

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta lesnická a dřevařská**



**Bakalářská práce**

**2017**

**Aleš Řezníček**

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra myslivosti a lesnické zoologie



**Vliv terminální balistiky a typů střel na  
usmrcení zvěře**

Bakalářská práce

Autor: Aleš Řezníček

Vedoucí práce: doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

2017

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Aleš Řezníček

Provoz a řízení myslivosti

Název práce

**Vliv terminální balistiky a typů střel na usmrcení zvěře**

Název anglicky

**Influence of terminal ballistics and types of bullets to game killing**

---

### Cíle práce

Cílem práce je posouzení funkčnosti a vlivu různých typů loveckých střel na usmrcení jednotlivých druhů lovné spárkaté zvěře podle váhových kategorií. Práce bude zaměřena především na konstrukci loveckých střel, terminální balistiku a jejich účinek na humánní odlov zvěře.

### Metodika

Posouzení vlivu typů střel na jednotlivé druhy zvěře bude uskutečněno na vybraných místech výkupu zvěřiny, případně z dat poskytnutých jednotlivými lovci. U kusů, kde nebude možné určit typ střel a ráží, bude stanoveno místo zásahu a míra poškození tkání. Ze získaných výsledků bude provedeno srovnání mezi jednotlivými druhy střel, typy zásahů, velikosti ulovené zvěře a další skutečnosti, které se podaří získat při sběru dat. Ze získaných výsledků bude navrženo ideální místo zásahu, které v co nejmenší míře poškodí zvěřinu. Současně bude dle výsledků získaných z vlivu typů střel a ráží kulového střeliva doporučeno použití jednotlivých typů, pro co nejhumánnější usmrcení zvěře.

### Harmonogram:

Literární rešerše bude zpracována do 30. listopadu 2016 a předložena školitelovi. Rukopis bakalářské práce bude předložen ke kontrole do 28. února 2017. Bakalářská práce bude po předchozích konzultacích s vedoucím práce odevzdána na studijní oddělení FLD v termínu a dle pokynů studijního oddělení.

---

**Doporučený rozsah práce**

30 – 40 stran

**Klíčová slova**

Lovecká zbraň, ranivost, účinek, střela, dosled, zvěř

---

**Doporučené zdroje informací**

Andreska, J. & Andresková, E. 1993: Tisíc let myslivosti. 1. vydání. Vimperk: TINA, 444 s.  
Barnes C.B. 2000: Cartridges of the world, 9th edition. Krause Publications, Inc., Iola, WI, 512 s.  
Červený J., 2009: Ottova encyklopedie myslivosti, Ottovo nakladatelství, 591 str.  
Hanzal V. a kol., 2008: Velká myslivecká encyklopedie. Elektronické nakladatelství Grand, České Budějovice  
Kneubuehl B.P. 2004: Balistika – Střely, přesnost střelby, účinek. Naše Vojsko, Praha, 235 s.  
Pazdera D., Skramoušský J. 2006: Česká zbrojovka Historie výroby zbraní v UB, 175 s.  
Planka B. a kol., 2009: Kriminologická balistika. Aleš Čeněk s.r.o., Plzeň, 672 str.  
Prušová E., Babčaník M., Melichárek J., 2015: Zbraně, sřelivo a jejich ověřování. Druvo, 235 str.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2016/17 LS – FLD

**Vedoucí práce**

doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra myslivosti a lesnické zoologie

---

Elektronicky schváleno dne 30. 8. 2016

**doc. Ing. Vlastimil Hart, Ph.D.**

Vedoucí katedry

---

Elektronicky schváleno dne 27. 1. 2017

**prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 04. 03. 2017

„Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Vliv terminální balistiky a typů střel na usmrcení zvěře“ vypracoval samostatně pod vedením doc. Ing. Vlastimila Harta, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.“

V Praze dne 17. 3. 2017

Aleš Řezníček

## **Poděkování**

Děkuji vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Vlastimilu Hartovi Ph.D. za odborné vedení, konzultace a cenné připomínky k mé práci. Dále bych chtěl poděkovat svým mysliveckým přátelům za poskytnutí informací týkajících se odlovu spárkaté zvěře.

A v neposlední řadě bych rád touto cestou poděkoval své rodině za podporu a trpělivost při tvorbě této práce.

## **Abstrakt**

Bakalářská práce „Vliv terminální balistiky a typů střel na usmrcení zvěře“ se zabývá především účinky loveckých střel na běžně se vyskytující druhy spárkaté zvěře v ČR. Snahou bylo zdokumentovat schopnost jednání zvěře po zásahu různých částí těla a objasnit s tím spojené příčiny smrti. Na danou problematiku tak bylo nahlíženo z různých stran, a to jak z pohledu lékařsko-patologického, kdy byly laboratorně vyšetřovány biologické vzorky ulovené zvěře, tak i mysliveckého, s cílem navrhnout doporučení vedoucích k co nejhumánnějšímu odlovu spárkaté zvěře za účelem získání vysoce hodnotné potraviny. Práce je svými výsledky určena pro širší mysliveckou veřejnost a svými závěry přispívá do problematiky loveckého střelectví.

## **Klíčová slova:**

střela, terminální balistika, ranivá balistika, účinek střel, zvěř, lov,

## **Abstract**

Bachelor thesis “Influence of terminal ballistics and types of bullets to game killing“ deals first of all with the effects of hunting bullets for commonly occurring species of deer in the country. The aim was to document game’s ability to act after bullet impact to different parts of body and explain death. On the issue that has been examined from various point of views, both from the perspective of a medical - pathological, by the laboratory examination of biological samples of hunted game, as well as from hunter’s point of view, to propose recommendations leading to considering catch of hoofed animals for obtaining high-quality food. Bachelor thesis is intended for wider hunting public and with its conclusions contributes to the issues of hunting marksmanship.

## **Keywords:**

bullet, terminal ballistics, wound-ballistics, shoot effect, game, hunting

# Obsah

1	Úvod.....	5
2	Cíl bakalářské práce .....	7
3	Literární rešerše.....	8
3.1	Lovecká střelba .....	8
3.2	Myslivecká mluva v lovecké praxi.....	8
3.3	Lovecké kulové střelivo .....	9
3.3.1	Označování loveckých střel .....	11
3.3.2	Rozdělení a konstrukce loveckých kulových střel .....	12
3.3.3	Vývoj loveckých střel.....	14
3.3.4	Moderní lovecké střely.....	15
3.4	Účinky a účinnost loveckých střel .....	17
3.4.1	Faktory ovlivňující účinky loveckých střel.....	18
3.4.2	Index zlomení v ohni.....	19
3.5	Balistika.....	20
3.6	Terminální balistika.....	20
3.6.1	Ranivá balistika .....	21
3.6.2	Ranivý účinek a potenciál střely .....	21
3.6.3	Účinky na biologický cíl .....	23
3.6.3.1	Hydrodynamický efekt.....	26
3.6.3.2	Traumatický šok.....	26



3.6.3.3	Zastavovací účinek.....	27
3.6.4	Kavitační dutina .....	28
3.6.5	Simulační materiály.....	29
4	Metodika .....	31
4.1	Dotazníkové šetření.....	31
4.2	Anatomické vyšetření vybraných vnitřních orgánů .....	33
5	Výsledky .....	34
5.1	Rozbor vstupních dat.....	34
5.1.1	Přehled použitých ráží v experimentu.....	35
5.1.2	Přehled použití jednotlivých druhů střeliva .....	37
5.2	Schopnost jednání veškeré zvěře po zásahu kulovou střelou.....	38
5.2.1	Souhrn schopnosti jednání všech druhů ulovené zvěře bez ohledu na umístění zásahu .....	38
5.2.2	Schopnost jednání všech druhů ulovené zvěře dle umístění zásahu .....	39
5.3	Schopnost jednání černé zvěře po zásahu .....	40
5.3.1	Souhrn schopnosti jednání černé zvěře bez ohledu na umístění zásahu ..	40
5.3.2	Schopnost jednání černé zvěře po zásahu dle jeho umístění.....	41
5.4	Schopnost jednání srnčí zvěře po zásahu .....	43
5.4.1	Souhrn schopnosti jednání srnčí zvěře bez ohledu na umístění zásahu ..	43
5.4.2	Schopnost jednání srnčí zvěře po zásahu dle jeho umístění.....	43
5.5	Schopnost jednání veškeré ulovené zvěře v závislosti na její hmotnosti.....	46
5.6	Přehled schopnosti jednání veškeré ulovené zvěře dle vzdálenosti střelby ...	47

5.7	Patofyziologický korelát morfologického nálezu .....	48
5.8	Střelná poranění v experimentu – autoptické poznámky .....	49
5.8.1	Případ č.1.....	49
5.8.2	Případ č.2.....	52
5.8.3	Případ č.3.....	54
6	Diskuze .....	56
6.1	Výsledky dotazníkového šetření .....	56
6.2	Lékařsko – patologické vyšetření vnitřních orgánů .....	61
7	Závěr .....	63
8	Seznam literatury a použitých zdrojů.....	66

## Seznam obrázků a grafů

Graf č.1 Přehled použitých ráží v experimentu. ....	36
Graf č. 2 Přehled použití jednotlivých druhů střeliva .....	37
Graf č. 3 Schopnost jednání všech druhů ulovené zvěře po zásahu.....	38
Graf č. 4 Schopnost jednání všech druhů ulovené zvěře dle umístění zásahu .....	39
Graf č. 5 Schopnost jednání černé zvěře po zásahu .....	41
Graf č. 6 Schopnost jednání černé zvěře po zásahu dle jeho umístění.....	42
Graf č. 7 Schopnost jednání srnčí zvěře po zásahu. ....	43
Graf č. 8 Schopnost jednání srnčí zvěře po zásahu dle jeho umístění.....	45
Graf č. 9 Schopnost jednání všech druhů zvěře v závislosti na její hmotnosti. ....	47
Graf č. 10 Přehled schopnosti jednání veškeré zvěře dle vzdálenosti střelby.....	48
Obrázek č. 1 Patomorfologický nález. ....	50
Obrázek č. 2 Preparace pravé srdeční síně. ....	51
Obrázek č. 3 Krevní extravasaty erytrocytů mezi svalovými vlákny.....	51
Obrázek č. 4 Střelný kanál pravou srdeční komorou. ....	53

# 1 Úvod

Lovecká střelba je neoddělitelnou součástí výkonu práva myslivosti a dobrým střelcem se člověk nerodí, ani se jím nestane po absolvování zkoušky z myslivosti či získání zbrojního průkazu. Dobrým střelcem se člověk stává především praxí na střelnici v rámci tréninku a také po nabití cenných poznatků z oboru střelectví a balistiky. Lov lze v podstatě chápat jako vyvrcholení práce myslivce v jeho péči o zvěř a životní prostředí, ale i jako zásah, jímž se provádí regulace stavů zvěře. Z toho důvodu musí být lov prováděn tak, aby byl humánní, zvěř netrpěla a po dobrém zásahu rychle zemřela. Jen z takového lovu může mít správný myslivec dobrý lovecký zážitek, na který vzpomíná po celý zbytek života (Bílý, 1983).

Účinnost a vhodnost použití loveckých nábojů je mezi myslivci často předmětem vášnivých diskuzí. Každé ulovení kusu zvěře je však naprosto jedinečné a neopakovatelné a do celkového výsledku se promítá celá řada proměnlivých faktorů. Rozhodující by tak v případě výběru loveckého střeliva mělo být doporučení výrobce, vlastní zkušenost a pozorování.

V důsledku narůstající poptávky vznikaly různé druhy ráží a střel a tento proces neustále pokračuje. V dnešní době tak existuje celá řada loveckých nábojů, lišící se svými vlastnostmi a určením, jejichž základním cílem je přesně zasáhnout a co nejhumánněji usmrtit zvěř.

V současné době jsou využívány při výrobě loveckých zbraní, optiky a střeliva nejmodernější technologie, postupy a poznatky. Výsledkem je pak precizní přesnost a souhra zbraňového systému jako celku i na velké vzdálenosti (Hanák, 1995).

Podnětem pro zpracování daného tématu byla touha zjistit o problematice účinku loveckých střel maximum informací a následně je konfrontovat s výsledky z praktického experimentu.

Práce se tak snaží podat, kromě jiného, komplexní souhrn poznatků z oboru lékařství a balistiky o účincích loveckých střel na zvěř. Zpracováním již známých

skutečností do jednotného celku a svými závěry tak může posloužit k orientaci v dané problematice a být do jisté míry i vodítkem při výběru náboje vhodného pro lov spárkaté zvěře.

Z praktického hlediska se bakalářská práce zabývá reakcí spárkaté zvěře po zásahu kulovou střelou a částečně i poškozením vnitřních orgánů ulovených kusů z pohledu patologické fyziologie a morfologie.

## 2 Cíl bakalářské práce

Hlavním cílem práce je shrnutí dostupných informací o účincích loveckých střel a ranivé balistice prostřednictvím literární rešerše, ale i vyhodnocení sběru dat z dotazníkového šetření o průběhu lovu.

Reakce spárkaté lovné zvěře bude hodnocena v souvislosti s:

- Váhovými kategoriemi zvěře
- Anatomickým umístěním zásahu
- Vzdáleností střelby

Popsané údaje v publikacích o ranivé balistice pak budou dokumentovány při makroskopickém soudně lékařském vyšetření životně důležitých orgánů odebraných metodou preparace u usmrceného kusu, s následným mikroskopickým rozborem odebraných vzorků tkání. Cílem je prokázat fyziologické a morfologické změny v oblasti srdečního svalu po zásahu zvěře kulovou střelou.

## **3 Literární řešerše**

### **3.1 Lovecká střelba**

Cílem lovecké střelby je usmrtit vybraný kus zvěře co nejrychleji, bez zbytečného trápení za účelem získání hodnotné trofeje anebo v co nejmenší míře poškozenou zvěřinu (Bílý, 1983).

Střelná rána způsobuje zvěři bezbolestnou a okamžitou smrt, ovšem pouze rána dobře umístěná. Proto střílíme pouze jisté rány a při nejistotě a pochybnostech musíme ovládnout loveckou touhu i touhu po trofeji a raději nestřílet. Při dosledu není bolestivějšího pohledu než na těžce raněnou zvěř trpící postřelením nedočkavým a neukázněným střelcem. Rovněž použití slabých ráží s nedostatečnou ranivostí na těžší spárkatou zvěř je neomluvitelné, krajně nemyslivecké, i když třeba z hlediska zákona povolené (Hanák, 1995).

V případě kulové střelby se střílí zpravidla jednou ranou, a to na zvěř s proměnlivou hmotností a odolností a různě vzdálenou od střelce. Přihlédneme-li k faktu, že konečný účinek střely je definován souborem zahrnující vlastnosti střely, jakými jsou dopadová rychlost, hmotnost, průměr a konstrukce střely je třeba zvolit raději zbraň s přebytkem výkonu, která spolehlivě zaručí rychlé usmrcení zvěře (Červený a kol., 2003).

Střelnou ránu umístíme tak, aby byly zasaženy životně důležité orgány a nedošlo ke znehodnocení zvěřiny. Spárkatá zvěř se nejčastěji loví ranou na komoru nebo na krátkou vzdálenost na krk. Před střelbou bychom měli vyčkat, až zvěř bude stát bokem na plocho, nejlépe v úhlu 90°, ke směru střelby. Při šikmém postavení kusu klesá možnost účinného zásahu a zasažení životně důležitých orgánů a roste riziko většího znehodnocení zvěřiny střelou (Hanák, 1995).

### **3.2 Myslivecká mluva v lovecké praxi**

Předpokladem dokončení úspěšného lovu spočívá v pochopení a znalosti jednání zvěře po zásahu kulovou střelou. To bývá označováno jako značení zvěře po zásahu a prozradí zkušenému pozorovateli, kam střela zasáhla svůj cíl. Při používání

moderních loveckých nábojů je obzvláště důležité věnovat maximální pozornost chování a značení zvěře po zásahu, neboť bývá lehce přehlédnutelné. Jedná se především o zásahy u zvěře spárkaté. Rána na komoru (vysokou, nízkou, střední), což je oblast srdce a plic značí zvěř obvykle vzepětím, někdy se zlomí v ohni či zhasíná v ráně. Po zásahu střelou do oblasti přední komory bývají zasaženy pouze plíce. Jako dutá rána je označován zásah střelou na horní okraj plic – zvěř je často nedosledována a poranění se může dokonce i zahojit. Smrtelná bývá rána do oblasti jater a ledvin, ale zvěř je třeba dosledovat, tak jako tomu je u rány naměkko do oblasti břišních partií. Za doslova špatné rány se považují rány na běhy, kýty a rána na trn – po které zvěř jako by zhasla, ale po chvíli se zvedá a není-li ihned dostřelena často tak nenávratně uniká. V tomto případě se mluví o ráně obrnné. Za smrtelné zásahy je považována rána na hlavu (nemyslivelycká z hlediska etiky), na krk a páteř či kříž. Stojí-li zvěř v okamžiku výstřelu kolmo, mluví se o ráně na široko, stojí-li ve směru podélné osy, jedná se o zásah naostro. Mine-li střela tělo zvěře, je označována jako chybená a zvěř zpravidla neznačí. Často se stává, že kus, jež byl zasažen střelou se od tlupy oddělí – odrazí. Nezůstane-li zvěř v ráně či dohledu, je třeba zorganizovat dosled za přítomnosti barváře či psa vycvičeného v práci na barvě. Před tím je nutné označit stanoviště střelce stanovištním zálomkem a i nástřel, kde může být nalezena jak barva, tak i stříž a tříšť kostí. Je-li nalezená zvěř v rámci dosledu ještě živá, je třeba ji dostřelit či dát záraz zavazákem (Kovařík, Rakušan, 1994).

