-1628-9, str. 25.

4 Malosériová výroba přebíjených nábojů

Jedná se o proces, při kterém dochází ke kompletaci jednotlivých komponentů do jednoho celku v podobě náboje. Přebíjet náboje pro vlastní potřebu může držitel zbrojního průkazu, nebo zbrojní licence.⁶⁶ Je ale možné zakoupit nově vyrobené náboje z již použitých nábojnic. Nejedná se tedy o nákup nábojů přebíjených. Můžeme se setkat s dělením na ruční nabíjení a přebíjení. Ruční nabíjení zahrnuje pouze kompletaci náboje z nových komponent. Oproti tomu přebíjení je kompletace z již použité nábojnice.⁶⁷ Toto dělení se používá spíše v USA. V našich podmínkách souhrnně užíváme pojem přebíjení.

První ruční nabíjení můžeme doložit už k 17. století. Kdy švédský král Gustav Adolf zavedl papírové nábojnice. Během americké občanské války došlo k zavedení výroby mosazných nábojnic. Ty jsou nezbytným komponentem k přebíjení nábojů, jak jej chápeme dnes.⁶⁸

Přebíjený náboj se na první pohled nemusí lišit od náboje továrního. Výroba malosériová se od výroby tovární liší mnohem menší mírou automatizace. V domácích podmínkách se nábojnice nevyrábí. Je ale možné z nábojnice jedné ráže vyrobít formátováním nábojnicí ráže jiné. Výroba zápalky v domácích podmínkách je s ohledem na obsah třaskaviny vyloučena.

Pro konstrukci přebíjeného náboje se používají komponenty stejné nebo mající obdobné vlastnosti jako komponenty v továrně produkovaných nábojích. Hlavním rozdílem je možnost si pro individuální potřebu zkonstruovat náboj přesně podle svých představ. Stěžejní je výběr komponentů požadovaných vlastností. Náboje jedné ráže mohou mít různé vlastnosti a díky tomu se nabízí mnohem větší variabilita oproti továrním nábojům. Největší variabilita je možná výběrem střely a prachové navážky. Střela může být různého tvaru, materiálu, hmotnosti a rozměrů. Přitom jde stále o stejnou ráži náboje. Přebíjení umožňuje výběr střelného prachu, který může mít různé vlastnosti, od hmotnosti navážky,

⁶⁶ § 69, odst. 5. Zákon č. 119/2002 Sb., o střelných zbraních a střelivu, v posledním znění.

⁶⁷ LEITNER, Petr. *Přebíjení střeliva do krátkých a dlouhých kulových zbraní: žádná zbraň není přesnější než jí dovolí střelivo*. Mimoň: OFSETA plus, 1999. str. 8. ISBN 80-902248-1-4,

⁶⁸ LEITNER, Petr. *Přebíjení střeliva do krátkých a dlouhých kulových zbraní: žádná zbraň není přesnější než jí dovolí střelivo*. Mimoň: OFSETA plus, 1999. ISBN 80-902248-1-4, str. 12.

respektive plnicí hustoty, rychlosti hoření, doutnavosti a energetické hodnoty samotného zrna. Výběr nábojnice vhodné pro přebíjení lze omezit na nábojnice mosazné. Ocelové nábojnice jsou příliš tvrdé a příliš rychle opotřebovávají části přebíjecího lisu a jsou i méně šetrné pro zbraně samotné. Hliníkové nábojnice nejsou pro přebíjení příliš vhodné. Žádoucí je používat nábojnice zkonstruované pro zápalku Boxer, která je svou konstrukcí vhodnější pro přebíjení. Nábojnice pro zápalku typu Berdan je možné přebíjet obtížněji.

Přebíjení umožňuje vysokou míru personalizace náboje. Např. náboj se slabší navázkou, která ještě spolehlivě plní samonabíjecí funkci zbraně (přebítí náboje atd.), má žádoucí vliv na zpětný ráz zbraně. Slabší navážka díky velice příjemnému zpětnému rázu pomůže zkušenému sportovnímu střelci k dosažení lepšího rozptylu. Mířidla se rychleji srovnají do jedné přímky s body oči-hledí-muška-cíl. Méně zkušený střelec výhody slabších navážek nemusí vůbec zaznamenat. Špatný anebo slabší úchop zbraně může u pomalé a slabší navážky způsobovat dokonce závady na zbrani. Oproti tomu větší prachové navážky mohou učinit zbraň hůře kontrolovatelnou. Jednotlivé výstřely budou mít u méně zkušených střelců větší časové rozestupy za sebou. Na druhou stranu, s těžší navázkou nemusí začátečníkům se špatným úchopem k závadám docházet tak často. Zkušený střelec s perfektním úchopem zbraně může těžit i z větších navážek především u akčních disciplín, nebo u použití zbraně při obraně. Silnější náboj dosahuje větší kinetické energie, tím je přebíjecí cyklus u samonabíjecích a samočinných zbraní rychlejší. V případě pevného úchopu zbraně může rychleji střílet za sebou. Velký rozdíl přebíjecího cyklu je znát např. při porovnání střelby z ráží 9 mm Luger a .45 AUTO. Pro sportovní střelbu je výběr navážky a střely stěžejní. V dynamických disciplínách je potřeba dosáhnout v jednotlivých divizích výkonového faktoru střeliva. V disciplínách zaměřených spíše na přesnost se vhodným výběrem náboje dá dosáhnout lepšího rozptylu. Pro obranu jsou vhodné náboje, které napomáhají ke kontrole zbraně při střelbě. Náboj s větší navázkou umožňuje rychlejší střelbu, a především dosahuje větší dopadové energie. Tím lze rychle a spolehlivě dosáhnout, co nejvyšší zastavující účinek na útočnickovi. Přebíjením lze takový náboj na míru zkompletovat.

4.1 Pořizovací náklady

Přebíjení je také ekologičtější a ekonomičtější. Cenová úspora po odečtení pořizovacích nákladů je značná. Prvotní investice do potřeb určených k přebíjení náboje 9 mm Luger se může vrátit po přebití cca. 5000 ks. nábojů v případě jednooperačních lisů. Při využití víceoperačního lisu se náklady vrátí po přebití cca 10 000 nábojů. Maloobchodní ceny základních sad pro přebíjení se pohybují kolem 6 500 Kč. Pokročilejší víceoperační sady pro přebíjení vyjdou na cca. 30 000 Kč.⁶⁹

Cena nejlevnějšího továrního náboje 9 mm Luger 115 gr. FMJ vyjde na začátku roku 2022 na 6,50 Kč. Pořizovací náklady identického náboje zhotoveného přebíjením vychází na cca 3,70 Kč. (střela FMJ 2kč+ prachová navážka 0,50 Kč+ zápalka 1,20kč+ nábojnice 0kč v případě recyklace již použitých nábojnic.⁷⁰

V březnu roku 2022 vzhledem k bezpečnostní situaci na Ukrajině došlo k vyprodání veškerých dostupných nábojů 9 mm Luger na českém trhu. Začátkem března 2022 je přebíjení jediným dostupným zdrojem střeliva v případě absence zásob z dob před tímto obdobím.

4.2 Postup přebíjení

Samotné přebíjení se skládá z několika operací. Přebíjení probíhá na tzv. přebíjecím lisu. Jedná se o pákový stroj, který stlačením vytváří tlak nástroje na nábojnici, či přebíjený náboj. Operace jsou obdobné na jednooperačním, či víceoperačním lisu (někdy také udávaný jako lis progresivní). Jen v případě lisu víceoperačního se všechny kroky operace provádí současně na více nábojích, které se postupně kompletují, viz příloha č. 2. U lisu jednooperačního se musí učinit první krok operace pro celou sérii nábojů. Posléze se lis znovunastaví pro následující krok operace a lze pokračovat v práci.

⁶⁹ *Strobl.cz: prebijeci-lisy* [online]. Nová Olešná, 2022 [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: https://www.strobl.cz/prebijeci-lisy_c4303557273036/sestavy-prebijecich-lisu_c4303557273150

⁷⁰ *Zbrane-eshop.cz* [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://www.zbrane-eshop.cz/naboje-do-kratkych-zbrani/745-sellier-bellot-9mm-luger-fmj-75g-115grs-.html>

1.) Zajištění bezpečnosti práce

Při přebíjení je vždy zapotřebí dodržovat bezpečnost práce. Přísně zakázaná je práce s otevřeným ohněm. Dále je zakázáno pracovat v blízkosti zdroje vysokého tepla a v neposlední řadě se musí dávat veliký pozor na vznik statické elektřiny. V domácích podmínkách k ní mohou být náchylné některé podlahové krytiny (např. koberec).

2.) Příprava nábojnice

Vytríděné mosazné nábojnice požadované ráže se nejprve musí vyčistit od nečistot, zbytků nespáleného prachu, karbonizace a podobně. Pro čištění nábojnic se používá rovněž pojem *praní nábojnic*. Praní nábojnic můžeme dělit na suché a mokré, nebo také na praní vibrační a ultrazvukové. Vibrační funguje na principu abraze směsí, která omílá nábojnice, dokud nejsou čisté. Ultrazvuková pračka funguje na principu vibrací koncentrátu, ve kterém jsou nábojnice ponořeny.

Nábojnice se musí namazat pro spolehlivý a hladký chod v lisu. Mazivo nesmí degradovat prachovou náplň. Může se mazat látkami na bázi vazelíny nebo sprejem, který se aplikuje na vnější povrch nábojnice. Vhodným mazivem je např. lanolin rozpuštěný v perchloru. Vlivem tlaků při střelbě dochází k prodlužování krčků nábojnice. Nábojnice se musí především u puškových ráží zkracovat. Po zkrácení je třeba frézku odstranit otřepy z nábojnice. Otřepy se tvoří na vnější i vnitřní části krčku nábojnice. Dále je vhodné pro spolehlivou funkci náboje odstranit frézku pro čištění zátravky napečený karbon ze zátravky.

3.) Kompletace náboje

Kompletace náboje se provádí postupným lisováním jednotlivých komponent do nábojnice, až vznikne nově přebitý kompletní náboj. Samotné přebíjení lze rozdělit do čtyř kroků. Nástroje, kterými se lisovací operace provádí, se nazývají matrice.

- 1.) Prvně se použije rekaliбраční matrice, její funkce spočívá ve vypíchnutí staré zápalky z nábojnice a rekaliбраci nábojnice na požadovaný rozměr. Tento proces se děje v jednom kroku lisu.
- 2.) Poté se lisuje nová zápalka do dna nábojnice.

- 3.) V dalším kroku dojde k rozhrdlení nábojnice a do takto připravené nábojnice se nasype prachová navážka.
- 4.) a) V tomto kroku se usadí střela a zároveň zaškrtní krček. Tím je proces přebíjení dokončený.
- b) Lépe je krok 4 rozdělit na dvě části. Tato varianta je šetrnější ke střele, kdy na ní nepůsobí najednou tolik sil a nedochází k nežádoucí deformaci. V první části dojde na usazení a srovnání střely. V druhé části se střela zaškrtní a zkalibruje se celý náboj na požadovaný vnější průměr. K tomu se používá tzv. žehlička.⁷¹

⁷¹ LEITNER, Petr. *Přebíjení střeliva do krátkých a dlouhých kulových zbraní: žádná zbraň není přesnější než jí dovolí střelivo*. Mimoň: OFSETA plus, 1999. ISBN 80-902248-1-4, str. 68-82.

5 Balistika

Balistika je vědní disciplína zabývající se pohybem a účinkem hmotného letícího tělesa. Pro potřeby práce je objektem balistiky pouze chování letící střely vystřelené z ruční palné zbraně a účinek střely v cíli.

5.1 Vnitřní balistika

Vnitřní balistika je nauka o chování střely v hlavní zbraně.

Dělí se na tři stádia:

1. stádium – Mechanickým podnětem dochází k iniciaci zápalky. Zápalka vznítí prachovou náplň náboje. Narůstá tlak plynů vznikajících z hoření prachové náplně. Nábojnice vlivem tlaku plynů zvětší svůj průměr na rozměr nábojové komory. Nábojová komora se hermeticky uzavře a střela se vlivem rostoucích tlaků zařízne do vývrtu hlavně a dává se do pohybu.

2. stádium – Prachová náplň postupně shoří, tím narůstá tlak plynů v nábojové komoře. Střela v hlavní zbraně prudce akceleruje. Rychlost akcelerace je úměrná rychlosti hoření bezdýmného prachu. Střela v momentě dosažení maximálního tlaku plynů vznikajících shořením prachové náplně přestává postupně akcelerovat. Poté dojde ke zmenšování tlaku v nábojové komoře. Vlivem nárůstu a poklesu tlaků a pohyb střely v drážkách vývrtu hlavně zapříčiní oscilaci hlavně. Kmity hlavně mají vliv na přesnost střelby. Těžší hlavně jsou proto pro přesnou střelbu vhodnější než hlavně lehčí, které při výstřelu více kmitají, čímž negativně působí na střelu.

3. stádium – V této konečné fázi vnitřní balistiky dochází k prudkému snížení tlaku plynů. Rychlost střely už tolik nenarůstá. V nábojové komoře klesá tlak a nábojnice se zmenšuje na svůj konečný průměr.⁷²

⁷² LEITNER, Petr. *Přebíjení střeliva do krátkých a dlouhých kulových zbraní: žádná zbraň není přesnější než jí dovolí střelivo*. Mimoň: OFSETA plus, 1999. ISBN 80-902248-1-4. str. 14

5.2 Přechodová balistika

V této fázi opouští střela ústí hlavně. Prachové plyny dosahují krátkodobě vyšších rychlostí (až 2000 m/s) než samotná střela. Těmito tlaky plynů je střela ještě urychlována, a to až na **ústovou rychlost** označovanou V_0 . Úst'ová rychlost je maximální rychlost střely. Působení vysokých tlaků na střelu při přechodové fázi je spíše nežádoucí. Tlaky plynů na ústí negativně ovlivňují přesnost střelby a samotná akcelerace střely je zanedbatelná oproti působení tlaků vzniklých při vnitřní balistice. Vysoké tlaky mohou docházet z důvodu nevhodné prachové navážky, nebo nedostatečné délky hlavně. V obou případech může docházet k vyššímu sonickému třesku, vyššímu zpětnému rázu a k viditelnému hoření plynů na ústí hlavně. Tyto nežádoucí efekty se dají kompenzovat úst'ovými brzdami, kompenzátory zdvihu a plamene a tlumiči hluku výstřelu.⁷³

5.3 Vnější balistika

Vnější balistika se zabývá balistickou křivkou projektilu. Balistická křivka je termín označující trajektorii letící střely. Trajektorii střely nejvíce ovlivňuje její hmotnost a rychlost, kterou dosáhla při výstřelu. Negativně na letící střelu působí zejména odpor prostředí, ve kterém se pohybuje. Nejčastěji odpor vzduchu a zemská gravitace. Ostatní síly na střelu působí také, ale zanedbatelně. Odpor prostředí, ve kterém se střela letí, má za následek ztrátu rychlosti a změnu dráhy střely směrem k zemskému povrchu.

5.4 Terminální balistika

Terminální, nebo také vnitřní balistika, se zabývá působením střely na cíl. U pevných cílů se věnuje schopnosti střel, nebo jejich částí penetrovat a poškozovat pevný materiál. Penetrační schopnost střely se dá vyjádřit průbojným účinkem střely. U živých cílů se vnitřní balistika zabývá působením střely na živou tkáň. Intenzita poškození způsobené střelou se udává jako ranivost.

⁷³ PLANKA, Bohumil. *Kriminalistická balistika*. Plzeň: Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2010. ISBN 978-80-7380-036-9.

PRAKTICKÁ ČÁST

6 Experiment

Tato kapitola je věnována vlastnímu experimentu. Experiment probíhal na venkovní střelnici. Byl naplánován tak, aby jej bylo možno v budoucnu opakovat, a tím i znovu ověřit získané informace a porovnání.

Hypotéza k experimentu zní: „Velkosériová výroba dosahuje měřitelně lepších výkonnostních vlastností v přesnosti, ranivosti a průbojnosti než výroba malosériová.“ Cílem experimentu je porovnat mezi sebou náboje tovární s náboji přebíjenými. Porovnával jsem přesnost nábojů ve střelbě na papírový terč. Dále ranivý účinek nábojů v balistické želatině a průbojnost v pevném materiálu.

Pro co nejlepší srovnání byl zvolen kalibr 9 mm Luger. Jeho nejčastější použití vyšlo i z dotazníkového šetření. Jen velice respondentů používá do krátkých palných zbraní jiný náboj než 9 mm Luger.