### **3.3 Lovecké kulové střelivo**

Kulové náboje jsou v dnešní době vyráběny v mnoha variantách, lišící se především tvarem nábojnice a průměrem střely. Hlavními částmi kulového náboje jsou:

nábojnice, zápalka, hnací slož = střelný prach a samotná střela (Hanák, 2002).

#### **Střela**

Její úkolem je dopravení potřebné energie do cíle a využití této energie k dosažení žádaného účinku, v případě lovecké střelby se jedná o porušení tkání a aby účinkovala rychle a spolehlivě. Je tedy bezpodmínečně nutné, aby měla střela potřebnou rychlost. Při vývoji a konstruování střel se musí zohlednit různá hlediska a



požadavky. Tvar střely musí zajišťovat její spolehlivé urychlení v hlavni, při letu vzduchem musí klást co nejmenší odpor, aby se minimalizoval pokles energie potřebné pro destrukci cíle, dále jsou nežádoucí nekontrolovatelné pohyby plynoucí z nestabilizování či naopak z přestabilizování během průletu hlavní (Kneubuehl, 2004). Mezi základní požadavky na střelu patří: dostatečná hmotnost, což zaručuje účinek v cíli, dále pak optimální aerodynamický tvar – z důvodu snížení odporu při letu vzduchem a konstrukční uspořádání vedoucí ke splnění požadavků. Pro loveckou praxi jsou proto nejvhodnější střely poloplášťové s olověným jádrem a expanzivní dutinou ve špičce, zaručující snadnou deformaci a maximální předání energie cíli (Planka a kol., 2010).

### **Výmetná náplň**

Její úlohou je udělit střele rychlost. Nejčastěji se využívá tlaku plynu působícího na dno střely prostřednictvím hoření výmetné náplně. Jako hnací složka se používají tzv. střeliviny, které při hoření uvolňují velké množství plynu. Hnací složka však musí obsahovat ve své chemické struktuře kyslík, bez něhož by k hoření nedošlo. V současné době se používá nejčastěji bezdýmný prach, a to buď jedno anebo dvousložkový (Kneubuehl, 2004). Jednosložkový bezdýmný prach je na bázi nitrocelulózy, dvousložkový je nitroglycerinového typu, například Balistit a Kordit, případně se používá prach diglykolový (Planka a kol., 2010).

### **Zápalka**

Slouží k vznícení prachové náplně. Používá se velmi malé množství třaskaviny citlivé na náraz či tření. V minulosti se používala takzvaná třaskavá rtuť, později, začátkem 20. století, byla vynalezena zápalková slož Sinoxyd – která již neobsahovala rtuť ani ledek. V současné době se používají bezolovnaté iniciační látky, např. Sintox firmy Dynamit Nobel AG. V případě loveckých nábojů se používají tři základní typy zápalek, a to s okrajovým zápalem a dále pak zápalky se středovým zápalem typu Bergan a Boxer, konstrukčně se lišící kovadlinkou (Kneubuehl, 2004).

### **Nábojnice**

Její vznik eliminoval problémy zezadu nabíjených zbraní. Její hlavní úkol spočívá v utěsnění spalovacího prostoru, zabraňuje tedy úniku plynů a jako spojovací prvek ostatních částí náboje (Kneubuehl, 2004). Jedná se tedy o tvarově definované tenkostěnné pouzdro, vyrobené nejčastěji z mosazi, duralu či oceli se dnem mající za úkol utěsnit nábojovou komoru při výstřelu palné zbraně a jež spojuje jednotlivé komponenty náboje v jeden celek (Planka a kol., 2010).

Lovecké náboje jsou oproti vojenským určeny převážně pro střelbu jednotlivými ranami z opakovacích zbraní a mívají často i větší nábojnice než vojenské střelivo stejné ráže (Kneubuehl, 2004). Nicméně názor, že zásah velkým kalibrem odpouští špatný zásah je zavádějící (Weidinger, 2011)

Při vývoji a konstrukci loveckých nábojů se bere ohled na určení a předpokládanou vzdálenost střelby od lehkých vysokorychlostních střel až po těžké střely s velkou průbojností (Kneubuehl, 2004).

### 3.3.1 Označování loveckých střel

Pro označování střel nebyly vyvinuty žádné standardy ani sjednocení. Označení si provádí každý výrobce sám, a to především pomocí zkratk a komerčních názvů např. Lapua Scenar, Norma Vulkan, Nosler Ballistictip atd. (Hanák, 2002).

Mezi nejčastěji používané konstrukce loveckých střel patří následující typy:

- SP (soft point) MH = měkký hrot
- FMJ (full metal jacket) = celoplášťová střela
- MHP = měkký hrot prosekávací (SPCE)
- DHK = dutý hrot krytý (HPC)
- HPBT = dutý hrot, dno střely ve tvaru lodní zádě
- SBT = poloplášť, zadní část ve tvaru lodní zádě
- TM = poloplášť
- KS = kuželová střela
- DK = dvojité jádro
- HM = plášť ve tvaru H s přepážkou
- AM = plášť ve tvaru A s přepážkou

(Hanák, 2002).

### 3.3.2 Rozdělení a konstrukce loveckých kulových střel

Ke střelbě z kulovnic a kulobrokových zbraní je určeno kulové střelivo. Střely loveckých kulových nábojů jsou tvořeny jedním tělesem a jsou stabilizovány rotací následkem roztočení střely v šroubovicových drážkách kulové hlavně. Každá střela se skládá z několika částí:

- Přední části
- Válcové vodící části
- Zadní části

Nejčastější tvar přední části střely je půlkulový, plochý či ogivalní. Pokud je i zadní část ve tvaru lodní zádi, jedná se o střely biogivalní (Faktor, 1993). Jednotná střela určená pro lovecké kulovnice může být kompaktní – tzn. z jednoho materiálu nebo konstrukčně složitější – složená z jádra a pláště. Tvar bývá geometricky jednoduchý – válcový nebo složený, střela může být špičatá, ogivalní (parabolický tvar špičky) nebo biogivalní – s kuželovým zakončením u dna střely (Planka a kol., 2010). Zvláštností jsou střely mající vytvořenou obvodovou hranu, která ostře ohraničuje okraj vstřelového otvoru za účelem zlepšení barvení zasaženého kusu. Jedná se o střely s takzvanou střížnou hranou (Faktor, 1972).

Hanák (2002) střely rozděluje na:

- Celoolověné
- Celoplášťové
- Poloplášťové
- Expanzivní
- Speciální

Vývoj konstrukce střel dal vzniknout poloplášťovým střelám, které byly vyvinuty především pro lovecké účely. Na střelu byl kladen požadavek, aby pronikala do organismu zasažené zvěře a ten maximálně narušila. Míra rozrušení cíle je přímo úměrná předané energii střelou. Střela předává energii prostřednictvím své vlastní deformace a je přímo úměrná zvětšené ploše deformované střely (Hanák, 2002).

Díky současné konstrukci loveckých střel dochází při zásahu organismu lovené zvěře k ideální deformaci a tím i předání co nejvíce kinetické energie tkáním.

Nejmodernější vysokorychlostní střely jsou konstruovány tak, aby docházelo k řízené deformaci a současně si střela ponechala co nejvíce své zbytkové hmotnosti potřebné k proniknutí k životně důležitým orgánům. Konkrétně se jedná o střely například CDP Blaser, Nosler Partition, ID RWS a další. Většina střel s řízenou deformací má dvě jádra – ve předu je jádro z měkčího kovu pro snadnou deformaci a zadní jádro bývá tvořeno z tvrdšího kovu zajišťující průnik do těla zvěře (Šafr, Hejna 2010).

Nevýhoda celoolověných střel je, že se ihned po dopadu na cíl deformuje a zvětšuje svoji plochu, což má za následek velký pokles rychlosti a ztrátu energie bez možnosti proniknout k životně důležitým orgánům a následkem může být pouze povrchové zranění. Protikladem těchto střel jsou střely celoplášťové, které se deformují minimálně, energii si ponechávají a způsobují hladký průstřel. Takové střely jsou k lovu nevhodné kvůli absenci dostatečného ranivého účinku, navíc nedochází k žádoucímu barvení zvěře po zásahu, což značně komplikuje případný dosled (Hanák, 2002). Novodobé konstrukce střel se snaží o nalezení ideálního kompromisu, kdy se usiluje o značný porážecí efekt střely s následkem rychlé smrti při co nejmenším poškození využitelné zvěřiny. Velmi často se hovoří s ohledem na zvěřinu o střelách měkkých či tvrdých, ačkoliv je nutné si uvědomit, že vždy záleží především na dopadové rychlosti, konstrukci a odporu cíle, kdy střela expanduje. Při použití několika typů střel jedné ráže o stejné hmotnosti, rychlosti i energie není zaručen při zásahu komory zvěře stejný výsledek. Tvrdší střely pouze proletí, přičemž vytvářejí menší střelný kanál a krvácení, ty měkčí spotřebují svou energii v těle zvěře s tvorbou velkého střelného kanálu (Weidinger, 2011). Největším problémem při vývoji kvalitní a dobře fungující lovecké střely představuje tedy nalezení optimálního poměru mezi předáním energie a hloubkou penetrace. Účinnost loveckých střel lze tedy posuzovat dle schopnosti poškozovat tkáň a způsobovat rychlé usmrcení zvěře (Kneubuehl, 2004).

Naprosto nežádoucí efekt u loveckých střel je tedy oddělení jádra od pláště či fragmentace střely na několik menších částí. Vzniká tak střepinový efekt způsobující nepravidelný, nespolehlivý a neřízený stupeň ranivosti, mající za následek odbíhání zvěře a přílišné poškození zvěřiny (Hanák, 2002).

Vedle nových konstrukcí se uplatňují i nové materiály. V minulosti používané niklované pláště byly téměř nahrazeny slitinami mědi. Místo celoplášťových střel se začínají uplatňovat střely celokovové – monolitické z měděných slitin. Na trhu se objevují i střely, které mají olovené jádro spojeno chemicky s mosazným pláštěm, což představuje od plášťových střel k monolitickým. Konkrétně se jedná například o střelu Hammerhead finské firmy Sako (Weidinger, 2011).

Kvalitní lovecká střela tak musí zajistit pevné spojení jádra a pláště. Toho bývá docíleno spájením obou částí střely, případně pomocí lemů a zakroužení. Vzhledem k tomu, že na lovecké střely jsou v dnešní době kladeny vysoké nároky, se jeví jako nejdokonalejší řešení použití dvojitého jádra. V přední části střely je použito jádro z měkkého olova zajišťující řízenou deformaci do hřibovitého tvaru a s tím související zvětšení plochy střely a na zadní část střely je použito tvrdé olovo zabezpečující kompaktnost a průbojnost. U některých střel se používá technologie oddělení obou jader přepážkou z pláště. Takové střely mají na řezu tvar písmene A nebo H (Hanák, 2002).

### 3.3.3 Vývoj loveckých střel

V minulosti, po celá staletí, byla olovená koule jediným typem střely, který se používal jak pro vojenské, tak i lovecké účely. Požadavky lovců a vojáků se značně odlišovaly. Zatímco vojáci preferovali muškety s hladkým vývrtem pro poměrně snadné a rychlé nabíjení a tím i vysokou rychlost střelby, ač nepřesnou, lovci kladli nejvyšší důraz na přesnost a používali kulovnice s drážkovaným vývrtem hlavně, které propůjčovaly střelám mnohem vyšší přesnost (Kneubuehl, 2004).

Až vynález dlouhých střel přinesl značné zlepšení balistických vlastností a vyšší energii. Za jednu z nejstarších loveckých střel (1892) je považována střela firmy J.P.Sauer a syn – využívající setrvačnosti pro sklouznutí pláště z jádra a následného hvězdovitého otevření. Zvýšení účinku střel se tedy mělo dosáhnout díky zvětšení plochy příčného průřezu při zásahu zvěře a z tohoto základního principu vycházejí i současné konstrukce střel (Kneubuehl, 2004).

Na začátku 20.století vznikaly střely, které byly tvořeny měkkou a tvrdší částí. Měkká část zajišťovala dostatečné předání energie a díky tvrdé části docházelo

k potřebné penetraci a průstřelu. Mezi vůbec první střely této konstrukce patřila takzvaná obroučková střela německého puškaře Greisse z Mnichova. Její průbojnost údajně dosahovala až dvojnásobných hodnot než u klasických poloplášťových střel a zároveň dostatečně poškodila tkáň zvěře. Vlastní konstrukce vycházela z obepnutí zadní části olověné střely ocelovou obroučkou, která zamezovala přílišné deformaci střely. Jedná se tak nepochybně o přímého předchůdce moderních konstrukcí loveckých střel, kdy se přední část deformuje do hřibovitého tvaru a zadní část si ponechává svou celistvost (Kneubuehl, 2004). Za dalšího průkopníka na poli loveckých střel je dodnes považován německý konstruktér střeliva W. Brenneke, který jako první použil střelu s dvojitým jádrem označenou jako TIG (1917) a která je úspěšně používána dodnes. Ukázal tak směr, jakým by se vývoj konstrukce loveckých střel měl ubírat a díky tomu dnes skoro všichni výrobci střeliva mají ve svém výrobním programu vícekomponentní střely. Střely tohoto typu vykazují nejlepší a nejspolehlivější zastavovací schopnost a ranivost (Hanák, 2002).

#### **3.3.4 Moderní lovecké střely**

Moderní lovecké střely si od počátku 20. století, kdy byla vynalezena střela s ocelovou obroučkou, zachovaly téměř stejný princip konstrukce. Po proniknutí střely do organismu zvěře dochází ke zmenšení průřezového zatížení střely a zvyšuje se i míra předání energie střely cíli. Úroveň deformace je omezena jen požadavkem na zachování dostatečné zbytkové hmotnosti střely, která zaručí potřebnou hloubku vniku a případně průstřel těla zvěře (Kneubuehl, 2004). Míra předání dopadové energie představuje přibližně 30 % u střel celoplášťových, 60 % v případě lehkých poloplášťových střel, asi 65 % u střel tříštivých a krytých kuklou, cca 80 % u těžkých poloplášťových střel s uzamčeným jádrem a v případě střel speciálních dochází k předání energie až 90 %. Přičemž platí úměra, že čím je střela měkčí a snadněji deformovatelná, tím klesá její schopnost pronikat do hloubky zasaženého cíle. (Faktor, 1993).

Potřeba dosažení pronikavého (průbojného) a ranivého účinku způsobující smrt zvěře vedla k výrobě pro lovecké účely speciálních poloplášťových střel různých konstrukcí, které po dopadu zajišťují řízený rozklad střely. Dochází tak k deformaci měkkého hrotu a zvětšování jeho plochy pro větší předání energie, ale plášť v zadní části udržuje kompaktnost střely vedoucí k větší průbojnosti. Konstrukčně dobře

řešená střela vytváří při pronikání tkání hříbovitý tvar, čímž se zvětšuje plocha mající za následek vyšší ranivost a zadní část střely zajišťuje soudržnost jádra a pláště pro požadovanou průbojnost. Průřez střely se má zvětšit na cca 1,5 až 2násobek původního průměru střely a musí si zachovat po průchodu organismem minimálně 80 % své původní hmotnosti. Na konstrukci střel jsou tak kladeny protichůdné požadavky. Musí mít měkký hrot pro snadnou deformaci do hříbovitého tvaru a zároveň musí zůstat kompaktní pro požadovanou pronikavost (Hanák, 2002). Deformací moderních loveckých střel dochází k jejich roztříštění, během kterého se do střelného kanálu uvolňují fragmenty oloveného jádra. Zbytková hmotnost střely se tím snižuje na 50-70 % původní hmotnosti – což platí zejména u střel s expanzivní dutinou, u plášťových střel typu H, střel typu Torpedo TIG a TUG a střel firmy Nosler využívající přepážky k rozdělení na deformační a zbytkovou část. Konstrukce může do jisté míry ovlivnit i zbytkovou část projektilu. U poloplášťových a expanzivních střel dochází ve většině případů k tvorbě trhlin na přední části pláště, kdy se porušený plášť při kontaktu s cílem shrne dozadu a zbytek střely tvoří hříbovitý tvar, kde největší průměr je zhruba roven délce zbytku. Mezi nejnovější lovecké střely patří takzvané homogenní střely s olovenou výplní (např. střela ABC firmy Hirtenberger), jež lze považovat za čistě deformační, neboť si při průchodu tělem zvěře ponechávají téměř 100 % své hmotnosti a netříští se. Obecně lze tedy říci, že chování střely v těle zvěře závisí zejména na její dopadové rychlosti a energii. Volba vhodné ráže tedy ovlivňuje hloubku penetrace a intenzitu předání energie, což lze přizpůsobit druhu lovené zvěře, ale u účinných střel s řízenou deformací má naproti tomu volba ráže menší význam (Kneubuehl, 2004).