Náboje jsem před samotnou střelbou pečlivě změřil. Měřil jsem celkovou délku náboje, váhu střely a u přebíjených nábojů i navážku prachové složky. Do tabulek jsem pro úplnost zapsal údaje udávané výrobcem nábojů. Především počáteční rychlost střely (dále jen V_0), na ústí hlavně, a i počáteční energii (dále jen J_0).

Další údaje jsem zjistil z měření, pozorování a porovnávání v průběhu samotného experimentu.

6.1 Podmínky experimentu

Experiment probíhal na vnější střelnici ve středních Čechách v měsíci únoru 2022. Při samotné střelbě byla teplota okolního vzduchu 7–8°C. Nadmořská výška 268 m nad mořem. Tlak 1013 hPa, poměrně větrno. Rychlost 10, 4 m/s. Relativní vlhkost 32 % a oblačnost až 71 %.

Vzdálenost měření rychlosti střel jsem zvolil na 3 metry. Rychlost byla měřena střeleckými hradly. vzdálenost 3 metry jsem účelně vybral pro co

nejpřesnější simulaci podmínek použití zbraně v reálném světě. Samotná střelba na balistickou želatinu a kovové plechy probíhala také na vzdálenost 3 metry.

Počáteční rychlost udávaná výrobcem u továrních nábojů se od mnou naměřených hodnot odlišuje především tím, že byla naměřena za použití jiné měřicí techniky, jiné délky hlavně a rovněž, že jsem měřil rychlost střely až 3 metry od ústí hlavně.

V experimentu jsem srovnával počáteční průměr střely s průměrem střely vystřelené na měkký cíl, kdy mohlo dojít k expanzivnímu účinku.

Ranivost v měkkém cíli jsem porovnával komparací střelných kanálů jednotlivých střel mezi sebou. Zajímá mě především o hloubku penetrace a vizuální mocnost střelného kanálu. Permanentní kavitu jsem také změřil. Dočasná kavita je měřitelná jen za pomoci vysokorychlostní kamery o snímkovací frekvenci až 30 000fps. Vhodnou kamerou je například produkt Fastcam MINI UX 100 firmy Photron,⁷⁴ který jsem neměl k dispozici.

Průbojnost střel jsem porovnával při působení střel v pevném cíli mezi sebou. Střelba probíhala na registr ocelových plechů. Použitá ocel 11 300. Průbojný účinek vyjadřoval počet prostřelených plechů jedním výstřelem v řadě za sebou. Plechy měly sílu 1 mm s pravidelnými 8 mm rozestupy. Dále jsem srovnával počáteční průměr střely s průměrem střely po výstřelu na pevný povrch. Případně počet a velikost fragmentů, které se oddělily od střely při nárazu na plech.

Pro přehlednost je v příloze 9 vložena komplexní tabulka. Tabulka pro ucelený přehled obsahuje data ze všech dílčích částí experimentu. V tabulce jsou podrobně uvedeny parametry nábojů, včetně údajů zjištěných z jednotlivých pokusů. Náboje jsou v tabulce označeny pro zjednodušení zkratkou.

Použité náboje napříč celým experimentem:

- **Tovární náboje 9 mm Luger:**
 - Fiocchi EMB 93 gr. (dále jen **EMB**)
 - Náboj Sellier & Bellot XRG Defense střela 100 gr. (dále jen **XRG**)
 - Náboj Sellier & Bellot s celoplášťovou střelou **FMJ 115 gr.**

⁷⁴ Rucevzhuru.cz: *Není expanze jako EXPANZE* [online]. 2016 [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: <https://www.rucevzhuru.cz/technika/236-neni-expanze-jako-expanze.html>

▪ **Přebíjené náboje 9 mm Luger:**

- Náboj s celoplášťovou střelou FMJ 115 gr, (dále jen **FMJR**)
- Náboj s ogivální homogenní střelou 09-XSB-98-O 98gr. (dále jen **XSBO**)
- Náboj s ogivální homogenní střelou X-XSB V12 72gr. (dále jen **XSBV**)
- Náboj s expanzivní (Hallow Point) homogenní střelou 09-XSB-HP 83gr. (dále jen **XSBHP**)
- Náboj s olověnou střelou 09-135-RN-BB 135 gr., tvar střely Round Nose, Bevel Base (dále jen **RN**) - ogivální střela se šikmou základnou

Přebíjené náboje XSB dosahují maximálně 160 MPa (1 600 bar). Norma CIP udává maximální povolené tlaky 230 MPa. (2350 bar).⁷⁵ Přebíjené náboje se od sebe odlišují použitou střelou a prachovou navázkou.

6.2 Průbojné vlastnosti

Experiment jsem provedl s náboji přebíjenými i továrními. Žádný z porovnávaných nábojů nelze zařadit do kategorie A pro jejich průbojný účinek. Pro zajímavost jsem porovnal průbojnost stejného přebíjeného náboje XSBO vystřeleného z pistole Glock 19 o délce hlavně 102 mm se sportovní 9 mm karabinou JP o délce hlavně 368 mm (14,5“).

➤ **Komparované náboje na průbojnost:**

Tovární náboje:

- FMJ
- XRG
- EMB

Přebíjené náboje:

- RN
- XSBO
- XSBV
- XSBHP
- FMJR

⁷⁵ *Strely.cz: x-xsb* [online]. 2022 [cit. 2022-02-11]. Dostupné z: <http://www.strely.cz/x-xsb.htm>

Tovární náboje jsem vybral pro jejich vhodnost pro obranné užití, univerzálnost a balistické vlastnosti udávané výrobcem. Použil jsem tuzemský a zahraniční náboj vycházející z náboje služebního. S přebíjenými náboji byl výběr složitější. Vybral jsem vzorek nábojů se střelou olověnou, homogenní i celoplášťovou. Výběr homogenních střel jsem rozšířil na střelu ogivální, ogivální velmi lehkou střelu se zadní dutinou a střelu expanzní (Hollow Point).

➤ Průběh experimentu na průbojnost

Samotný test probíhal na vzdálenost 3 m. Stejně jako ostatní testy z důvodu vzájemné komparace a doplnění. Cílem průbojného účinku nábojů byla sestava ocelových plátů, tzn. registr ocelových plátů. Každý ocelový plát měl mocnost 1 mm. Plát byl z oceli jakosti 11 300. Jedná se o materiál ke konstrukci plechů.⁷⁶ Ocelové pláty byly smontovány v řadě za sebou. S pravidelnými rozestupy 8 mm, viz příloha 3.

Po každém vystřeleném náboji na cíl jsem zásah označil jak na terči, tak do archu. Po dostřelení jsem začal rozebírat plechový registr a vše patřičně zaznamenávat a dokumentovat, viz obrázek 6.

Obrázek 6: Rozebraná sestava plechů po střelbě



Zdroj: vlastní zpracování

⁷⁶ Metalmax.cz [online]. [cit. 2022-02-05]. Dostupné z: <http://www.metalmax.cz/znacky.php>

V tabulce 4 udávám, o jaký náboj se jedná, a jak se jeho průbojný účinek v pevném cíli projevil. Z tabulky je také zřejmé, že průbojnost ovlivňuje nejen tvar a materiál střely, ale také váha, rychlost, a tím pádem i energie střely. Velkosériově vyráběné náboje jsou v tabulce zvýrazněny tučně.

Tabulka 4: **Porovnání průbojnosti nábojů**

Náboj	váha střely (gr)	váha střely (g)	Tovární V_0 (fps)	Tovární E_0 (J)	V_3 (fps)	E_3 (fps)	počet perforovaných plátů
RN	135	8,75			952	368	2
FMJR	115	7,5			970,8	326	4
FMJ	115	7,5	1280	570	1049	381	5
EMB	93	5,8	1411	557	1174,3	386	6
XSBHP	83	5,4			1410,5	497	6
XRG	100	6,5	1312	520	1224	451	7
XSBO	98	6,4			1266	473	7
XSBV	72	4,7			1469,5	468	7

Zdroj: vlastní zpracování

➤ **Vyhodnocení experimentu průbojnost**

Jako nejméně průbojný náboj musím jednoznačně označit náboj RN s ogivální olověnou střelou Round Nose o váze 93 grainů. Střela byla schopná probít pouze 2 plechy. Střela se nijak nefragmentovala a měla i největší expanzi při dopadu na pevný povrch. Expanze dosáhla 13,4 mm v průměru. Ostatní střely si více či méně zachovaly svůj původní tvar a rozměry. O tomto náboji lze říct, že může být vhodnou alternativou k náboji s celoplášťovou střelou, který je často nošený ve zbraních určených pro ochranu života, zdraví a majetku. Střela se při dopadu na pevný cíl značně deformuje, čímž rychle ztrácí energii. Při případném odrazu od pevného materiálu je snížena její ranivost, tím je snížena pravděpodobnost ohrožení nezúčastněných osob. Jako druhý v pořadí vyšel náboj FMJR. Jedná se o celoplášťový přebíjený náboj. Náboj probil 4 ocelové pláty. Za ním skončil velkosériově vyrobený náboj Sellier & Bellot s celoplášťovou střelou FMJ 115 gr. Střela probila 5 plechů. Na čtvrtém místě skončily shodně tovární italský služební náboj Fiocchi EMB s expanzivní homogenní střelou o váze 93 gr. a náboj přebíjený XSBHP s expanzivní

homogenní střelou o váze 83 gr. Oba náboje překonaly šest plechů. Sedm plechů shodně překonaly tři náboje. Tovární náboj Sellier & Bellot se střelou XRG 100 gr. a přebíjené náboje s ogivální homogenní střelou XSBO 98gr. a XSBV 72gr.