Při testování nových konstrukcí střel se používají želatinové bloky, ve kterých je patrné komplexní působení střely, její předání energie, chování střely a její zbytková hmotnost. Nakonec však jen dobře zaznamenané údaje o úlovcích podávají reálné informace o vhodnosti daného kalibru, respektive střely s ohledem na hmotnost a statnost lovené zvěře při střelbě na různé vzdálenosti (Weidinger, 2011).

### 3.4 Účinky a účinnost loveckých střel

Energii střely nelze chápat jako měřítko účinku střely (Kneubuehl, 2004). Střela při zásahu zvěře působí komplexně a jejím výsledným účinkem je ranivost (Bílý, 1983).

Pojem účinnost střely představuje veličinu, kterou je možné na základě měření a výpočtů předem definovat (Kneubuehl, 2004). Představuje tak tedy dopředu očekávaný potenciál střely působit na určený cíl požadovaným účinkem, což v praxi velmi usnadňuje myslivcům a lovcům výběr vhodné střely pro konkrétní případy (Planka a kol., 2010). Veškerá kritéria účinnosti střel na biologický cíl tak vycházejí ze dvou veličin: hybnosti a energie (Kneubuehl, 2004). Je možné rozlišovat 3 základní pohledy na problém stanovení účinnosti loveckých střel, které kladou důraz především na:

- Předání kinetické energie střely cíli – měření jsou založena na srovnání dopadové energie střely a zbytkové energie střely po průletu cílem. Nevýhodou je, že se věnuje malá pozornost dějům uvnitř střelného kanálu. Hlavním stoupencem této „školy“ je například Beat Kneubuehl. Lepší účinnosti vykazují při hodnocení tímto způsobem lehké a rychlé střely (Valenta, 2007).
- Vytvoření rozměrné dočasné kaverny – tato teorie se soustředí na rázové děje v zasaženém cíli a říká, že čím je větší dočasná pulsující dutina, tím více tkání a nervových zakončení bude zasaženo a výsledný ranivý účinek bude větší. Často se hovoří i o účincích na vzdálené, nepřímo střelou zasažené orgány. Není zde kladen důraz na velikost trvalého střelného kanálu a objemu zničené tkáně. Výhodu mají opět rychlé střely, protože velikost dočasného střelného kanálu závisí především na dopadové rychlosti. Vzhledem k tomu, že kromě jater, ledvin, sleziny a mozku jsou tkáně těla zvěře velmi pružné, činí toto hodnocení u řady střel pochybným. Mez pevnosti ostatních orgánů těla ve spojitosti s tvorbou dočasného střelného kanálu bývá překonána až u dopadových rychlostí vyšších než 800 m/s (Valenta, 2007).



- Vytvoření rozměrného trvalého střelného kanálu spojeného s rozsáhlou devastací tkáně a masivním krvácením – tuto teorii reprezentuje Dr. Martin L. Fackler, lékař a balistický expert z USA. Tvrdí, že čím je větší trvalý střelný kanál a objem zničené tkáně spojené s krvácením, tím je organismus méně schopný další reakce. Důraz je kladen i na další faktory ovlivňující ranivý účinek, zejména fyzický a emocionální stav cíle (Valenta, 2007).

Naproti tomu účinkem označujeme konkrétní případ působení střely na tělo zvěře. Účinek střely lze hodnotit pouze zpětně, je ovlivněn účinností střely, umístěním zásahu a v neposlední řadě se do něj promítá i fyzický a psychický stav zvěře. Účinek střely tedy přímo souvisí s konkrétními podmínkami zásahu konkrétního cíle a je přímo definován souborem balistických a konstrukčních vlastností střely, mezi které patří: dopadová energie, dopadová hybnost, úhel náběhu v okamžiku kontaktu s cílem, stabilita střely v cíli, tvar a rozměr střely a konstrukce střely (Planka a kol., 2010).

### 3.4.1 Faktory ovlivňující účinky loveckých střel

Sledování ranivosti a účinků loveckého střeliva je v dnešní době věnována maximální pozornost. O velikosti ranivých účinků střeliva rozhoduje několik faktorů. Kromě druhu a konstrukce střely to je pak hlavně dopadová energie, rychlost a průměr a hmotnost střely (Hanák, 2002).

#### **Konstrukce střely:**

Jeden z nejvýznamnějších faktorů ovlivňující ranivost náboje. Pro lovecké použití jsou vhodné pouze poloplášťové a speciální střely s dvojitým a trojitým jádrem, které po dopadu prodělávají řízenou deformaci a předávají tělu zvěře svoji energii a způsobují ranivé a šokové účinky za předpokladu, že si střela ponechá svůj celistvý tvar, potřebný k průbojnosti k průchodu oběma polovinami zvěře.

#### **Dopadová energie:**

Jedná se o nejdůležitější faktor rozhodující o účinku v cíli. Platí zde, že čím je dopadová energie střely větší, tím jsou i destruktivní účinky v těle zvěře vyšší.

### **Průřez střely:**

Rozhoduje o zastavovacím účinku. Platí zde, čím je větší plocha průřezu střely, tím více předá střela energie hned po dopadu na cíl ještě před vlastní deformací.

### **Hybnost a setrvačnost:**

Obecně platí, že střela o vyšší hmotnosti má vyšší hybnost a setrvačnost a náraz střely do těla zvěře je podstatně razantnější oproti střelám lehkým.

### **Rychlost střely:**

Nejvíce ovlivňuje velikost dopadové energie. Jedná se o jeden z nejdůležitějších faktorů v závislosti na ranivosti střely. Živá tkáň má vlastnosti rosolovité tekutiny. Střela při průchodu organismem vytváří střelný kanál a kolem něj se tkáň rozkmitává působením rázových vln, čímž dochází k vytváření dutiny – kaverny. Kmity vytvářejí tlakové vlny šířící se celým organismem a způsobují šokové ochromení zvěře. Opět zde platí úměra, že čím je větší dopadová rychlost, tím jsou větší i tlakové vlny a šokové účinky. Rychlost pronikání střely tělem zvěře má dva efekty, a to podíl rychlosti na tvorbě energie a druhý aspekt spočívá ve fyziologických účincích tlakových vln. Uvádí se, že hydrodynamický efekt vzniká při pronikání střely organismem u rychlosti vyšší jak 650 až 700 m/s (Hanák, 2002).

### **3.4.2 Index zlomení v ohni**

Pro srovnání ranivých, a především zastavovacích účinků, čímž se rozumí zlomení zvěře v ohni a zabránění jejímu dalšímu odbíhání i se zraněním se v USA vyvinuly srovnávací metody pomocí výpočtu ranivých indexů. Jedná se kupříkladu o takzvaný Taylor Knock Out Index (zkratka TKO). Což ve volném překladu znamená Taylorův index zlomení v ohni. Jeho výpočet je založen na prostém součinu hmotnosti střely, její rychlosti a jejího průměru.

$$TKO = m \cdot v \cdot p / 1000$$

m – hmotnost střely v gramech

v – rychlost střely ve sledované vzdálenosti – např. 100 m

p – průměr střely v metrech

Při objektivním srovnávání ranivosti jednotlivých ráží se pro lov běžných evropských druhů zvěře považují za dostatečně výkonné ráže s náboji mající TKO (ve 100 m) větší jak 40 a průměrem střely větším jak 6 mm tak, aby byla dodržena zákonem stanovená podmínka pro lov srnčí zvěře s minimální dopadovou energií 1000 J ve 100 metrech a pro ostatní druhy spárkaté zvěře dle zákona č. 449/2001 Sb., alespoň 1500 J ve 100 metrech (Hanák, 2002).

### **3.5 Balistika**

Termín balistika pochází z řečtiny. Definuje vědní obor, zabývající se zkoumáním dráhy letu předmětu v pohybu. V případě palných zbraní se jedná o veškeré děje spojené s pohybem střely po výstřelu (Kneubuehl, 2004).

Balistiku dělíme na vnitřní, která se zabývá zákony hoření prachu, pohybem střely v hlavní a chováním hlavně během výstřelu, dále přechodovou balistiku, která se zabývá působením plynů po opuštění střely z hlavně do vzdálenosti 10-30 cm a následně na balistiku vnější, jež studuje dráhu letu střely a chování střely (Hanák, 1995).

Kneubuehl (2004) balistiku dále rozlišuje takto:

- Vnitřní balistika; zkoumá, co vše se děje v hlavní palné zbraně při výstřelu
- Přechodová balistika; je zaměřena pouze na děje kolem střely v okolí ústí hlavně
- Vnější balistika; zabývá se tím, co vše ovlivňuje střelu během své dráhy ve vzduchu
- Terminální (cílová) balistika; předmětem jejího zájmu je objasnění jevů a dějů při pronikání střely do cíle, je to nejmladší balistická disciplína.

### **3.6 Terminální balistika**

Terminální (koncová) balistika jako jedno z odvětví balistiky se zabývá účinkem střely v cíli, a to jak živém i neživém. Podrobným zkoumáním účinků při zasažení organismu střelou se věnuje ranivá balistika, kterou lze ještě dále dělit na vojenskou

a loveckou – pro odlišení používaných střel a žádoucích účinků v cíli (Planka a kol., 2010).

### **3.6.1 Ranivá balistika**

Počátek jejího vzniku je datován v 1.polovině 19. století a je považována za samostatný vědní obor snažící se o objektivizaci hodnocení ranivých účinků střel na člověka a později dala vzniknout odvětví zabývající se čistě loveckou ranivou balistikou. V současné době je hlavním zdrojem poznání v tomto oboru balistický experiment využívající poznatky ostatních vědních oborů jako jsou fyzika, mechanika, hydromechanika, obecná balistika, nauka o zbraních a střelivu, všeobecná medicína, anatomie, patologie, traumatologie, válečné a soudní lékařství a další (Juříček, 2013).

Ranivá nebo jinak také traumatická balistika je tedy považována za samostatné odvětví koncové (terminální) balistiky, která se zabývá střelnými poraněními živočichů a posuzuje účinnost střel daného typu na definovaný cíl a vzájemnými vztahy mezi funkcí a konstrukcí střely (Juříček, 2013).

### **3.6.2 Ranivý účinek a potenciál střely**

Ranivý potenciál střely spadá do oblasti experimentální ranivé balistiky a vyjadřuje schopnost vyvolat střelné poranění, které je charakterizováno schopností předat určité množství kinetické energie zkušebnímu bloku simulačního materiálu a závisí především na konstrukci střely a použitých materiálech (Juříček, 2013).

Ranivý účinek představuje ničivý účinek střely na živý organismus, jehož výsledkem je poškození tkání různého rozsahu, souvislosti kůže a vnitřních orgánů (Juříček, 2013).

Základním účinkem střely po vniknutí do těla zvěře je tedy poškození tkání, orgánů a podráždění nervových center. V organismu způsobují tyto jevy pocity bolesti, krvácení a ochromení, které má za následek během určité doby snížení schopnosti jednání zasažené zvěře (Kneubuehl, 2004). Při lovecké střelbě je nejdůležitější umístění zásahu. Působení střely v cíli do značné míry ovlivňuje průměr, hmotnost, konstrukce a dopadová rychlost střely. Při rozdílných zásazích, a

to jak u různých druhů zvěře, tak jednotlivých částí těla zvěře, je střele kladen vždy jiný odpor. Z tohoto důvodu se dá jen velmi těžko posuzovat a srovnávat účinky jednotlivých typů loveckých střel, neboť i velmi malá odchylka v místě zásahu může vést k nepotvrzení účinku zásahu předešlého (Weidinger, 2011). S výjimkou zásahu životně důležitých center je příčinou smrti při zásahu střelou přerušeni kyslíku do mozku, které bývá způsobeno narušením krevního oběhu v důsledku masivního krvácení či zástavy srdce, přičemž poloha zásahu a druhu zasažených orgánů/tkání je rozhodující pro dobu, než dojde k absenci akceschopnosti. Změna polohy zásahu o několik milimetrů či centimetrů může mít na účinek zcela zásadní vliv. Velký vliv má i psychický stav zvěře před výstřelem (Kneubuehl, 2004).

Je dokázáno, že tělo zvěře je podobně jako tělo lidské složeno ze dvou symetrických částí, přičemž rovina symetrie probíhá podélnou osou těla. Každá polovina je ovládána párovým nervovým systémem. Zasáhne-li střela jen jednu polovinu těla a nepronikne rovinou symetrie do druhé, dochází tak k vyřazení jen poloviny nervového systému. Právě z tohoto důvodu se na zvěř střílí z boku s cílem proniknutí střely rovinou symetrie. Dochází tak tedy v ideálním případě k prostřelení kusu zvěře (Faktor, 1972).

Střela disponuje po dopadu na tělo zvěře určitou rychlostí, má tedy určitou dopadovou energii. Zůstane-li po ráně střela v těle zvěře, dojde tak k předání veškeré dopadové energie a naopak projde-li organismem, předá jí pouze její část. Schopnost střely proniknout do hloubky cíle se nazývá průbojností – průrazností a schopnost střely způsobit rychlé usmrcení se nazývá ranivost nebo smrtící účinek. Zde dochází ke dvěma protikladům, neboť průbojná střela snadno proniká organismem, aniž by mu předala dostatek své energie, tolik potřebné k devastujícímu poškození vnitřních orgánů – a to i těch, co nebyly přímo zasaženy. Jedná se především o celoplášťové střely vhodné ke sportovní stříbě a lovu kožešinové zvěře. Druhým extrémem je velká ranivost střely – zejména olověných střel bez pláště, kdy dochází ke značné deformaci střely příliš rychle. Střela tak expanduje v malé hloubce bez významnějšího poškození vnitřních orgánů. Právě z těchto důvodů se jako ideální kompromis výše zmíněných krajností používají pro lovecké účely poloplášťové střely (Bílý, 1983).

### 3.6.3 Účinky na biologický cíl

Pro loveckou střelbu je zásadní, aby byla zvěř usmrcena co nejrychleji (Bílý, 1983).

Při vyhodnocování účinků střely na živý organismus není podstatná jen průbojnost – tedy schopnost proniknout do těla zvěře, nýbrž i další projevy zásahu, které nazýváme ranivost (Planka a kol., 2010). Střelná poranění lze rozdělit na primární a sekundární. Primární střelná poranění způsobují vlastní střely předáním části své kinetické energie. Narazí-li při vlastním průchodu tělem střela např. na kost a rozštěpí ji, předá tak část své energie i těmto úlomkům a ty se pak pohybují po vlastní dráze jako sekundární projektily a způsobují další poranění tkání (Juříček, 2013).

Účinek použití lovecké zbraně na zvěř je ovlivněn několika faktory, jsou to především:

- Vzdálenost střelby
- Ranivý potenciál střely
- Poloha bodu zásahu a průběh střelného kanálu v těle
- Fyzický a psychický stav zvěře – velkou roli zde hraje moment překvapení

(Planka a kol., 2010).

Dosažená úroveň ranivého účinku je tak přímo závislá na dvou základních skupinách faktorů ranivého účinku:

- Konstruktivní a balistické charakteristiky střely: - sem patří ráže, hmotnost, tvar, dopadová energie, rychlost, schopnost deformace střely a její stabilita při pronikání tkáněmi.
- Vlastnosti cíle: - jedná se o druh zasažené tkáně, její fyzikální vlastnosti, mezi které patří struktura, hustota, hmotnost, mechanická pevnost, elasticita, obsah vody a vzduchu a v neposlední řadě také celkový fyzický a psychický stav (Juříček, 2013).

Účinky střel na biologický cíl je možné rozdělit také na:

- Průbojný účinek
- Tříštivý a trhavý účinek
- Střepinový účinek
- Sekundární účinek

Průbojný účinek se nejvíce projevuje vznikem střelného kanálu. Velikost průbojného účinku je přímo úměrná hmotnosti, pevnosti a dopadové rychlosti střely. Každá lovecká střela musí mít dostatečnou průbojnost, zajišťující proniknutí k životně důležitým orgánům a jejich poškození (Bílý, 1983). Jedná se tedy o schopnost střely, díky svým balistickým a konstrukčním vlastnostem, proniknout do určité hloubky cíle a překonávat odpor prostředí (Juříček, 2013).