Průbojný účinek náboje neovlivňuje jen konstrukční řešení střely, množství druh výmetné složky, ale především rychlost projektilu. Jako názornou ukázkou jsem si dovolil porovnat průbojnost náboje s ogivální střelou 09-XSB-98-O. vystřeleného jak z krátké zbraně, tak z dlouhé zbraně. Viz tabulka 5.

Tabulka 5: **Vyhodnocení průbojných vlastností**

Zbraň	Hlaveň	Střela	Rychlost V ₃	Průbojnost
Glock 19	102 mm	XSBO	1266fps	7 plechů
JP GMR-15	368 mm	XSBO	1455fps	9 plechů

Zdroj: vlastní zpracování

Náboj v dlouhé karabině na pistolové náboje dosáhl průbojnosti 9 plechů, zastavil se tedy až o desátý plech. Z toho vyplývá, že průbojnost koreluje s rychlostí střely.

Jako další příklad ovlivnění rychlosti délkou hlavně jsem změřil rychlost náboje .223 Remington Sellier & Bellot 55 gr. Ten dosahuje v 18palcové hlavní rychlosti až 1006 m/s (3300 fp/s) 55gr. Střela v dlouhé hlavní dosahuje téměř rychlosti MACH3. Ve zbrani ar15 BCM s 11 palců dlouhou hlavní byla změřena rychlost na hradlech pouze 2654 fp/s.

Rychlost, a tedy energii střely, ovlivňuje nejen náboj, ale i hlavěň. Především její délka. V případě použití kratší hlavěň pro stejný náboj došlo k poklesu rychlosti o 19,6 %.

6.3 Přesnost

Porovnával jsem přesnost přebíjených nábojů s náboji továrními na vzdálenost 25 metrů, viz tabulka 6. Střelba byla vedena bez opory ve standardním střeleckém postoji obouruč ze stejné zbraně. Vybral jsem k experimentu zbraň Glock 19 Gen. 5. Zbraň je svou povahou určena spíše ke

skrytému nošení, či služebnímu použití. Zbraň má na své kompaktní rozměry velice dobrou ergonomii. Zpětný ráz se chvalitebně kontroluje při střelbě. Kapacita zásobníku 15 ran je také dostatečná pro soutěžení ve střeleckých dynamických disciplínách.

Tabulka 6: **Porovnání přesnosti střelby na 25 metrů s nábojem FMJ 115 gr.**
(Naměřené hodnoty jsou uvedené v mm.)

pořadí střelby	1.	2.	3.	4.	5.	Ø rozptyl
tovární	40	42	39	45	41	41, 4
přebíjený	45	50	52	40	43	46, 6

Zdroj: vlastní zpracování

Na přesnost střelby jsem v experimentu použil tovární náboj Sellier & Bellot 9 mm Luger, střela FMJ 115 gr. Vybraný přebíjený náboj má stejnou střelu jako porovnávaný tovární náboj. Náboje se tedy mezi sebou odlišují pouze prachovou náložkou a původem. Přesnost náboje je do jisté míry subjektivní. Učinit test co nejobektivnějším jsem se ale snažil alespoň tím, že jsem nevěděl, jakými náboji budu střílet. Subjektivnost vychází především z tréninku, přestože může některý z nábojů vykazovat mnohem lepší vlastnosti, střelec může lépe nastřílet s náboji horšími, ale s kterými pravidelně trénuje. Zná jejich charakteristiku a je na ně zvyklý.

➤ Průběh experimentu na přesnost

Opakovaně jsem si připravil dva na dně označené zásobníky. V každém zásobníku jsem měl připraveno pět nábojů. V jednom zásobníku byly náboje tovární a v druhém přebíjené. Náhodně jsem obdržel do ruky zásobník s mně neznámým původem nábojů. Střelbu jsem vedl v sedě s oporou obou loktů o střelecký pult na terč – nekrytě ležící figura. Po střelbě jsem zapsal do archu své subjektivní vnímání střelby, které jsem vyjádřil školní známkou jako ve škole. Znamka 1 představuje nejlepší ohodnocení a 5 nejhorší. Znamka vystihuje uceleně zpětný ráz zbraně při výstřelu a jednoduchost znovu srovnat mířidla s terčem do jedné roviny, tedy znovu zamířit na terč.

Známky za jednotlivé střelby jsou zaznamenány v tabulce 7.

Tabulka 7: **Vnímání zpětného rázu a kontroly mířidel s nábojem FMJ 115 gr.**

pořadí střelby	1.	2.	3.	4.	5.	Ø známka
tovární	3	3	2	2	3	2, 6
přebíjený	2	3	2	3	2	2, 4

Zdroj: vlastní zpracování

Poté jsem šel vyhodnotit rozptyl. Následoval experiment s druhým zásobníkem. Tímto postupem jsem se snažil co nejméně ovlivnit preferenci jednoho, či druhého původu náboje. Nakonec jsem do archu zapsal skutečný původ náboje, tedy jestli se jedná o tovární, či přebíjený náboj. Experiment jsem za stejných podmínek opakovat celkem ještě čtyřikrát. Rozptyl přebíjeného náboje FMJ zobrazuje obrázek 7.

Obrázek 7: **Rozptyl továrního náboje FMJ**



Zdroj: vlastní zpracování

Rozptyl továrního náboje FMJ znázorňuje obrázek 8.

Obrázek 8: **Tovární FMJ**



Zdroj: vlastní zpracování

➤ Vyhodnocení experimentu na přesnost

Zcela jednoznačně nelze vyhodnotit jeden náboj za lepší či horší. V žádném případě nedošlo k závadě v souvislosti s nábojem, nebo na zbrani. Subjektivně je vnímání přebíjeného náboje považováno za příjemnější. Zbraň se po střelbě chovala kultivovaněji v průběhu samotného výstřelu. Zaznamenal jsem menší zpětný ráz, při kterém tovární náboj obdržel známku 2, 6 Oproti tomu přebíjený náboj jsem ohodnotil známkou 2, 4. Subjektivně příjemnější chování může mít mnoho důvodů. Jedním z důvodů si vykládám tak, že střela přebíjeného náboje byla při měření pomocí optických hradel změřena jako pomalejší. Dosáhla průměrné rychlosti 971 fps. Oproti tomu tovární náboj dosáhl rychlosti 1049 fps.

Mnohem důležitější je vyhodnocení přesnosti samotného náboje. Rozptyl byl jednoznačně lepší v případě náboje továrního, kdy průměrný rozptyl dosáhl 41, 4 mm. Přebíjený dosáhl rozptylu 46, 6 mm.

V neposlední řadě je nutno zmínit, že přebíjený náboj lze pořídit levněji a má příjemnější zpětný ráz. Lépe a levněji se s ním trénuje. Vzhledem k příznivější ceně náboje přebíjeného, je možné za stejné pořizovací náklady náboje továrního, pořídit větší počet nábojů přebíjených.

Obecně známá poučka zní, že trénink dělá sportovce. S levnějším přebíjeným nábojem může za stejné náklady trénovat častěji, což by mělo střelcův sportovní výkon posunout z dlouhodobého hlediska dále. V experimentu jsem při měření přesnosti došel k závěru, že přesnější je v tomto případě náboj tovární, přestože u přebíjeného náboje je mnohem větší možnost kontrolovat hmotnostní rozdíly jednotlivých prachových navážek a střel mezi sebou než u produkce velkosériové, která může pracovat ve větších výrobních tolerancích. Kontrolou při přebíjení lze dosáhnout menších odchylek. Je tedy možné, že v tomto případě došlo v průběhu malosériové výroby náboje ke špatné konzistenci navážek, a tím mohlo dojít k většímu rozptylu než při velkosériové výrobě.