Tříštivý a trhavý účinek se rozlišuje podle toho, v jaké části těla zvěře střela proniká. Narazí-li střela při pronikání organismem na kost, jedná se o tříštivý účinek. Prochází-li střela svalovou hmotou a měkkými tkáněmi následkem je pak trhavý účinek. Rozhodující pro vznik těchto dvou účinků je odpor, který klade střele prostředí, jimž proniká – zejména jeho pevnost a deformační schopnosti, což ovlivňuje dopadová rychlost střely, její energie, ráže střely, její hmotnost, poměr hmotnosti střely k ploše jejího příčného průřezu, průběh poklesu rychlosti střely, stabilita, tvar a deformační schopnost střely při průniku daným prostředím. Odpor prostředí je přímo úměrný s větší tuhostí části organismu, s větší ráží a rychlostí střely (Bílý, 1983).

Střepinový účinek vzniká při roztříštění střely při nárazu na kost, neboť odpor, který střela překonává je větší než pevnost střely. Každá střepina má pak svou vlastní energii a putuje organismem zcela náhodně a nepředvídatelně, což má za následek výrazné poškození zvěřiny. Velký střepinový účinek mají především náboje s dutinkou ve špičce pláště (Bílý, 1983). Ke střepinovému účinku tedy dochází při překročení meze dynamické pevnosti, což způsobuje deformaci až fragmentaci střely. Fragmentace na povrchu je nežádoucí, neboť dochází ke snížení schopnosti průniku k životně důležitým orgánům (Juříček, 2013).

Za sekundární účinky považujeme další mechanická poškození tkání způsobené úlomky kostí, neboť získaly od střely část její energie a mohou tak poškodit i orgány, které nebyly střelou přímo zasaženy (Bílý, 1983).

Mechanické poškození:

Mechanické poškození tkání a vnitřních orgánů se považuje za přímý důsledek působení jednotlivých složek ranivého účinku střely či jejich kombinací. Rozsah je ovlivněn především průbojným účinkem spolu s tříštivým a trhavým účinkem navýšený o účinek sekundárních projektilů. V minulosti do značné míry přeceňovaný hydrodynamický efekt má na celkovém rozsahu poškození menší podíl (Juříček, 2013).

Planka a kol., (2010) dále rozděluje účinky na biologický cíl takto:

- Průbojný účinek
- Tříštivý účinek – při zásahu kosti dochází k tříštivé zlomenině a úlomky kostí mohou fungovat jako sekundární projektily.
- Trhavý účinek – je typický pro velké a těžké střely či velmi rychlé a destabilizované.
- Hydrodynamický účinek – vzniká působením tlakové vlny při průniku orgány s velkým obsahem tekutin. Dochází zde k potrhání orgánů tlakem o velikosti 10 Mp šířící se v tekutině rychlostí až 1500 m/s.
- Traumatický a neurogenní šok – je důsledkem devastujícího otřesu tkáně v oblasti střelného kanálu.
- Porážecí a zastavovací účinek – důsledek rozsáhlého střelného poranění organismu vyřazující z činnosti centrální nervový systém

K okamžitému usmrcení zvěře tedy dochází po zásahu střelou o dopadové rychlosti kolem 1000 m/s, dále pak při zásahu hlavy, páteře, aorty nebo komory srdce u aorty. K velmi rychlému usmrcení dochází díky traumatickému šoku při zásahu těla zvěře z boku, kdy střela zasáhne i druhou polovinu těla a způsobí takzvaný párový šok (Bílý, 1983). Největší ničivé účinky se projevují u křehkých orgánů jako jsou játra, ledviny a orgánů s vyšším obsahem tekutin (Juříček, 2013).



### 3.6.3.1 Hydrodynamický efekt

Pojem hydrodynamický efekt se projevuje od dopadových rychlostí vyšších než 700 m/s. Dochází tak k šíření hydrodynamického tlaku ve velkých cévách a v tkáních bohatých na vodu, což jsou vlastně všechny vnitřní orgány. Střela s velkou dopadovou rychlostí při pronikání tělem mechanicky narušuje tkáň ležící před ní, čímž vzniká rázová tlaková vlna předbíhající střelu a její účinky jsou patrné i do stran. Toto mechanické poškození má za následek vznik střelného kanálu – takzvané kaverny. Její velikost závisí na pevnosti a tekutosti tkáně. Čím je v tkáni vyšší obsah vody, tím jsou kaverny rozsáhlejší. Tkáň po průchodu střelou pulsuje, několikrát se rozšíří a opět stáhne. Velikost kaverny a počet impulsů závisí v největší míře na dopadové rychlosti, méně pak na hmotnosti a ráži střely. Platí tedy, že čím je vyšší dopadová rychlost, tím je větší kaverna, a tedy výraznější tlaková vlna postihující tkáň v okolí a vzrůstá i velikost hydrodynamického efektu, který způsobí stlačení nervů a nervových kmenů, ochrnutí nervových center mozku, okamžitou bezvládnost a při zásahu hrudních a břišních orgánů střelou o dopadové rychlosti kolem 1000 m/s i obvykle okamžitou smrt. Tento jev je nazýván jako neurogenní šok. V tomto případě dochází k výraznému hydrodynamickému efektu i u střel velmi malých ráží a hmotností. Ranivost těchto střel se ještě umocňuje jejich nestabilitou (Bílý, 1983).

Při dopadových rychlostech vyšších jak 700 m/s dochází k výrazným kmitům tkáně vyvolávající efekt podobný hydraulickému rázu v kapalině doprovázený vysokým šokujícím účinkem. Dochází tak k poruchám krevního oběhu, otoku mozku, plic a jater a může docházet i mechanickému poškození tepen - např. aorty či jiných orgánů, ačkoliv nebyly přímo zasaženy. Obecně se uvádí, že náboje s velmi rychlou střelou mají výrazně vyšší zastavovací účinky než náboj s pomalejší, i když těžší střelou, ale stejnou energií (Hanák, 2002).

### 3.6.3.2 Traumatický šok

Další velmi žádaný účinek střely na zvěř je traumatický šok. V těle zvěře vyvolává reakci organismu, dochází k nadměrnému podráždění nervové soustavy, k velkému poklesu krevního oběhu, překrvení a otoku jater, plic a mozku a katastrofálnímu snížení krevního tlaku. Všechny tyto změny jsou provázeny okamžitou ochablostí svalstva. Smrt způsobená traumatickým šokem přichází o něco

později, než je tomu u hydrodynamického efektu, ale rychle. Jako její příčina je uváděn nedostatek kyslíku v mozku způsobený přerušením krevního oběhu. Jedině za předpokladu vyvolání traumatického šoku dochází k rychlému a bezbolestnému usmrcení zvěře, ačkoliv střela nezasáhla přímo některý z životně důležitých orgánů – srdce, mozek či míchu (Bílý, 1983, Planka a kol., 2010). Rozsáhlá a devastující poranění střelou, doprovázené tříštivým a trhavým účinkem mají za následek traumatický šok mnohem častěji než střelná poranění vykazující známky jen průbojného účinku (Juříček, 2013).

Rychlý smrtící účinek doprovázený šokem tedy nastupuje u zasažené zvěře tehdy, dojde-li k proniknutí střely do dostatečné hloubky – a současně je podmínkou, aby byly zasaženy obě poloviny těla podle podélné osy, což má za následek vyvolání párového šoku, při němž dochází k poškození nervového a cévního systému v obou polovinách těla současně.

Po zásahu těla zvěře loveckou střelou a při jejím průchodu se vytváří střelný kanál – kaverna, která po průchodu střely kmitá. Kmitání tkáně se šíří tělními tekutinami a poškozují i vnitřní orgány, které nebyly přímo zasaženy. Platí zde přímá úměra, že čím je vyšší dopadová rychlost a rychlost střely při pronikání tkáněmi zvěře, tím je ranivý účinek větší. Nepřímé zasažení životně důležitých orgánů s fatálním poškozením jejich funkce se nazývá šokový účinek střely. Tento šok nastává při dopadových rychlostech střely nad 600 m/s (Hanák, 2002).

### **3.6.3.3 Zastavovací účinek**

Jedná se o zajímavý aspekt lovecké střelby, který vzniká současně s hydrodynamickým efektem, při zásahu životně důležitých orgánů, při dostatečně silném traumatickém šoku, při zásahu kostí, které jsou spojeny s páteří, případně vzniká v důsledku působení velké kinetické energie vůči hmotnosti těla zvěře (Bílý, 1983, Planka a kol., 2010). Velmi důležitý je tento projev dopadové energie v souvislosti s lovem zvěře tropické a nebezpečné. Energie, kterou má střela, je v maximální míře využita jen tehdy, když se celá rozloží v těle zvěře (Faktor, Lankaš, 1982).

Zastavující nebo také zastavovací účinek střely na živý organismus charakterizuje neschopnost organismu pokračovat v jakékoliv činnosti. Bývá často projevem těžkého traumatického šoku, případně jako důsledek hydrodynamického efektu či jiného závažného poranění. Svou roli zde hraje i podráždění centrální nervové soustavy i bez poškození vitálních orgánů, které bývá způsobeno šířením hydrodynamického tlaku při průchodu orgány a tkáněmi bohatými na vodu, popřípadě po zásahu kostí spojených s páteří a následnému otřesu centrální nervové soustavy. Zastavovací účinek střel lze jen velmi těžko hodnotit (Juříček, 2013). S tím úzce souvisí dopadová rychlost střely, která je jednou ze základních veličin rozhodující o výsledném efektu zasažení organismu a patofyziologických mechanismech, které se podílejí na poškození tkání (Šafr, Hejna 2010).

#### **3.6.4 Kavitační dutina**

Vzájemným působením mezi tkáněmi organismu a střelou vzniká střelný kanál s tvorbou dočasného střelného kanálu (kaverny), který vzhledem k pulzaci tkáně dokáže zvětšit svůj průměr až několikanásobně. Proces kavitace trvá zhruba 10 ms a průměr vytvářené dutiny je nejširší přibližně za 2–4 ms. Dochází tak k opakovanému a stále se zmenšujícímu střídání roztažení a smrštění tkáně trvající do spotřebování energie pulzující tkáně (Šafr, Hejna 2010). Směr střelného kanálu nemusí být vždy přímočarý a ovlivňuje ho zejména rychlost, rotace a deformace střely při průchodu různě tvrdými tkáněmi (Hirt a kol., 1996). Podmínkou vzniku střelného kanálu je tedy přenesení kinetické energie střely na tkáň v dráze střely. Výsledek bývá označován jako ranivý efekt podmíněný především rychlostí a hmotností střely, jak již bylo řečeno. Kromě těchto dvou faktorů hrají významnou roli také ráže střely, tvar, materiál, konstrukce a stabilita střely, ale i fyzikální vlastnosti zasažené tkáně – nejvíce pak elasticita, viskozita, denzita a anatomická struktura tkáně. Vznik střelného kanálu je tedy podmíněn buď tříštivým či trhavým a dynamickým účinkem střely (Šafr, Hejna 2010).

Je nutné podotknout, že rozkmitání a stlačení tkání se nejvíce týká měkkých a tekutých tkání. Platí zde, že čím je tkáň méně tuhá a obsahuje více vody, tak vzniká větší kmitající kaverna. Jedná se především o vnitřní orgány, u nichž dochází ke značné devastaci. Jinak tomu je u tuhých tkání – svaloviny (zvěřiny). Kmitající efekt se zde projevuje vcelku minimálně. Střelný kanál na vstřelu i u nejrychlejších střel

nebývá větší než 2 cm. Jiná je situace na výstřelné straně, kde bývá poškození zvěřiny největší (Hanák, 2002). U superrychlých střel dosahující ústové rychlosti blížící se k 1000 m/s může dočasný střelný kanál dosahovat i průměru 13 cm, a to i v případě kalibru 5,6 mm (Hirt a kol., 1996). Problém malých a rychlých střel spočívá v tom, že jejich konstrukce neumožňuje pevné spojení jádra s pláštěm a dochází tak k úplnému neřízenému rozložení střely. Při výstupu z těla zvěře je střela většinou zcela deformovaná či dokonce rozložená do několika fragmentů. Tím na výstřelné straně předává nejvíce své energie a způsobuje největší rozrušení tkáně – oddělené části pláště nebo jádra střely a plošné střepinové poškození i velmi vzdálené od kaverny způsobují rozsáhlé podlitiny a znehodnocení zvěřiny. Z uvedených důvodů nelze přičítat poškození zvěřiny pouze rychlým rážím, ale především střelám o malém průměru s nevyhovující konstrukcí. Je dokázáno, že velmi rychlé střely (kolem 1000 m/s), ale většího průměru na zvěřinu negativní účinky nemají. Jedná se například o ráže 7 mm Remington Magnum, 300 Winchester Magnum či 8 x 68 S. U těchto nábojů dochází díky řízené deformaci k vytvoření rozsáhlé kaverny a značnému poškození vnitřních orgánů. Výstřelné části těla zvěře předává střela jen přiměřenou část energie, úměrné její deformaci a odporu. Mimo jiné snadno proniká tuhými částmi organismu, jako jsou klouby a kosti, a tím nepůsobí trhavými účinky. Proto u těchto nábojů nebývá výstřelný kanál větší jak 3-4 cm a okolní svalovina nebývá poškozena podlitím (Hanák, 2002).

### 3.6.5 Simulační materiály

Předmětem ranivé balistiky je bádání v oblasti vzájemného působení mezi střelou a živým organismem. Zatímco střela má jasně dané parametry, živý biologický cíl je v podstatě nehomogenním objektem s mnoha proměnnými (Juříček, 2013).

Náhradní materiály cíle umožňují provedení reálných balistických experimentů zkoumajících účinnost střel v rozsahu neuskutečnitelném při použití biologických cílů. Základním požadavkem je, aby se úroveň deformace střely a rozsah poškození tkání přibližovala co nejvíce obrazu zasažených biologických materiálů. Používají se zejména cíle nahrazující měkké tkáně, kosti, kůži a lebku. Mezi základní druhy náhradních materiálů měkkých tkání patří: voda a mokrý papír, mýdlo a vosky, balistický gel s obsahem kopolymeru Kraton G a celosvětově nejrozšířenější želatina. Náhradní cíle bývají často doplňovány o překážky imitující kůži, kosti a vnitřní

orgány. V praxi se často používají zvířecí vnitřní orgány, zejména prasečí (Valenta, 2007).

K simulaci měkkých tkání, představující lidský či zvířecí organismus se pro vědecké účely používají v dnešní době zejména dva materiály. První z nich je balistická želatina určité pevnosti, koncentrace a teploty – její nespornou výhodou je průhlednost, což umožňuje zaznamenat pohyb střely pomocí rychlokamery, avšak radiální trhliny a střelný kanál nezanechávají trvalou stopu (Juříček, 2013). Jedná se o celosvětově nejpoužívanější náhradní materiál. Nejčastěji obsahuje 90 % vody a hustotou je tak blízká biologickým tkáním. Její nevýhoda spočívá v nutnosti ji temperovat na teplotu 4 stupně Celsia a poté ji během krátké doby použít. Její cena je značně vysoká (Valenta, 2007). Druhým materiálem je glycerinové mýdlo – které je neprůhledné a střelný kanál zůstává zachován ve svém největším objemu (Kneubuehl, 2004). Mezi další plastická média, která se svými fyzikálními a mechanickými vlastnostmi blíží vlastnostem biologických tkání díky své hustotě, elasticitě, stlačitelnosti a viskozitě, patří směs petrolátu s parafínem, plastelína a kraton (Juříček, 2013).

## **4 Metodika**

### **4.1 Dotazníkové šetření**

Nejprve byl vytvořen dotazník určený pro aktivní myslivce, který sledoval následující faktory: vzdálenost střelby, druh zvěře a její hmotnost, ráži a typ střely, anatomii umístění zásahu a jednání zvěře po něm – jak daleko zvěř odešla z nástřelu, než zhasla. Evidovány byly pouze kusy spárkaté zvěře ulovené při individuálním lovu na čekané a na šoulačce, kdy zvěř téměř ve 100 % případů nevěděla o lovcích a hrozícím nebezpečí.

Z nashromážděných dat pak byly vytvořeny prostřednictvím programu Excel přehledné grafy znázorňující jak druhovou četnost kulových ráží a loveckých nábojů použitých v experimentu, tak hlavně reakci zasažené spárkaté zvěře. A to především v souvislosti s anatomickým umístěním zásahu, hmotností ulovené zvěře a vzdáleností, na kterou bylo stříleno.

Příklad loveckého dotazníku

Datum	Čas	Druh zvěře / pohlaví	Stáří [rok]	Hmotnost [kg]	Způsob lovu / věděla zvěř o lovcích	Vzdálenost na kterou bylo stříleno [m]	Značení zásahu	Vzdálenost, kterou zvěř odešla z nástřelu [m]	Umístění zásahu (orgány)	Ráže	Náboj/typ střely/hmotnost [g]	Devastace zvěřiny v místě střelného kanálu (podlitiny)	Foto/vstřel, výstřel, poškození zvěřiny
21.3.2015	18.20	sele/M	1	30	čekaná/ne	120	ano	20	srdce, plíce	6,5 x 55 SE	Nosler Accubond 9g	téměř žádná	ne
6.3.2012	23.00	sele/M	1	17	čekaná/ne	50	ne	0	páteř	6,5 x 55 SE	lapua mega 10,1g	ne	ne
7.6.2012	21.30	srnec	2	12	čekaná/ne	100	ne	0	plíce	6,5x55 SE	lapua mega 10,1g	ne	ne
16.6.2012	6.30	srnec	2	15	čekaná/ne	60	ano	30	plíce, játra	6,5 x 55 SE	lapua mega 10,1g	střední	ne
12.4.2014	23.30	lončák/F	2	35	čekaná/ne	50	ne	0	srdce	6,5 x 55 SE	Nosler Accubond 9 g	ne	ne
19.5.2014	21.00	srnec	2	10	šoulačka/ano	145	ne	0	plíce, páteř	6,5 x 55 SE	Nosler Accubond 9 g	ne	ne
7.8.2014	6.50	srnec	2	15	čekaná/ne	80	ano	0	plíce, játra	6,5 x 55 SE	Nosler Accubond 9 g	střední	ne
30.11.2014	7.15	muflon	3	30	čekaná/ne	50	ano	15	plíce	6,5 x 55 SE	Nosler Accubond 9 g	ne	ne
29.4.2015	21.30	lončák/M	2	35	čekaná/ne	50	ne	0	plíce	6,5 x 55 SE	Nosler Accubond 9 g	ne	ne
8.10.2015	18.15	jelen	3	85	čekaná/ne	50	ne	40	plíce	6,5 x 55 SE	Nosler Accubond 9 g	střední	ne

## 4.2 Anatomické vyšetření vybraných vnitřních orgánů

Ve spolupráci se soudním znalcem z oboru lékařství a toxikologie, asistent MUDr. David Vajtr, Ph.D. (zaměstnanec Ústavu soudního lékařství a toxikologie 1. LF UK v Praze) bylo provedeno laboratorní vyšetření vzorků a objasnění příčin smrti u 3 ulovených kusů spárkaté zvěře. Ihned po ulovení tak byly odebrány vnitřní orgány (srdce, část plic a aorta), vloženy do roztoku formaldehydu a doručeny během 24-48 hodin do Ústavu soudního lékařství a toxikologie v Praze, kde byly následně jak morfologicky, tak i histologicky vyšetřeny. Pozornost se soustředila především na fyziologické změny na srdci. Byl proveden odběr vzorků z predilekčních míst: kontuze myokardu, oblast AV – uzlu pravé srdeční síně a subendokardiální a subepikardiální oblasti srdečních komor. Pro porovnání se zjištěnými výsledky byly jako kontrolní vzorky stejným způsobem vyšetřena 2 srdce z jatečně usmrcených zvířat (prasat domácích) získaných ze společnosti Jatky Sojka s.r.o. Tyto orgány pocházely ze zvířat omráčených elektrickými kleštěmi se střídavým napětím 120 V a 2,2 -2,3 ampéru (A) a vykřvena přetnutím krkavice. Poté byl vypracován histologický popis jednotlivých případů na základě patomorfologického vyšetření a vlastního histologického barvení vzorků tkání s mikroskopickým rozborem. Použita byla nejzákladnější a nejčastější metoda barvení vzorků hematoxylinem a eozinem, kde se kombinují dvě barviva – hematoxylin (barví modře) a syntetické kyselé barvivo eozin. Dále byla použita metoda PAS a barvení metodou Picro-Mallory. Cílem barvení je zvýraznit v buňkách tkáně struktury, které jsou dále mikroskopicky zkoumány. Proces vlastního barvení řezů tkáně umístěné na podložních sklíčkách je možné rozdělit do několika kroků. Jedná se o takzvanou deparafinaci, zavodnění, vlastní barvení, odvodnění, projasnění a zamontování. Pro mikroskopické vyšetření byl použit mikroskop Docuval (Carl Zeiss Jena) se zvětšením 200x, 400x, 600x. Následně byla pořízena fotodokumentace mikroskopických řezů.



## 5 Výsledky

### 5.1 Rozbor vstupních dat

Pro experiment v bakalářské práci bylo zpracováno celkem 254 záznamů z lovu spárkaté zvěře od 5 lovců, převážně z oblasti Jindřichohradecka, Třeboňska a Křivoklátska.

Z celkového počtu tvoří:

- 121 ks černá zvěř
- 90 ks srnčí zvěř
- 26 ks jelení zvěř
- 12 ks mufloní zvěř
- 5 ks dančí zvěř

Pozornost byla věnována především zvěři černé a srnčí, která tvoří značnou část z celkového počtu ulovených kusů. Ostatní druhy zvěře nebyly pro nízké počty ulovených kusů vyhodnocovány zvlášť, ale zahrnuty do celkového množství.

Veškeré výsledky obsažené v práci byly zaměřeny na schopnost jednání zvěře po zásahu kulovou střelou v souvislosti s umístěním zásahu, hmotností zvěře a vzdáleností na kterou bylo stříleno.

Primárně tedy byla sledována odchozí vzdálenost zvěře z nástřelu, než došlo k jejímu zhasnutí (smrti).

Pro tvorbu grafů byly stanoveny 4 kategorie odchozí vzdálenosti zvěře z nástřelu:

- 1) 0 m
- 2) 1-10 m
- 3) 11-50 m
- 4) 51 a více metrů

Pro vyhodnocování umístění zásahu byly vytvořeny 4 oblasti zásahu:

- 1) Hlava, krk, hřbet
- 2) Hrudní dutina
- 3) Břišní dutina
- 4) Hrudní a břišní dutina

V souvislosti s grafickým znázorněním reakce veškeré ulovené zvěře a její hmotností byly vytvořeny 4 hmotnostní kategorie:

- 1) 1-30 kg
- 2) 31-60 kg
- 3) 61-90 kg
- 4) 90 a více kg

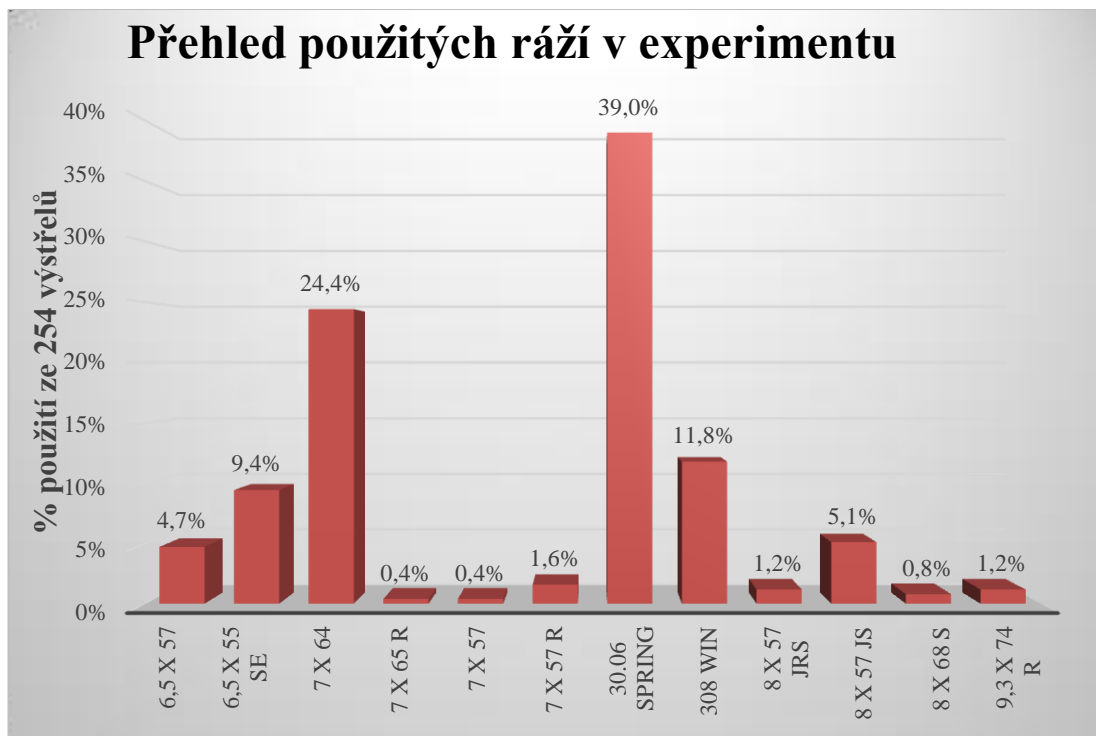
A nakonec pro vyhodnocování reakce veškeré ulovené zvěře v souvislosti se vzdáleností, na kterou bylo stříleno, byly navrženy 3 kategorie vzdáleností střelby:

- 1) 0-50 m
- 2) 51-100 m
- 3) 100 a více metrů

### **5.1.1 Přehled použitých ráží v experimentu**

Na veškerých úlovcích se celkem podílelo 12 kulových ráží (graf.č.1). Nejvíce byla zastoupena ráže 30.06 Sprg., a to celkem v 39 % případu, druhá nejvíce používaná ráže byla 7x64 (24,4 %), třetí nejvyšší počet kusů zaznamenala ráže 308 Win (11,8 %). Ještě lze zmínit 6,5x55 SE, která se podílela na 9,4 % úlovků. Ostatní ráže byly použity v menším počtu (pod 5 % z celkového množství). Nejmenší zastoupení měly kulové ráže 7x65 R a 7x57. Tento výsledek nehovoří nic o četnosti jejich využití v ČR, v oblastech prováděného výzkumu, jejich oblíbenosti u myslivců apod., ale vztahuje se pouze na tuto práci.

Na celkem 254 ulovených kusů se podílelo pouze 5 lovců, tedy na každého připadá 2,4 použité kulové ráže. Je to dáno tím, že někteří z výše uvedených myslivců vlastní více kulových zbraní různých ráží a do honitby je berou s různou četností.



Graf č.1 Přehled použitých ráží v experimentu. Procenta na jednotlivých sloupcích znamenají podíl z celkového množství použitých ráží

### 5.1.2 Přehled použití jednotlivých druhů střeliva

Celkově bylo v experimentu použito 16 druhů střeliva (graf č. 2). Nejvíce zastoupená byla tuzemská značka SB SPCE, tedy měkký hrot prosekávací – se střížnou hranou a to v 26,5 %. Druhým nejčastěji použitým střelivem byla Norma Oryx s 21,3 %. V 8,7 % případů bylo užito střelivo Norma Nosler Partition a dále pak Lapua Mega s 8,3 %. Další druhy střeliva se pohybovaly pod 6,7 %. Nejméně bylo používáno střelivo Geco plus a Lapua Scenar.



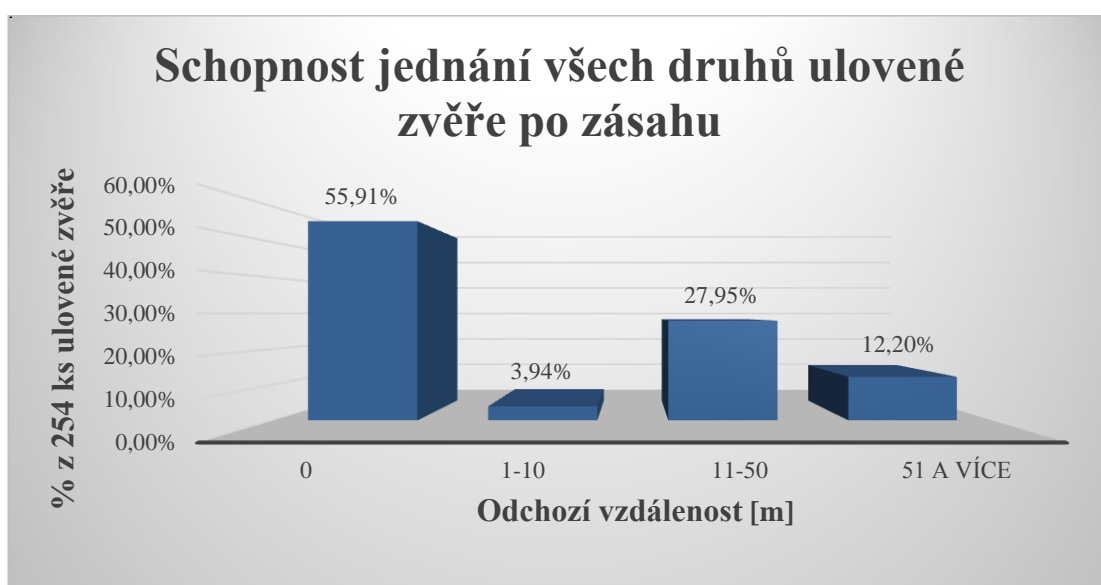
Graf č. 2 Přehled použití jednotlivých druhů střeliva. Procenta na jednotlivých sloupcích znamenají podíl z celkového množství použitého střeliva

## 5.2 Schopnost jednání veškeré zvěře po zásahu kulovou střelou

Následující grafy znázorňují reakci všech druhů zasažené spárkaté zvěře v experimentu dohromady.

### 5.2.1 Souhrn schopnosti jednání všech druhů ulovené zvěře bez ohledu na umístění zásahu

Graf č. 3 znázorňuje odchozí vzdálenost od nástřelu u všech druhů zvěře dohromady. Tedy z 254 kusů zvěře jich zůstalo v ohni 55,61 % kusů, do 10 metrů od nástřelu se vzdálilo pouze 3,94 %. Kategorie zahrnující vzdálenost od 11 m do 50 metrů obsahuje 27,95 % zasažených kusů. Dosled nad 51 metrů musel být proveden u 12,2 % ulovených kusů.



Graf č. 3 Schopnost jednání všech druhů ulovené zvěře po zásahu. Procenta na jednotlivých sloupcích znamenají podíl z celkového počtu zvěře

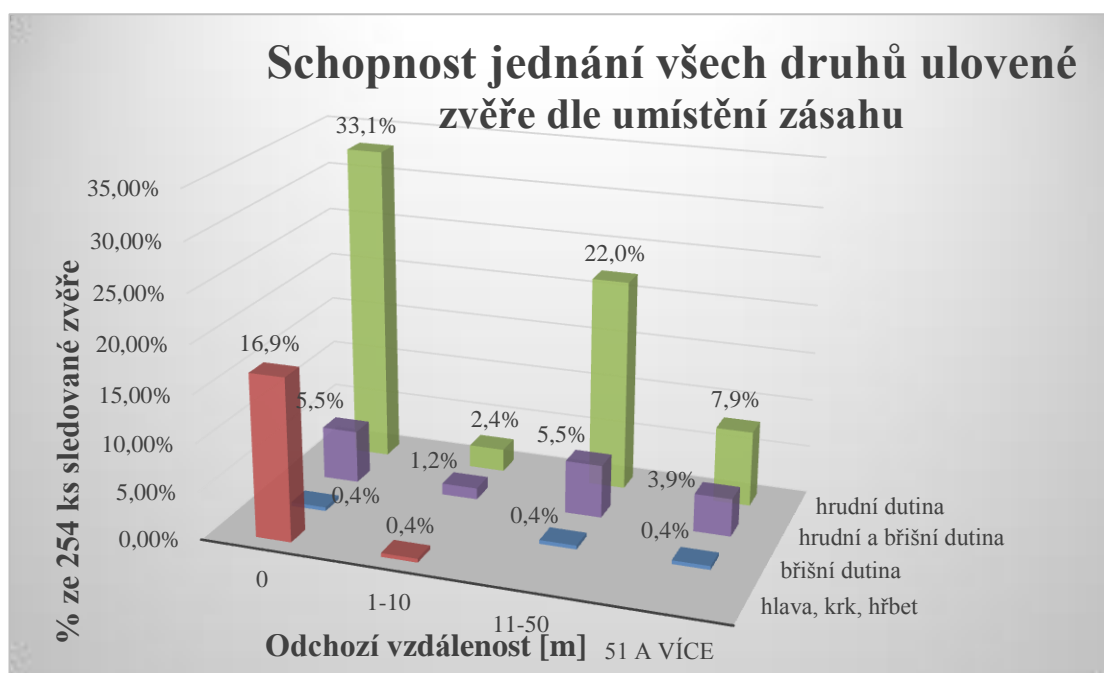
Z grafu tedy vyplývá, že téměř 60 % kusů zůstalo v ohni nebo velmi blízko nástřelu. Téměř třetina ulovených kusů se vzdálila od nástřelu více než 10 metrů, ale jejich dosled nebyl náročný, protože se nacházely do 50 m od nástřelu a při běžném ohledání místa lovu či při použití psa nebyl větší problém daný kus nalézt. Náročnější dosled na větší vzdálenost byl proveden pouze u 12,2 % kusů. Z uvedeného vyplývá, že buď se zvěř zlomí v ohni, nebo většinou odchází do

vzdálenosti větší než 10 metrů. Kategorie zvěře, která odběhla do deseti metrů po zásahu střelou, vykazuje vždy minimální počet kusů, a to jak u celkového součtu všech druhů zvěře, tak i u zvěře černé nebo srnčí, viz grafy níže. To znamená, pokud se zvěř nezlomí v ohni, dá se předpokládat dosled delší než 10 metrů.