6.4 Ranivost

Ranivý účinek jsem se snažil vyjádřit experimentem spočívajícím v předání energie cíli při výstřelu do měkkého cíle. Měkký cíl reprezentuje blok želatiny. Balistický gel je často využíván pro svojí obdobnou hustotu jako lidské tělo.

Lidské tělo je v průměru o trochu hustší než voda. Udává se 1100 kg/m³.⁷⁷ Z tohoto důvodu jsem zvolil za cíl blok želatiny, který má přibližnou hustotu lidské svaloviny. Rozměry želatinového bloku 25x15x100 cm. Ideální stav nastává, kdy veškerá dopadová energie je předána cíli, tím že se projektil zastaví v těle. Nedochází k průstřelu. To je žádoucí nejenom z důvodu zastavujícího účinku střely, ale především z důvodu menší šance ke zranění, či usmrcení nezúčastněných osob a škod na majetku třetích stran.

➤ **Komparované náboje**

Výběr nábojů jsem zúžil na náboje s expanzním účinkem střel. Náboje používané v experimentu na průbojnost vytvářely v balistickém gelu průstřel i na vzdálenost vyšší jak 80 cm. Všechny expanzní náboje mají homogenní střelu. Tovární náboje reprezentuje Náboj Fiocchi EMB s expanzní střelou o váze 93 gr. a tovární náboj Sellier & Bellot XRG Defense s expanzní střelou o váze 100 gr. Přebíjený náboj s expanzivní střelou 09-XSB-HP o váze 83 gr.

Tovární náboje:

- **XRG**
- **EMB**

Přebíjený náboj:

- **XSBHP**

➤ **Průběh experimentu**

Střelba byla vedena na balistickou želatinu ve vzdálenosti 3 m. Experiment spočíval ve výstřelu z palné zbraně pistole Glock 19 Gen 5. Při výstřelu byla změřena rychlost střel na vzdálenost 3 m pro snadnější výpočet energie při dopadu na cíl a komparaci. Poté se změřila délka střelného kanálku, průměr nejširšího místa střelného kanálku a průměr střely po expanzi v měkkém cíli. Detail střely EMB je v příloze č. 5. Detail střely XSBHP je v příloze č. 6. Detail střely XRG je v příloze č. 7.

⁷⁷ POKORNÁ, Veronika. *MOŽNOSTI POUŽITÍ MATERIÁLŮ PRO VÝROBU TESTOVACÍ FIGURÍNY*. Brno, 2017. Diplomová práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ.

➤ Vyhodnocení experimentu na ranivost

Nejlepší výsledky byly naměřeny pro přebíjený náboj 09-XSB-HP. Tento náboj dosahoval nejen nejvyšší energie při dopadu na cíl, ale zároveň měl nejkratší střelný kanálek. Naměřený průměr střely po expanzi v cíli měl ovšem nejhorší. Velice dobrých výsledků dosahovaly i tovární náboje. Náboj Sellier & Bellot XRG Defense měl však o 65 J vyšší dopadovou energii než náboj Fiocchi EMB. Při prakticky stejném střelném kanálku 48 a 47 cm. Expanze obou nábojů v cíli byla značná. XRG dosáhl přes 18 mm v průměru a náboj EMB dosáhl téměř 16 mm. Průměr dočasné kaverny jsem bohužel změřit nemohl, protože nedisponuji kamerou s dostatečně vysokou snímkovací frekvencí. Expanze střel z boku zobrazuje obrázek 9. a pohled ze shora obrázek 10. Náboje se střelou jsou na obrázcích řazeny zleva v pořadí: XSHP, XRG, EMB.

Obrázek 9: **Expanze střel XSBHP, XRG, EMB ze strany při pohledu z boku**



Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 10: **Expanze střel XSHP, XRG, EMB při pohledu ze shora**



Zdroj: vlastní zpracování

Změřil jsem vizuálně viditelný nevyšší průměr střelného kanálku. Náboj XRG dosahoval přibližně 3,2 cm v průměru. Náboj XSBHP 4,5 cm a náboj EMB dokonce 5,3 cm. Pohled na střelné kanálky v balistickém gelu je v příloze č. 8.

Výsledky experimentu na ranivost jsou shrnuty v tabulce 8. Továrně vyráběné náboje jsou zde vyznačeny tučně.

Tabulka 8: **Výsledky experimentu na ranivost**

Náboj	V střely		V ₃ (fps)	E ₃ Glock 19 (J)	Střelný kanálek (cm)	Počáteční průměr střely (mm)	
	<i>Grain</i>	<i>Gram</i>				<i>počáteční průměr</i>	<i>želatina</i>
EMB	93	5,8	1174	386	47	9,03	15,65
XRG	100	6,5	1224	451	48	9,03	18,2
XSBHP	83	5,4	1411	497	35	9,03	12,2

Zdroj: vlastní zpracování

Závěr

Na základě poznatků z teoretické části práce a informací získaných v praktické části se mi povedlo porovnat kvalitu velkosériové výroby nábojů s malosériovou výrobou nábojů. V teoretické části práce jsem popsal rozdíly mezi továrním a přebíjeným střelivem.

Tovární náboj je univerzálně vyrobený pro nejčtenější počet značek a typů vyráběných zbraní. Je zhotoven v určitých tolerancích, které nemusí vyhovovat požadavkům sportovních střelců, kteří vyžadují nejvyšší konzistenci prachových navážek, hmotnost a kvalitu zpracovaných střel. Pouze vysokou unifikací lze dosáhnout perfektního rozptylu. Rovněž tomu je u přesné střelby za použití optického zaměřovače. Nástřel optiky prováděný jednou sérií nábojů nemusí být stejný v případě užití jiné šarže stejného produktu. Dokonce i v jedné šarži kvůli výrobním tolerancím dochází k odchylkám mezi výkonnostními vlastnostmi nábojů. Přesto jsem se při pozorování dostupných továrních nábojů v České republice setkal velice ojediněle s poškozenými náboji z výroby.

Přebíjený náboj může být individuálně navržen pro potřeby střelce. Díky příznivější ceně náboje přebíjeného je možné za stejné pořizovací náklady náboje továrního pořídit větší počet nábojů přebíjených. S levnějším přebíjeným nábojem lze za stejné náklady trénovat častěji. Lze konstatovat, že přebíjení má smysl především pro potřeby sportovních střelců.

Přebíjené náboje smí na základě platné české legislativy vyrábět a používat pouze držitel zbrojní licence či zbrojního průkazu. Z tohoto důvodu není možné využití přebíjeného střeliva členy ozbrojených bezpečnostních sborů a Armády České republiky. Profesionálové mohou využít benefity přebíjeného střeliva pouze během tréninku nad rámec služebního výcviku. I tak je znalost postupů malosériové výroby vhodným doplňkem znalostí profesionála.

Mezi hlavní odlišnosti velkosériové výroby od výroby malosériové, patří vysoká míra automatizace. Velkosériová výroba dosahuje značných výhod rychlostí, ke kterým dochází na rotorových strojích nebo lisovacích linkách ke kompletaci náboje. Přesnost jednotlivých pracovních postupů může být oproti přebíjení v domácích podmínkách stejná, nebo vyšší, ale zpravidla tomu tak z ekonomických důvodů není. Stroje fungují v dostatečných tolerancích tak, aby

dosahovaly pouze určitého stupně kvality. Další výhodou velkosériové výroby je možnost výroby vlastních zápalek a střel. Střely se v domácích podmínkách vyrobit do jisté míry dají, ale u zápalek je to s ohledem na obsahující třaskavinu legislativně vyloučeno. Oproti tomu malosériová výroba je mnohem pomalejší. Rychlost se dá do jisté míry kompenzovat využitím lisu víceoperačního místo lisu jednooperačního. Tímto se může rychlost zvýšit z cca 100 kusů zkompletovaných nábojů až na 1200 kusů nábojů za hodinu. Tyto rychlosti jsou ovšem zanedbatelné s porovnáním s rychlostí velkosériových výrob. Malosériová výroba umožňuje vyrobit náboj přesně podle potřeb střelce. Přebíjený náboj může být individuálně zhotoven pro potřeby střelce.