### 5.2.2 Schopnost jednání všech druhů ulovené zvěře dle umístění zásahu

Graf č. 4 znázorňuje schopnost jednání zasažené zvěře v závislosti na umístění zásahu.

Nejméně zastoupena je kategorie zásahů do břišní dutiny, je to dáno tím, že na tuto oblast není cíleně mířeno. Lovci se ráně do těchto oblastí vyhýbají a rána do této oblasti se počítá za ránu problematickou, nežádoucí a je spíše umístěna omylem, horšími podmínkami lovu, pohybem zvěře apod. Schopnost jednání zvěře je ve všech kategoriích, vyjma druhé kategorie (1-10 metrů), vyrovnaná. V 0,4 % případů se zvěř zlomila v ohni, stejně tak byla se stejnou četností schopna odejít od nástřelu na vzdálenost větší než 50 metrů.



Graf č. 4 Schopnost jednání všech druhů ulovené zvěře dle umístění zásahu. Procenta na jednotlivých sloupcích znamenají podíl z celkového počtu zvěře

V kategorii zásahu na hlavu, krk a hřbet vykazovala zvěř minimální nebo žádnou schopnost dalšího jednání, celkem bylo do těchto oblastí těla zasaženo 17,3 % kusů. V praxi se jednalo tedy o okamžité zlomení v ohni anebo pouze odskok do vzdálenosti 10 metrů od nástřelu. V žádném ze zaznamenaných případů neodešla zvěř od nástřelu dále jak 10 metrů. Je to dáno tím, že při zásahu těchto partií nastává neurogení šok a zvěř buďto rychle zhasíná nebo není schopna dalšího pohybu.

Ze zkoumaného vzorku 254 kusů se vyskytly i případy, kdy zvěř měla poraněnou pouze míchu a musela být dostřelena nebo byl proveden záraz. Na hřbet bylo uloveno celkem 0,4 % kusů.

Průstřel zešíkma byl zaznamenán u 16,1 % ulovených kusů. Jednalo se o kusy, které byly prostřeleny zešíkma a byla zasažena hrudní i břišní dutina. V ohni zůstalo celkem 5,5 % kusů, do deseti metrů odskočilo pouze 1,2 % kusů. Dosled do 50 metrů byl uskutečněn v 5,5 % případu, do vzdálenosti větší než 51 metrů odešlo celkem 3,9 % kusů zvěře.

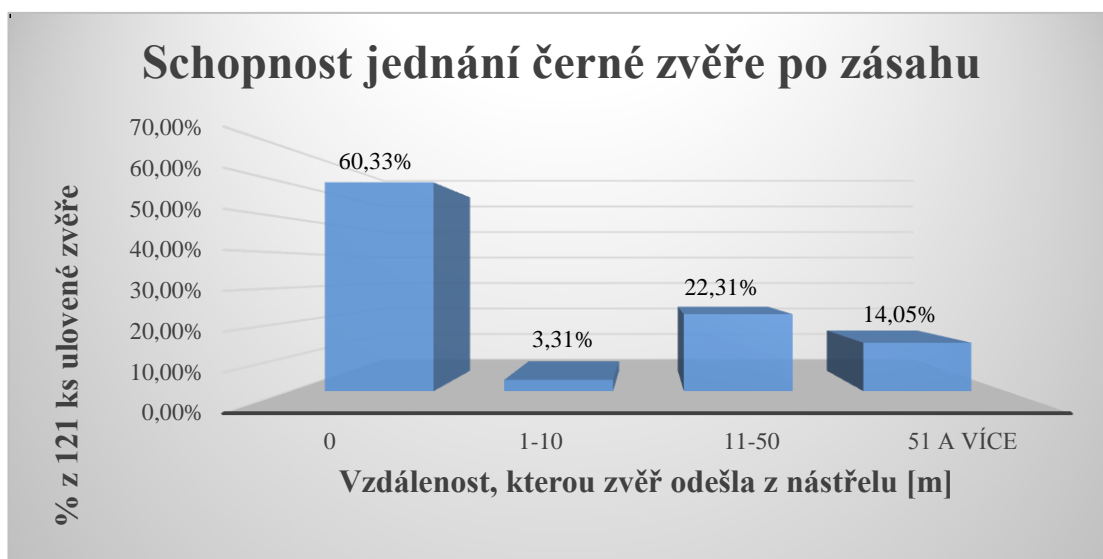
Jednoznačně nejvíce kusů bylo zasaženo do dutiny hrudní a to celkem 65,4 %. Na tuto oblast těla zvěře se cíleně míří, nachází se zde komora, tedy oblast srdce a plic. Při zásahu do této oblasti těla zůstalo v ohni 33,1 % kusů, tedy plná třetina ze všech ulovených kusů. Do deseti metrů od nástřelu odešlo pouze 2,4 %. Naopak nad deset metrů odběhlo celkem 29,9 %, z toho do 50 metrů zůstalo 22,0 % a dosled na vzdálenost větší než 51 metrů byl proveden u 7,9 % kusů zasažených do hrudní dutiny.

### **5.3 Schopnost jednání černé zvěře po zásahu**

#### **5.3.1 Souhrn schopnosti jednání černé zvěře bez ohledu na umístění zásahu**

Černé zvěře, bez rozdílu pohlaví, stáří a hmotnosti, bylo uloveno celkem 121 kusů. Z toho zůstala v ohni výrazná většina a to 60,33 % kusů. Pouze 3,31 % kusů odešlo z nástřelu do deseti metrů. Dosled do vzdálenosti 50 metrů byl proveden u 22,31 % případů a nad 50 metrů odešlo z nástřelu 14,05 % kusů (graf č. 5). Pokud sečteme první dvě a poslední dvě kategorie (vzdálenosti, kterou zvěř odešla z nástřelu) dojdeme k závěru, že výrazná většina (63,64 %) černé zvěře zůstala

v ohni nebo velmi blízko nástřelu. Zbytek kusů (36,36 %) měl schopnost jednat, a to buď do 50 metrů (22,31 %) nebo nad 50 metrů (14,0 %). Ve více jak třetině úlovků musely být provedeny dosledy, které u černé zvěře vždy kladou velké nároky na zkušenosti myslivce a často musí být použit dobrý lovecky upotřebitelný pes. Je to z důvodů denní doby lovu, protože černá se loví většinou za tmy, dále z náročného terénu, kam střelený kus zatahuje a v neposlední řadě i bojovnosti zvěře, kdy postřelený kus černé zvěře může být lidskému nebo psímu zdraví i životu nebezpečný.



Graf č. 5 Schopnost jednání černé zvěře po zásahu. Procenta na jednotlivých sloupcích znamenají podíl z celkového počtu ulovené černé zvěře

### 5.3.2 Schopnost jednání černé zvěře po zásahu dle jeho umístění.

Graf č. 6 znázorňuje schopnost jednání černé zvěře po zásazích do různých částí těla.

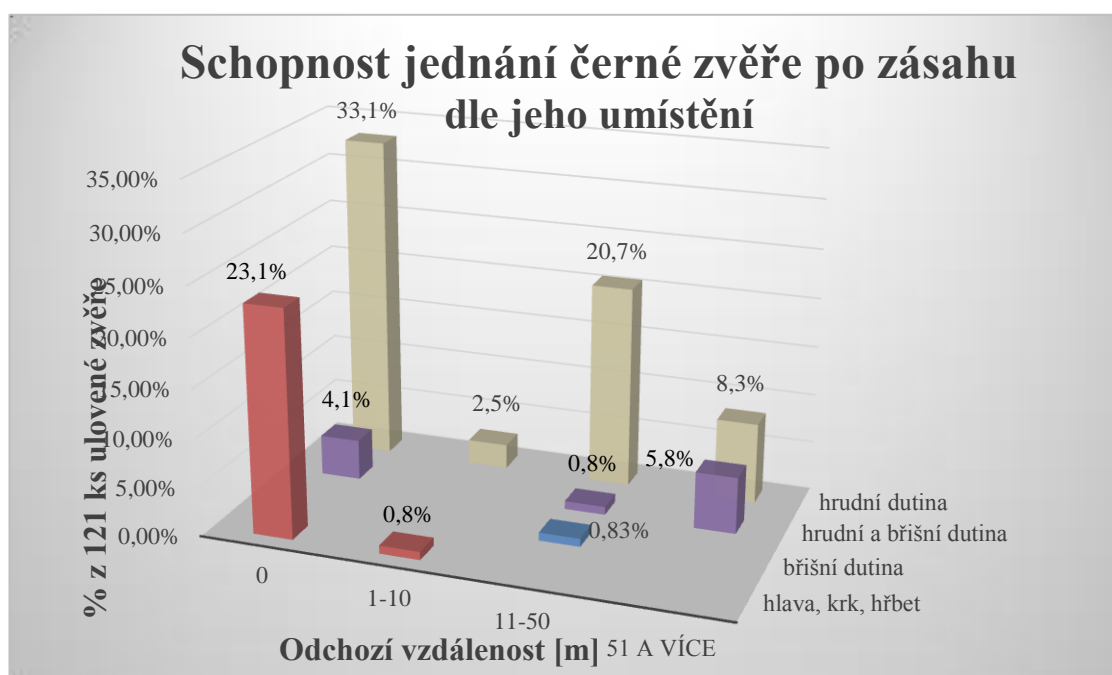
Zásahy střelou do hlavy, krku nebo hřbetu byly u černé zvěře v 23,9 % případů. Zvěř po tomto zásahu zůstala téměř vždy v ohni (23,1 %), pouze 0,8 % kusů odskočilo na vzdálenost do deseti metrů. Na větší vzdálenost nebyl žádný kus schopen dalšího jednání. Doporučit střelbu u černé zvěře pouze na hlavu, krk anebo hřbet je ale nemyslitelné z výše popsaných důvodů, viz popis grafu č. 4.



Pouze na dutinu břišní bylo zasaženo jen 0,83 % kusů. Pak se jednalo o dosled ve vzdálenosti od 10 do 50 metrů. Jak je popsáno výše, na tuto oblast těla se cíleně nemíří, z tohoto důvodu byl zaznamenán tak nízký počet takto ulovených kusů.

Zásah kusu černé zešikma byl zaznamenán v 10,7 %. Zvěř buď zůstala v ohni (4,1 %) nebo následoval dosled a to v 0,8 % případu do deseti metrů, respektive u 5,8 % kusů nad 50 metrů.

Nejčastěji zasažená oblast těla u černé zvěře byla hrudní dutina a to v 64,6 % případů. Jedná se o výraznou většinu z ulovených kusů. Z toho 33,1 % kusů zůstalo v ohni, do deseti metrů od nástřelu zhaslo 2,5 % kusů. Celých 29 % případů bylo dosledováno do vzdálenosti nad deset metrů od nástřelu. Více kusů (20,7 %) z tohoto počtu zůstalo do 50 metrů od nástřelu. Nad 50 metrů od nástřelu muselo být dosledováno 8,3 % kusů.



Graf č. 6 Schopnost jednání černé zvěře po zásahu dle jeho umístění. Procenta na jednotlivých sloupcích znamenají podíl z celkového počtu ulovené černé zvěře

## 5.4 Schopnost jednání srnčí zvěře po zásahu

### 5.4.1 Souhrn schopnosti jednání srnčí zvěře bez ohledu na umístění zásahu

Srnčí zvěře bylo celkově uloveno rovných 90 kusů, jednalo se o obě pohlaví a všechny věkové kategorie. Nadpoloviční většina srnčí zvěře zůstala v ohni, celkem 57,78 % kusů. Schopnost jednání po zásahu do vzdálenosti deseti metrů od nástřelu byla ponechána jen u 5,56 % ulovených kusů. Schopnost jednání srnčí zvěře po zásahu v rozmezí vzdálenosti mezi jedenácti až padesáti metry byla zaznamenána v 28,89 % případů. Kategorie, kdy je zvěř schopna odejít po zásahu na delší vzdálenost, nad 50 metrů, zahrnuje 7,78 % úlovků (graf č. 7).



Graf č. 7 Schopnost jednání srnčí zvěře po zásahu. Procenta na jednotlivých sloupcích znamenají podíl z celkového počtu ulovené srnčí zvěře

### 5.4.2 Schopnost jednání srnčí zvěře po zásahu dle jeho umístění

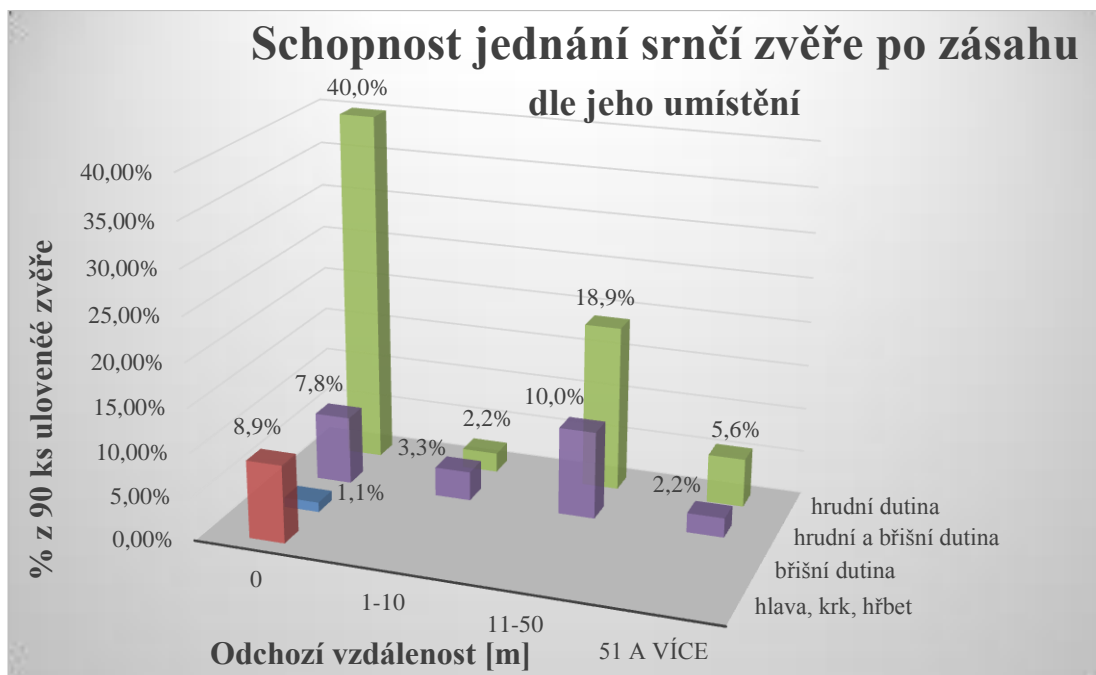
Z počtu 90 kusů ulovené srnčí zvěře bylo pouze 1,1 % kusů uloveno přímo na dutinu břišní. Všechny kusy zasažené do této oblasti těla zůstaly v ohni. Vzhledem k tomu, že se jedná o zanedbatelnou položku nelze vyvozovat závěry, že srnčí zvěř

zasažená naměkko zůstává vždy v ohni. Na tuto oblast těla se cíleně nemíří, a proto byl zaznamenán tak nízký počet takto ulovených kusů.

Druhou nejmenší kategorií zásahů byla oblast hlavy, krku a hřbetu. Celkem bylo takto zasaženo 8,9 % kusů. Na hlavu se srnčí zvěř zásadně neloví a ze všech zaznamenaných kusů nebyl žádný kus zasažen na hlavu. Jednalo se především o cílené rány na krk. V tomto případě se všechny kusy zlomily v ohni. Schopnost zvěře jednat na delší vzdálenost nebyla zaznamenána. Lze tedy vyvodit, že rány na krk bude doprovázet tzv. zlomení v ohni a okamžité zhasnutí zvěře.

Průstřel srnčí zvěře zešikma byl zaznamenán v 23,3 % úlovků. Jednalo se o zásahy, kdy střela prošla hrudní i břišní dutinou, tedy bylo zasaženo více orgánů. Práce neporovnávala, zda se jednalo o vstřel v hrudní dutině a výstřel v břišní dutině či naopak. Oba případy jsou brány souhrnně. Zaznamenané zásahy zešikma byly spíše dílem náhody a nebyly takto zamýšlené. Buď se zvěř pohnula při výstřelu, nebo byla v době výstřelu pootočena, aniž by to lovec zaznamenal, popř. byl lov uskutečněn za horších světelných podmínek. Celkem 7,8 % úlovků se po této ráně zlomilo v ohni, další 3,3 % si ponechalo schopnost jednání do deseti metrů od nástřelu. Na vzdálenost větší než jedenáct metrů a nižší než padesát metrů mělo schopnost jednat rovných 10,0 % kusů. Nejméně úlovků (2,2%) mělo schopnost jednat na větší vzdálenost než 50 metrů. V případě součtu první a druhé kategorie oblasti zásahu lze zjistit, že do deseti metrů od nástřelu zhaslo 11,1 % kusů, nad deset metrů odešlo 12,2 % kusů, ale jen 2,2 % nad 50 metrů. Z uvedeného vyplývá, že šikmý průstřel srnčí zvěře vede buď ke zlomení zvěře v ohni, nebo jen krátkému dosledu do 50 metrů.