Přebíjení může být také menší automatizací více náchylné k chybovosti zapříčiněné lidským faktorem. Stejně tak je možné dosáhnout četnými kontrolami perfektní konzistence nábojů. Vše je podmíněné precizností zhotovitele. Ne vždy jsou určité náboje dostupné na trhu. Přebíjením lze takovýto raritní náboj zkompletovat.

V březnu roku 2022 vzhledem k bezpečnostní situaci na Ukrajině došlo v České republice k vyprodání veškerých dostupných nábojů 9 mm Luger FMJ a jiných. Přebíjení v období začátku roku 2022 je jediným dostupným zdrojem tréninkového střeliva.

Přebíjení je oproti velkosériové výrobě mnohem ekologičtější činnost. Velkosériová výroba zpravidla využívá nově vyrobené komponenty. Jsou ale obchodní společnosti, které využívají již vystřelených nábojnic. Oproti tomu přebíjení je zpravidla činnost využívající již použitých nábojnic. Z důvodu recyklace a absence potřeby zisku z prodeje velkosériově vyráběných nábojů je malosériová výroba levnější i po odečtení nákladů s pořízením vybavením potřebným k přebíjení.

Výsledky empirické části vyšly z hlediska přesnosti střelby na cíl ve prospěch továrního náboje., přestože při výrobě přebíjených nábojů je mnohem větší možnost kontroly kvality a hmotnostních rozdílů komponentů než u produkce velkosériové. Zbraň se sice chovala kultivovaněji v průběhu samotného výstřelu při použití náboje přebíjeného, přesto byl rozptyl jednoznačně lepší v případě náboje továrního. Velkosériové vyrobený náboj dosáhl průměrného rozptylu 41,4 mm. Přebíjený dosáhl pouze rozptylu 46,6 mm.

Mnou provedený experiment na ranivost ukázal, že nejlepší výsledky byly naměřeny pro přebíjený náboj 09-XSB-HP. Dosahoval nejvyšší energie při dopadu na cíl a zároveň měl nejkratší střelný kanálek. Naměřený průměr střely po expanzi v cíli měl ovšem nejhorší. Velice dobrých výsledků dosahovaly i tovární náboje. Náboj Sellier & Bellot XRG Defense dosahoval ale o 65 J vyšší dopadovou energii, než náboj Fiocchi EMB při prakticky stejném střelném kanálku 48 a 47 cm. Expanze obou nábojů v cíli byla značná. XRG dosáhl přes 18 mm v průměru a náboj EMB dosáhl téměř 16 mm.

Experiment na průbojnost nábojů prokázal jistou souvislost mezi rychlostí a průbojností střel. Nejméně průbojný byl náboj olověný. Střela byla schopná probít pouze 2 plechy. Střela se nijak nefragmentovala a měla i největší expanzi při dopadu na pevný povrch. Střela se při dopadu na pevný cíl značně deformuje, čímž rychle ztrácí energii. Při případném odrazu od pevného materiálu je snížena její ranivost, tím je snížena pravděpodobnost ohrožení nezúčastněných osob. Náboje s celoplášťovými střelami dosáhly obdobných penetračních účinků. Z důvodu vyšší rychlosti byl přesto průbojnější náboj velkosériové produkce. Shodně skončily tovární italský služební náboj Fiocchi EMB s expanzivní homogenní střelou o váze 93 gr. a náboj přebíjený XSBHP s také expanzivní homogenní střelou o váze 83 gr. Oba náboje překonaly šest plechů, sedm plechů shodně překonaly tři náboje - tovární náboj Sellier & Bellot se střelou XRG 100 gr. a přebíjené náboje s ogivální homogenní střelou XSBO 98 gr. a XSBV 72 gr. Průbojný účinek náboje neovlivňuje tedy jen konstrukční řešení střely, množství a druh prachové navážky, ale především rychlost projektilu.

Na základě zjištěných skutečností z experimentu jsem došel k nejednoznačnému závěru hypotézy. Velkosériová výroba dosahuje měřitelně lepších výkonnostních vlastností navzdory předpokladu pouze v přesnosti. V ranivosti je velkosériová výroba v expanzi střely při průniku materiálem simulujícím hustotu lidského těla lepší. energii ztrácí ovšem tovární náboj pomaleji než náboj malosériově vyrobený. Srovnatelné průbojné vlastnosti dosáhla výroba velkosériová s nábojem XRG s výrobou malosériovou v případě nábojů XSBO a XSBV. při průstřelu 7 plechů. Srovnatelné vlastnosti průbojnosti mají také tovární náboj EMB s přebíjeným nábojem XSBHP. Kdy oba překonaly

6 plechů. Lépe si vedl velkosériově vyrobený náboj FMJ, který prostřelil 5 plechů. Malosériově vyrobený náboj FMJR překonal pouze 4 plechy.

Výstupy z práce by mohly pomoci především sportovním střelcům s tréninkem a se sportovními výkony na soutěžích. Profesionálům zdokonalit střelecké schopnosti a dovednosti a znalost nad rámec služebního výcviku. Dále by informace obsažené v práci mohly zvýšit povědomí o střelivu, jeho vlastnostech a kvalitě ve střelecké komunitě, ale i mimo ni.

Cílem bakalářské práce byla **komparace kvality a vlastností továrního střeliva se střelivem přebíjeným**. Domnívám se, že cíl práce byl splněn.

Seznam použité literatury

Monografie

Advances in biological and medical physics. New York: Academic Press, 1948-.

CARAS, Ivo. *Střelivo: do ručních palných zbraní*. Praha: ARS-ARM, 1995. ISBN isbn80-900833-8-2.

CONTAMINE, Philippe. *Válka ve středověku*. Přeložil Josef HAJNÝ. Praha: Argo, 2004. Každodenní život. ISBN 80-7203-615-7.

ČERNÝ, Pavel a Michal GOETZ. *Manuál obranné střelby*. Praha: Grada, 2004. ISBN 978-80-247-0739-6.

ČORNEJ, Petr. *Jan Žižka: život a doba husitského válečníka*. V Praze: Paseka, 2019. ISBN 978-80-7432-990-6.

GRAVETT, Christopher. *German Medieval Armies 1300–1500*. Antonia, MO, U.S.A.: Osprey Publishing, 1985. ISBN 13: 9780850456141.

HÝKEL, Jindřich a Václav MALIMÁNEK. *Náboje do ručních palných zbraní*. V Našem vojsku vyd. 2. Praha: Naše vojsko, 2002. ISBN 80-206-0641-6.

Christian Friedrich Schönbein. [1899].

KRAUZ, Cyril, SEIFERT, Josef, ed. *Technologie výbušin*. Praha: Věd.-techn. nakl., 1950. Chemická technologie.

KRČMA, Vít, Jindřich HÝKEL a Pavel NESHYBA. *Atlas nábojů do ručních palných zbraní: Book of small arms cartridges*. Praha: Naše vojsko, 2016. ISBN 978-80-206-1628-9.

LEITNER, Petr. *Přebíjení střeliva do krátkých a dlouhých kulových zbraní: žádná zbraň není přesnější než jí dovolí střelivo*. Mimoň: OFSETA plus, 1999. ISBN 80-902248-1-4.

PAZDERA, David. *CZ 75: příběh české legendy: prvních čtyřicet pět let naší nejslavnější pistole*. Praha: Euromedia Group, 2020. Universum (Euromedia Group). ISBN 978-80-242-7088-3.

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

POKORNÁ, Veronika. *MOŽNOSTI POUŽITÍ MATERIÁLŮ PRO VÝROBU TESTOVACÍ FIGURÍNY*. Brno, 2017. Diplomová práce. VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ.

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

SLABA, Martin. *Myslivost - lovectví*. [Praha]: Asociace muzeí a galerií České republiky, 2019. Názvosloví etnografických sbírek. ISBN 978-80-86611-82-2.

Zákonná úprava a interní akty řízení

Zákon č. 114/2002 Sb., *o střelných zbraních a střelivu* (zákon o zbraních)

Zákon č. 273/2008 Sb., *o Policii České republiky*

Zákon č. 40/2009 Sb., *trestní zákoník*

Webové stránky a elektronické zdroje

Ammo.com [online]. U.S.A., 2022 [cit. 2022-03-07]. Dostupné z: <https://ammo.com/bullet-type/hollow-point-boat-tail-hp-bt>

Komplexní test nábojů 9 Luger Sellier & Bellot: Tactical Training SW&TT [online]. San Bruno: Youtube, 2021 [cit. 2022-02-15]. Dostupné z: <https://www.youtube.com/watch?v=5v3qhpYm3Qk>

Metalmax.cz [online]. [cit. 2022-02-05]. Dostupné z: <http://www.metalmax.cz/znacky.php>

Strobl.cz: prebijeci-lisy [online]. Nová Olešná, 2022 [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: https://www.strobl.cz/prebijeci-lisy_c4303557273036/sestavy-prebijecich-lisu_c4303557273150

Strely.cz: XSB monolitické střely [online]. 2022 [cit. 2022-02-10]. Dostupné z: http://www.strely.cz/strely_xsb.htm

Vojenský historický ústav Praha: VHÚ získal od České zbrojovky dvě unikátní pistole z edic Republika a Anthropoid [online]. 19. 08. 2020, 1 [cit. 2022-02-23]. Dostupné z: [doi:http://www.vhu.cz/vhu-prevzal-od-ceske-zbrojovky-dve-unikatni-pistole-z-edic-republika-a-anthropoid/](http://www.vhu.cz/vhu-prevzal-od-ceske-zbrojovky-dve-unikatni-pistole-z-edic-republika-a-anthropoid/)

Zbrane-eshop.cz [online]. [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://www.zbrane-eshop.cz/naboje-do-kratkych-zbrani/745-sellier-bellot-9mm-luger-fmj-75g-115grs-.html>

Zbranekvalitne.cz [online]. Česká republika, 2022 [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: <https://zbranekvalitne.cz/zbrojni-prukaz/nauka-o-zbranich>

Zbraně kvalitně.cz: Nauka o zbraních [online]. [cit. 2022-03-07]. Dostupné z: <https://zbranekvalitne.cz/zbrojni-prukaz/nauka-o-zbranich>

Seznam obrázků

Obrázek 1: Řez zbraně CZ 75	18
Obrázek 2: Zápalka Boxer a Berdan.....	21
Obrázek 3: Tovární náboje: EMB, XRG, FMJ	27
Obrázek 4: Služební náboj se střelou HS a náboj XRG	31
Obrázek 5: Přebíjené náboje FMJ, olověný RN-BB, XSBO, XSBV, XSBHP	32
Obrázek 6: Rozebraná sestava plechů po střelbě	46
Obrázek 7: Rozptyl továrního náboje FMJ	50
Obrázek 8: Tovární FMJ	50
Obrázek 9: Expanze střel XSBHP, XRG, EMB ze strany při pohledu z boku.....	53
Obrázek 10: Expanze střel XSHP, XRG, EMB při pohledu ze shora	53

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vlastnosti EMB.....	29
Tabulka 2: Vlastnosti Sellier & Bellot FMJ.....	29
Tabulka 3: Náboj XRG Defense	30
Tabulka 4: Porovnání průbojnosti nábojů	47
Tabulka 5: Vyhodnocení průbojných vlastností	48
Tabulka 6: Porovnání přesnosti střelby na 25 metrů s nábojem FMJ 115 gr.....	49
Tabulka 7: Vnímání zpětného rázu a kontroly mířidel s nábojem FMJ 115 gr.	50
Tabulka 8: Výsledky experimentu na ranivost	54

Seznam příloh

Příloha č. 1: Rotorový stroj.....	64
Příloha č. 2: Víceoperační lis.....	65
Příloha č. 3: Sestava plechů před střelbou.....	66
Příloha č. 4: Sestava plechů po střelbě	67
Příloha č. 5: Střelný kanálek s expandovanou střelou EMB v balistickém gelu.....	68
Příloha č. 6: Střelný kanálek s expandovanou střelou XSBHP v balistickém gelu..	69
Příloha č. 7: Střelný kanálek s expanzní střelou XRG v balistickém gelu	70
Příloha č. 8: Střelné kanálky EMB, XRG, XSBHP ze shora	71
Příloha č. 9: Komplexní tabulka	72

Seznam použitých zkratek

atd. – a tak dále

BB – Bevel-base), zkosené dno střely,

BT – (Boat tail), Kapkovitý aerodynamický tvar dna střely.

CIP – (Commission Internationale Permanente pour les épreuves des armes a feu portatives), Mezinárodní stálé komise pro zkoušení ručních palných zbraní pro civilní potřebu.

EMB – náboj Fiocchi Expansive mono block

FMJ – (Full-metal-Jacked, Celoplášťová střela

HP – (Hollow point), Střela má v čele expanzní dutinu

HS – (Hydra shock), nebo také homogenní střela

JSP – (Jacked-Soft-Point), poplášťovaná střela, která má odkryté čelo pláště až na olověné jádro střely

L – (Lead), olověná střela

např. – například

O – ogivál

RN – (Round nose) Střela ogiválního tvaru

SP – (Small Pistol) označení druhu pistolové zápaly

SP – Soft-point) Poloplášťová střela

TFMJ – Celoplášťová střela, kde je poplášťované i dno střely (Total-Full-Metal-Jacked)

tzv. – takzvaně, takzvaný

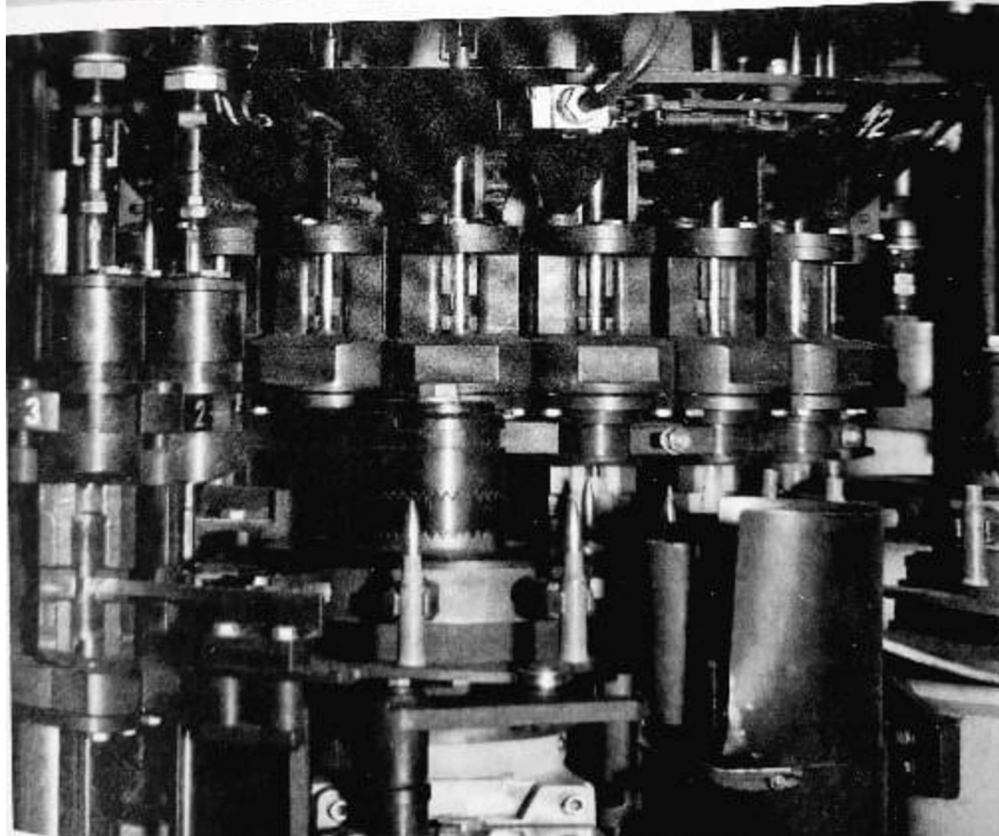
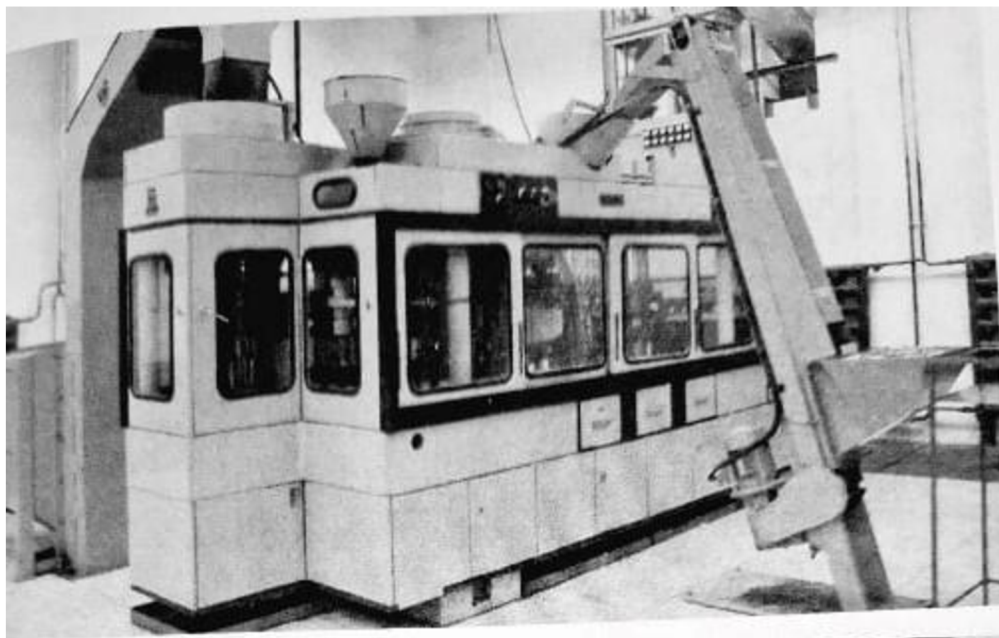
V – rychlost