Zásah do hrudní dutiny byl zaznamenán v 66,7 % ulovených kusů srnčí zvěře. Tedy výrazná většina ulovených kusů byla zasažena do oblasti srdce a plic. Zdůvodnění je nasnadě, jedná se o oblast komory a u srnčí zvěře se lovec snaží ulovit velmi dobrou ranou a má k tomu většinou i příležitost, která je dána denní dobou lovu, nutností kus dobře obeznat a dále snahou nepoškodit ceněnou zvěřinu. Rovných 40 % ulovených kusů do hrudní dutiny se zlomilo v ohni. Jen 2,2 % kusů mělo schopnost jednat do deseti metrů od nástřelu. Dosled do 50 metrů byl učiněn u 18,9 % kusů. Schopnost pohybové aktivity nad 50 metrů od nástřelu si po zásahu ponechalo jen 5,6 % kusů srnčí zvěře.



Graf č. 8 Schopnost jednání srnčí zvěře po zásahu dle jeho umístění. Procenta na jednotlivých sloupcích znamenají podíl z celkového počtu ulovené srnčí zvěře

## **5.5 Schopnost jednání veškeré ulovené zvěře v závislosti na její hmotnosti**

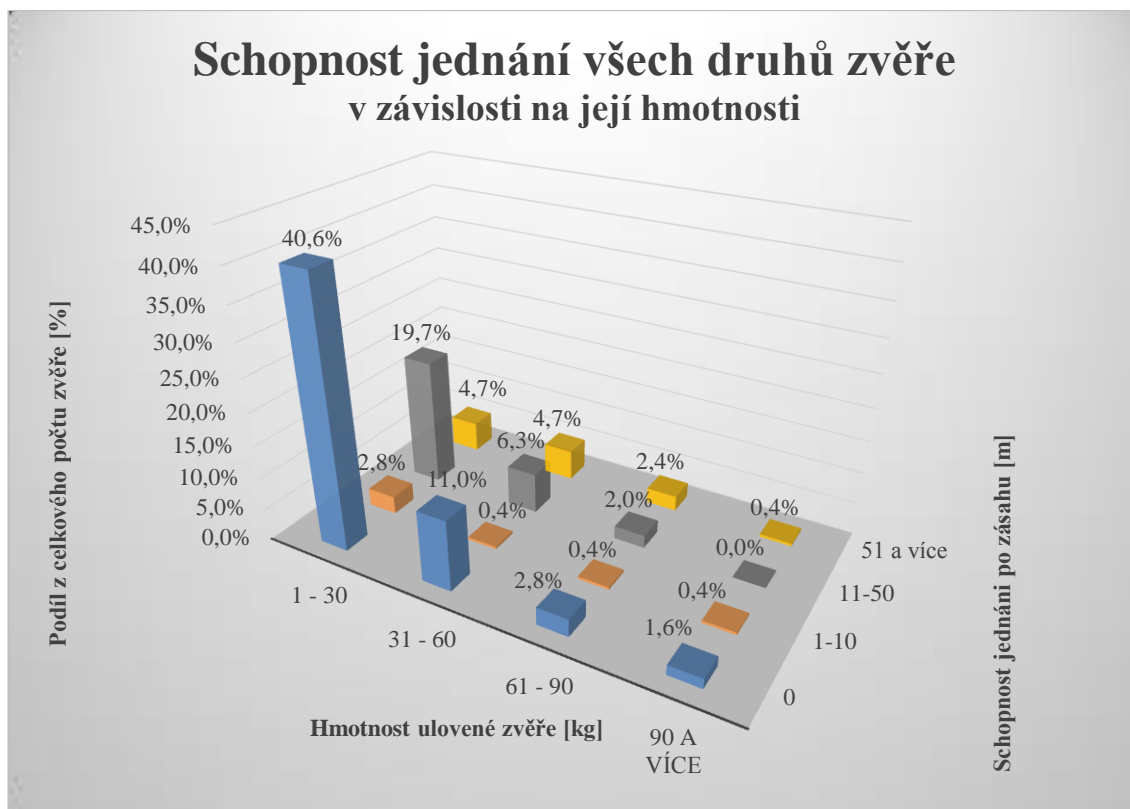
Graf č. 9 znázorňuje vztah mezi hmotností lovené zvěře a její reakcí na zásah.

Z výsledku je patrné, že ve váhové kategorii do 30 kg zvěř reaguje na zásah většinou absencí pohybu – a to ve 40,6 % z celkového množství ulovené zvěře, popřípadě odchází z nástřelu do vzdálenosti 11-50 m a to v 19,7 % případu. Nutnost delšího dosledu byla zaznamenána v této váhové kategorii jen 4,7 % zvěře, která odešla z nástřelu dále než 51 metrů. Pouhé 2,8 % zvěře se vzdálilo do 10 metrů od nástřelu, což potvrzuje předešlé graficky znázorněné výsledky, kdy zvěř buď zůstává v ohni, nebo uniká do vzdálenosti větší než 10 respektive 50 metrů od nástřelu.

V případě váhové kategorie 31-60 kg zůstalo rovných 11 % zvěře v ohni. V 6,3 % případu zvěř odešla do vzdálenosti 11-50 m, kde zhasla. Pouze u 4,7 % ulovené zvěře do hmotnosti do 60 kg musel být proveden dosled na vzdálenost větší než 51 metrů.

Od hmotnostní kategorie 61-90 kg se výsledky zdají být velmi vyrovnané. A to bez ohledu na to, zda zvěř zhasla na nástřelu (2,8%) nebo byla dosledována na vzdálenost delší než 51 metrů (2,4%).

Nejtěžší kusy vyhodnocované v tomto experimentu (90 a více kg) zůstaly v 1,6 % případu v ohni či do 10 m od něj (0,4 %), případně se vzdálily ve 0,4 % dále než 51 metrů od nástřelu.



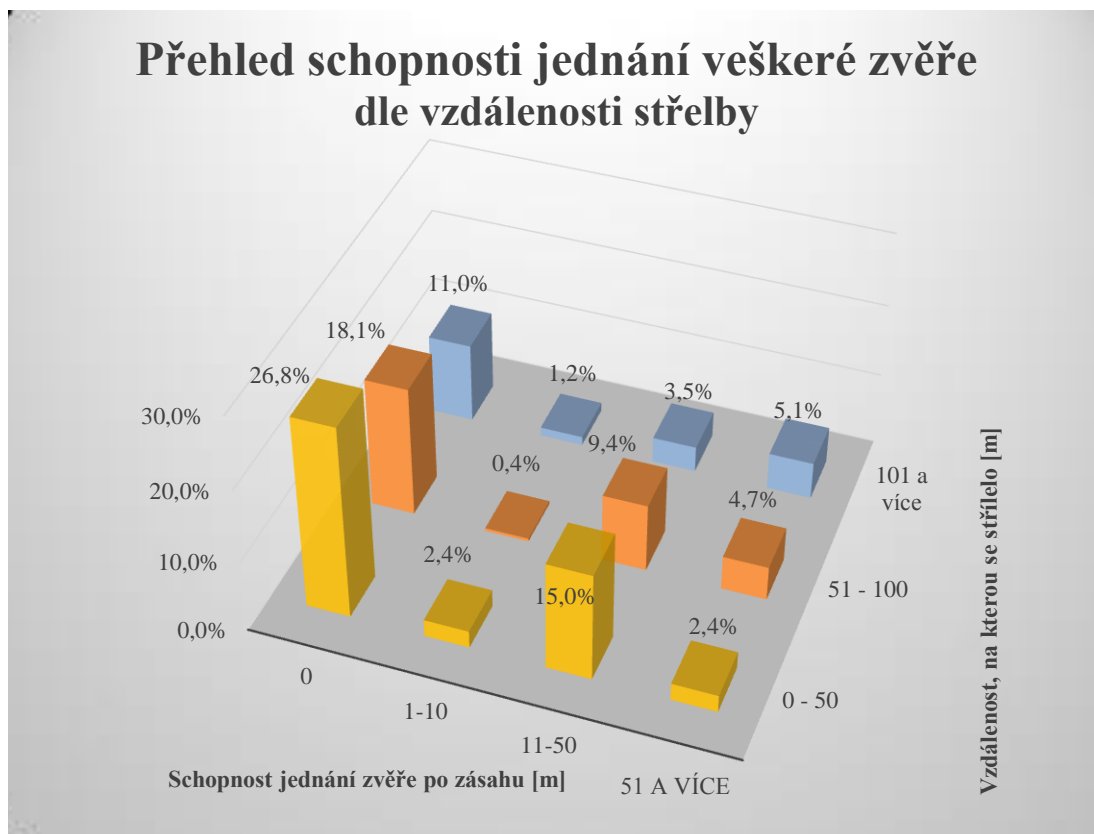
Graf č. 9 Schopnost jednání všech druhů zvěře v závislosti na její hmotnosti. Procenta na jednotlivých sloupcích znamenají podíl z celkového počtu zvěře

## 5.6 Přehled schopnosti jednání veškeré ulovené zvěře dle vzdálenosti střelby

Z grafu č. 10 vyplývá, že lovená zvěř se nejčastěji pohybovala do 50 metrů od střelce. Jednoznačně zde dominuje skupina zásahů s nulovou schopností dalšího jednání zvěře (26,8%). Druhou nejpočetnější skupinu tvoří zásahy (15%), po nichž byla zvěř schopna odejít 11-50 metrů z nástřelu.

V případě střelby na vzdálenost v rozmezí 51-100 metrů zvěř reagovala v 18,1 % případu nulovou schopností dalšího jednání. V 9,4 % případu se zvěř vzdálila po výstřelu do 50 m a v 4,7 % zvěře tuto hranici i překonalo.

Při střelbě na více než 100 metrů zůstala v 11 % zvěř v ohni, v 3,5 % případu se vzdálila z nástřelu do 50 m a v 5,1 % případu bylo nutné zorganizovat dosled na vzdálenost delší než 51 metrů.



Graf č. 10 Přehled schopnosti jednání veškeré zvěře dle vzdálenosti střelby. Procenta na jednotlivých sloupcích znamenají podíl z celkového počtu zvěře

## 5.7 Patofyziologický korelát morfologického nálezu

Na základě patologicky – lékařského vyšetření vnitřních orgánů ulovené spárkaté zvěře lze konstatovat, že ranivé účinky loveckých kulových strel způsobující smrt se mohou vzájemně kombinovat. Z patofyziologického hlediska se jedná především o:

- akutní kardiogenní šok – při zasažení srdce
- neurogenní šok – při zasažení CNS
- míšní šok
- kardiopulmonální insuficienci při embolizaci jaterní tkáně do plic – akutní cor pulmonale
- kardiopulmonální insuficienci při vzduchové embolii – akutní cor pulmonale
- dušení při kontuzi plic a vdechování krve do plic – uplatnění alveolo-kapilárního reflexu

## 5.8 Střelná poranění v experimentu – autoptické poznámky

### 5.8.1 Případ č. 1

Jelen evropský / kolouch

Hmotnost: 30 kg

Vzdálenost střelby: 35 m

Reakce zasaženého kusu: z nástřelu odešel 20 m a zhasl

Umístění zásahu: oblast břišní dutiny, střelný kanál pod bránicí, průstřel

Zasažené orgány: játra

Vzdálenost střelného kanálu od srdce: 25 cm

Ráže a druh střely: 8 x 57 JS, Norma Vulkan 12,7g

Dopadová rychlost střely: 740 m/s

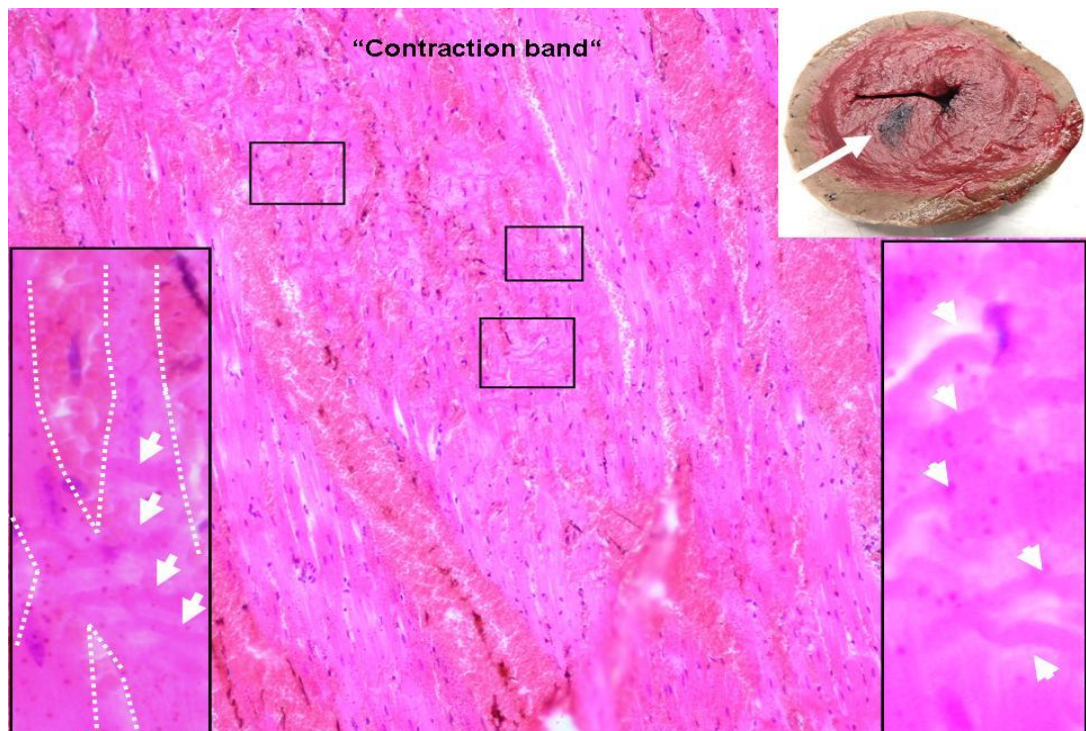
Dopadová energie střely: 3480 (J)

Při zevní prohlídce odebraných orgánů byla pozornost zaměřena na nálezy zejména v srdečním svalu. Byly provedeny standartní řezy srdečními komorami, v jejichž výstelce byly pozorovány subendokardiální krevní výronky pod nitroblánou srdce, která tvoří tzv. endokard. Vznik subendokardiálních krevních výronů se popisuje u hypovolemického šoku při velkých krevních ztrátách a také při míhání (tzv. fibrilaci) srdce. Ve svalovině levé komory srdce byl pozorován krevní výron (pohmoždění tkáně) průměru 10 mm a hloubky 10 mm umístěný v zadní stěně komory ve 2. a 4. řezu nad hrotem (obr. 1). V pravé síni byly provedeny svislé řezy stěnou nad chlopní plicnice a za aortální chlopní, kde se nachází anatomická oblast umístění převodního aparátu srdce vedoucí vzruchy do obou srdečních komor. Jedná se o tzv. atrio-ventrikulární AV – uzel. Dále byly odebrány vzorky tkání v místech makroskopicky patrného krevního výronu. Byla preparována dodaná srdečnice hrudní. V aortě byly pozorovány odstupy cév z aorty a stěny se jevily bez trhlin.