XRG – Náboj Sellier & Bellot XRG Defense

XSB – monolitická střela živnostníka Marka Sopra

Přílohy práce

Příloha č. 1: Rotorový stroj



Zdroj: HÝKEL, Jindřich a Václav MALIMÁNEK. *Náboje do ručních palných zbraní*. V Našem vojsku vyd. 2. Praha: Naše vojsko, 2002. ISBN 80-206-0641-6, str. 45

Příloha č. 2: **Víceoperační lis**



Zdroj: vlastní zpracování

Příloha č. 3: **Sestava plechů před střelbou**



Zdroj: vlastní zpracování

Příloha č. 4: **Sestava plechů po střelbě**



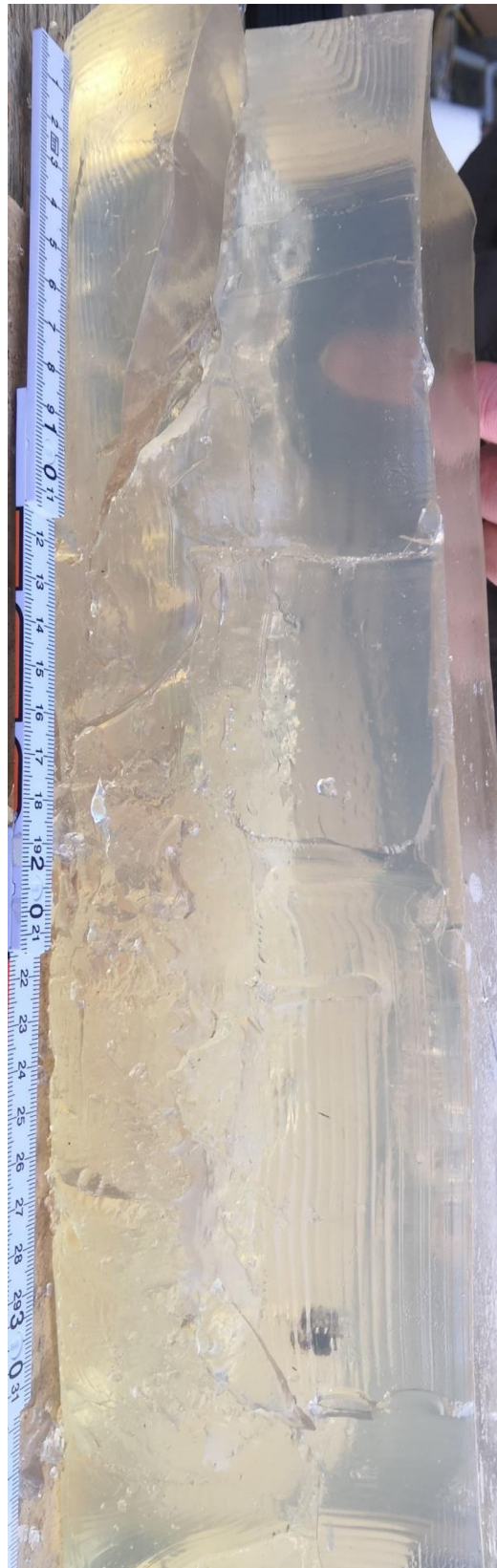
Zdroj: vlastní zpracování

Příloha č. 5: **Střelný kanálek s expandovanou střelou EMB v balistickém gelu**



Zdroj: vlastní zpracování

Příloha č. 6: **Střelný kanálek s expandovanou střelou XSBHP v balistickém gelu**



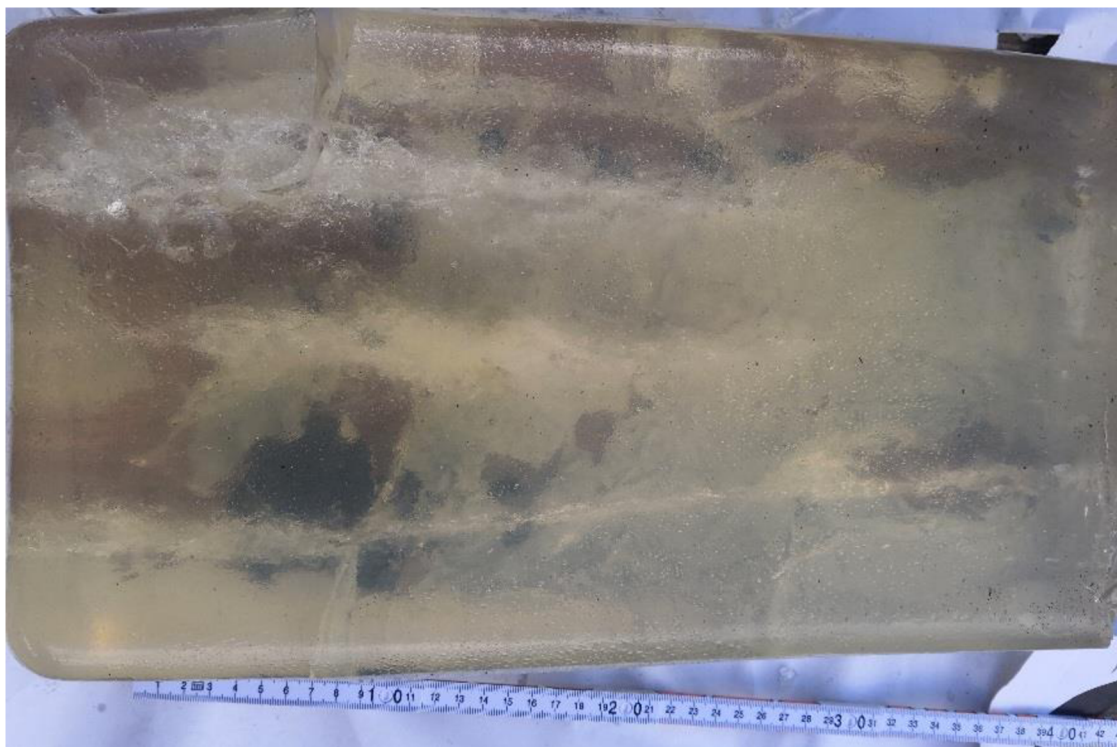
Zdroj: vlastní zpracování

Příloha č. 7: **Střelný kanálek s expanzní střelou XRG v balistickém gelu**



Zdroj: vlastní zpracování

Příloha č. 8: **Střelné kanálky EMB, XRG, XSBHP ze shora**



Zdroj: vlastní zpracování

Příloha č. 9: **Komplexní tabulka**

Náboj	váha střely (gr)	váha střely (g)	Tovární V0 (fps)	Tovární E0(J)	V3 (fps)	E3(fps)	počet perforovaných plátů	Střelný kanálek (cm)	počáteční průměr střely (mm)	průměr střely po expanzi (mm)
RN	135	8,75			952	368	2	>80	9,03	
FMJR	115	7,5			970,75	326	4	>80	9,03	
FMJ	115	7,5	1280	570	1049	381	5	>80	9,03	
EMB	93	5,8	1411	557	1174,33	386	6	47	9,03	15,65
XSBHP	83	5,4			1410,5	497	6	35	9,03	12,2
XRG	100	6,5	1312	520	1224	451	7	48	9,03	18,2
XSBO	98	6,4			1266	473	7	>80	9,03	
XSBV	72	4,7			1469,5	468	7	>80	9,03	

Zdroj: vlastní zpracování