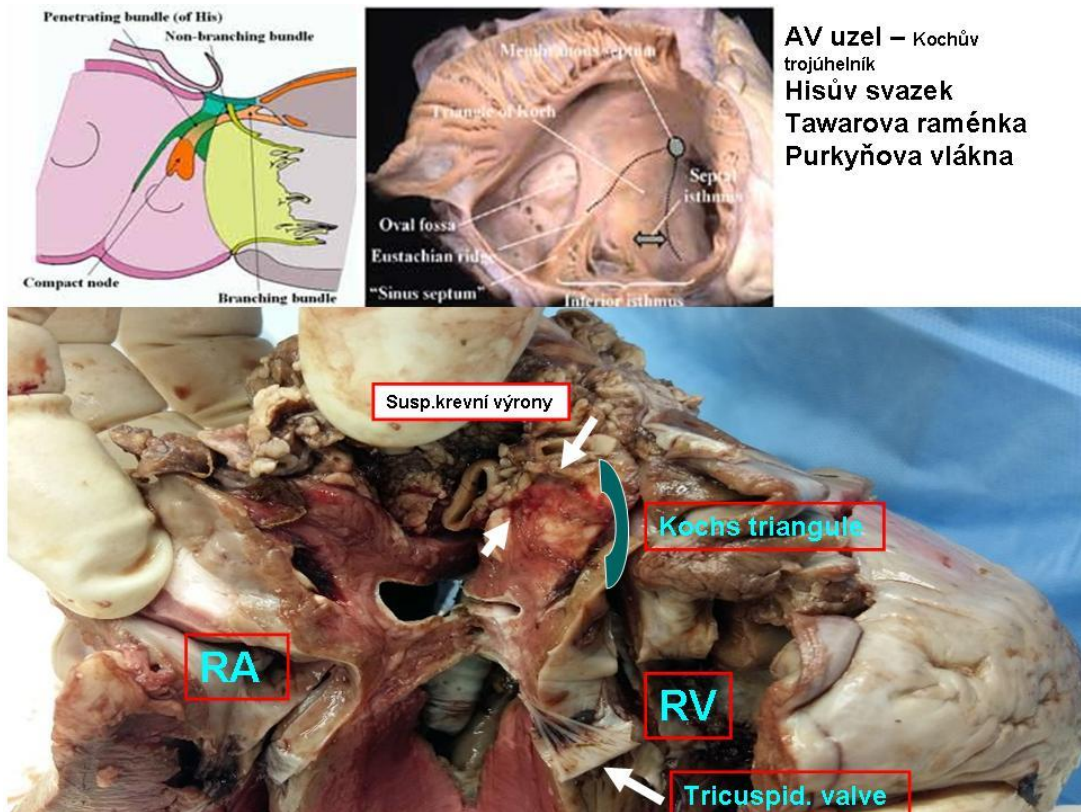
### Patomorfologický nález při histologickém zpracování:

V srdeční svalovině v několika zorných polích byl nález připomínající tzv. kontrakční proužky – bandy (obr. 1). Jejich podkladem jsou trhliny či ruptury membrány kardiomyocitů. Vznik kontrakčních bandů se uvádí více způsoby například stimulací katecholaminy vyplavenými při stresu, vlivem hyperkontrakce svalového vlákna, při nedostatku kyslíku ve tkáni (ischemii) a vlivem kalciových iontů uvnitř buňky aktivujících kontrakci. Příčné proužky se nalézají zejména v myokardu levé komory.

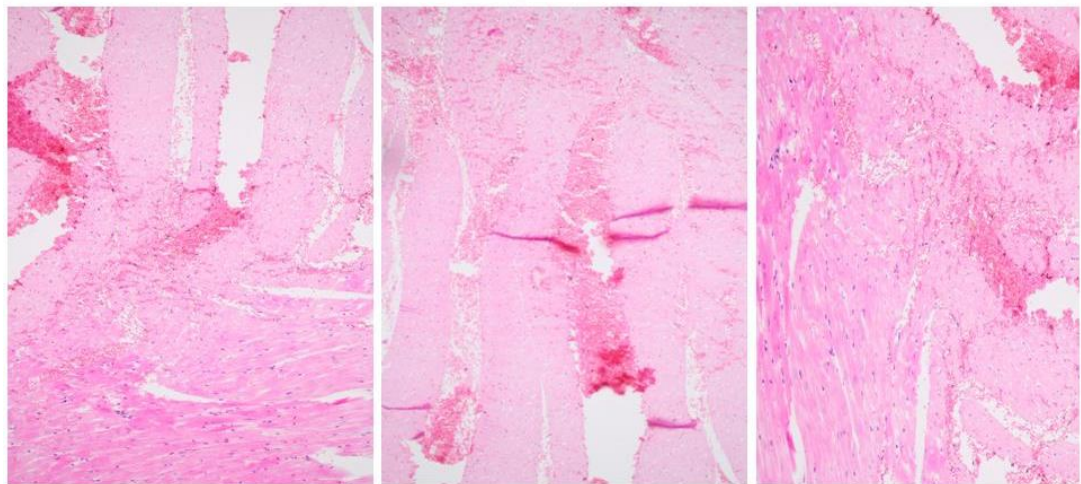


Obrázek č. 1 Patomorfologický nález.

V ložisku pohmoždění byly nalezeny výronky krve (extravasaty erytrocytů) z cév do tkáně, které pronikaly neobvykle tzv. disekujícím způsobem a zřejmě velkým tlakem roztláčovaly jednotlivá svalová vlákna od sebe. Místy byl patrný ojedinělý rozpad svalového vlákna (rhabdomyolysa) s vymizením svalového barviva z kardiomyocytu. Při preparaci pravé srdeční síně před sinus coronarius, nad trojcípou (trikuspidální) chlopní (obr. 2), byly odebrány suspektní ložiska krevního výronku v oblasti AV – uzlu v Kochově trojúhelníku. Mezi svalovými vlákny zde byly volně nalezeny krevní extravasaty erytrocytů (obr. 3)



Obrázek č. 2 Preparace pravé srdeční síně.



Obrázek č. 3 Krevní extravasaty erytrocytů mezi svalovými vlákny.

### 5.8.2 Příklad č.2

Jelen evropský / laň (čiplenka)

Hmotnost: 50 kg

Vzdálenost střelby: 70 m

Reakce zasaženého kusu: odešel z nástřelu 15 m a zhasl

Umístění zásahu: oblast hrudní dutiny, průstřel

Zasažené orgány: srdce, pravý lalok plic

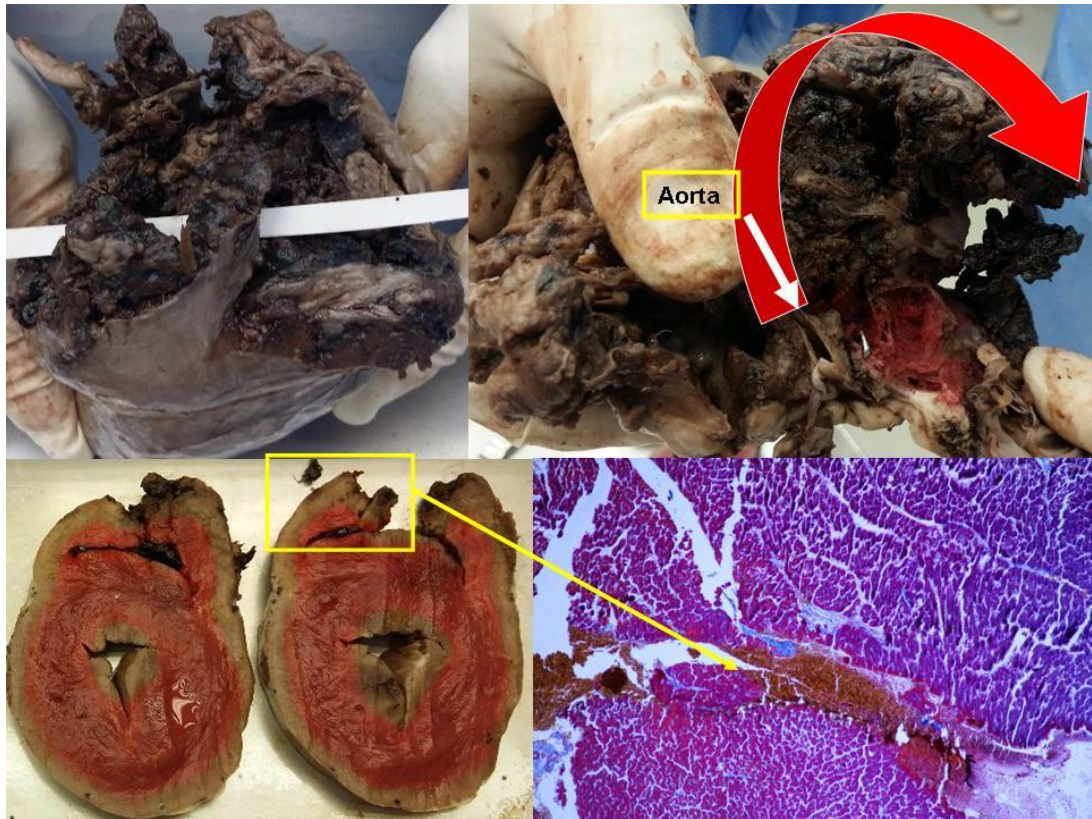
Vzdálenost střelného kanálu od srdce: 0 cm

Ráže a druh střely: 8 x 57 JS, Norma Vulkan 12,7g

Dopadová rychlost střely: 710 m/s

Dopadová energie střely: 3200 (J)

Sřelný kanál procházel pravou plící, pravou srdeční komorou při trojcípé (trikuspidální) chlopni. Pravá a levá srdeční síň je prostřelena a jejich horní stěny prakticky chybí. Aorta je hladce odřiznutá, sřelný kanál prochází před aortou plicnicí. Oblast AV – uzlu je prakticky rozstřelena s krevním výronem (obr. 4).



Obrázek č. 4 Střelný kanál pravou srdeční komorou.

#### **Patomorfologický nález při histologickém zpracování:**

Srdce – nález kontrakčních bandů v myokardu levé komory, eosinofilie svalových vláken, extravasaty erytrocytů šířící se mezi snopce vláken disekujícím způsobem zejména v řezech z oblasti trhlin pravé srdeční komory. Nalezeny byly i zhmožděliny (kontuze) bez návaznosti i perivaskulárně – v okolí cév. Místy je patrný rozpad svalového vlákna (rhabdomyolysa) s vymizením svalového barviva z kardiomyocytu. Při preparaci pravé srdeční síně před sinus coronarius, nad trikuspidální chlopní byly odebrány ložiska krevního výronku v oblasti AV – uzlu v Kochově trojúhelníku. Zde byly nalezeny volně mezi svalovými vlákny kontrakční bandy a krevní extravasaty erytrocytů. Pozorovány byly vény (žíly) malého průsvitu s destičkovými shluky charakteru trombů, sraženin i vláknů fibrinu. Přítomna byla i tzv. bílá řada – polymorfonukleární leukocyty a lymfocyty.

### 5.8.3 Příklad č. 3

Prase divoké / lončák

Hmotnost: 40 kg

Vzdálenost střelby: 44 m

Reakce zasaženého kusu: zhasl na nástřelu (v ohni)

Umístění zásahu: hrudní dutina, průstřel

Zasažené orgány: aorta, levý lalok plic

Vzdálenost střelného kanálu od srdce: 7 cm

Ráže a druh střely: 8 x 57 JS, Norma Vulkan 12,7g

Dopadová rychlost střely: 732 m/s

Dopadová energie střely: 3401 (J)

Střelný kanál poranil pravou i levou srdeční síň. Viditelný průstřel aorty nad chlopněmi a trhlina aorty směřující k aortální chlopni v celkové délce 2 cm. Do levé komory trhlina nezasahovaly. Zjevné přestřelení tzv. síňového (SA – sino-atriálního) uzlu a AV – uzlu vyplývá z umístění střelného kanálu. V plicích byl pozorován zpěněný hlen v průduškách a v okolí pohmoždění krev v průdušince do 3 cm. Při odebírání vnitřních orgánů patrné velké zakrvácení hrudníku a hodně sražené krve.

#### **Patomorfologický nález při histologickém zpracování:**

Srdce – kardiomyocyty v oblasti AV uzlu: od traumatické trhlina aorty zasahují krevní extravasaty až k AV uzlu. Negativní nález kontrakčních bandů v myokardu. Negativní nález rhabdomyolysy. V oblasti AV – uzlu v Kochově trojúhelníku jsou patrná ložiska krevních extravasatů. Nacházejí se zde krevní extravasaty erytrocytů volně mezi svalovými vlákny a zejména mezi nervovými zakončeními. Zjevné přímé kontuzní poranění kardiomyocytů mající charakter fragmentů vláken je způsobeno blízkostí střelného kanálu. V epikardu se nachází pohmoždění v tukové tkáni.

Destičkové shluky jsou pozitivní. Vlákná susp. fibrinu negativní. Bílá řada polymorfonukleární leukocyty a lymfocyty je negativní.

## 6 Diskuze

### 6.1 Výsledky dotazníkového šetření

V rámci experimentu sledující schopnost jednání zvěře po zásahu byly uloveny tyto druhy zvěře: černá zvěř, srnčí zvěř, jelení zvěř, mufloní zvěř a daňčí zvěř. Tedy všechny významné druhy zvěře u nás. Nejvíce bylo uloveno zvěře černé, což koresponduje spolu s celorepublikovým množstvím ulovené zvěře v posledních letech.

V jednotlivých grafech zobrazující reakci spárkaté zvěře na zásah nejsou rozděleny ulovené kusy podle pohlaví nebo věku, práce tuto oblast nesledovala.

Podstatou praktické části práce byl sběr dat o průběhu odlovu spárkaté zvěře. Prvotní představa byla získat co nejvíce záznamů, v řádech několika set kusů, což se nepodařilo. Ačkoliv bylo požádáno jednoduchou dotazníkovou formou o spolupráci několik desítek myslivců, ve většině případů došlo k setkání se s negativním výsledkem, byť prvotní reakce oslovených se zdála být pozitivní. Lze to přisuzovat nevšímavosti při lovu, neznalosti a nezájmu vyhodnocovat zpětně lovecké zásahy, absenci vedení loveckého deníku, a tedy již zapomenutí okolností lovu a do jisté míry i lenosti při vyplňování dotazníku a možná i snaze cosi skrýt. V důsledku reakce myslivecké veřejnosti na dotazník se nakonec podařilo nashromáždit s pomocí několika přátel autora více než 250 důvěryhodných záznamů o lovu spárkaté zvěře.

V průběhu získávání dat bylo nutné sjednotit vstupní informace potřebné pro grafické znázornění reakce spárkaté zvěře po zásahu kulovou střelou.

Z toho důvodu byly stanoveny 4 kategorie odchozí vzdálenosti zvěře z nástřelu:

Do první kategorie (0 m) byly zahrnuty kusy, které se myslivecky řečeno zlomily v ohni a pozbyly schopnosti dalšího jednání.

Do druhé kategorie odchozí vzdálenosti (1-10 m) byly zařazeny kusy, které od nástřelu vyrazily a v několika vteřinách se zlomily a zhasly.

Třetí kategorie (11-50 m) zahrnovala vzdálenost, při které již byly kusy dosledovány a to buď jen samotným lovcem, nebo za použití lovecky upotřebitelného psa. Dosled byl ovšem méně obtížný a relativně nenáročný.

Čtvrtá kategorie obsahovala všechny kusy, které se vzdálily od nástřelu více než 51 metrů a jejich dosled byl, kromě výjimečných situací, obtížný. Musel být nasazen lovecky upotřebitelný pes a nalezení kusu bylo časově náročnější a na dosledu bylo vynaloženo jisté úsilí.

Také pro anatomické vyhodnocení umístění zásahu byly vytvořeny 4 oblasti zásahu:

První oblast zásahu zahrnovala kusy, kterým střela zasáhla mozek či míchu, tedy hlavu, krk a páteř. Jednalo se vždy o smrtelné zásahy nikoliv rány obrnné či na čelisti, popř. paroží. Nicméně tyto zásahy patří z hlediska myslivecké etiky ke značně problematickým, při hůře umístěném zásahu může snadno dojít k těžkému poranění zvěře s následným nedosledováním a ztrátě kusu, a navíc mohou značně poškodit hodnotnou zvěřinu. Nutným předpokladem úspěšného zásahu, a to především do oblasti krku, je vynikající střelecká úroveň lovce a splnění dobrých světelných, povětrnostních a dalších podmínek. Rána na hlavu se považuje za nemysliveckou, u trofejové zvěře nežádoucí, protože hrozí zničení trofeje – paroží, toulců či zbraní kňoura. Dále u většiny lovené zvěře představuje velmi malý prostor na úspěšný zásah.

Zásah do oblasti míchy a mozkového kmenu má za následek okamžitou ztrátu motorických schopností a vyřazení životně důležitých center, v některých případech však může být schopnost jednání zachována, a to zejména dojde-li k zásahu tzv. němých oblastí mozku, která nenesou životně důležitá centra (Šafr, Hejna 2010).

Rána na hřbet je považována za nežádoucí a nechtěnou. Při nadstřelení hrozí pouze tzv. rána na trn, tedy obrnná rána, po které zvěř zdánlivě klesá k zemi jakoby zlomena v ohni, a následně se během několika okamžiků zvedá a odchází. Nebo je ranou na hřbet zničena cenná zvěřina. Při přesné ráně na páteř zvěř klesá v ohni a většinou záhy zhasíná.



Z celé této kategorie lze jako dobrou ránu vyhodnotit pouze střelbu na krk, jedná se často o výstřel na krátkou vzdálenost, při dobré viditelnosti, kdy je zvěř v klidu, popř. kdy je jistá rána na komoru znemožněna vzrostlou vegetací. Zvěř má po zásahu přestřelenou páteř, popřípadě zasaženy krční tepny, zhasíná rychle, prakticky neodchází z nástřelu, a to vše při minimálním poškození zvěřiny. Rána na krk se považuje za zásah v celé délce krku, nejideálnější místo zásahu je ale oblast, kde přechází krk v tělo.

Druhá kategorie zahrnovala oblast komory – hrudní dutinu, tedy oblast srdce a plic. Jednalo se o velmi dobré zásahy, víceméně šetrné ke zvěřině a s masivním poškozením zmíněných orgánů. Z výsledků je patrné, že právě oblast hrudní dutiny se jeví jako nejideálnější místo pro zásah. Zvěř po takové ráně zhasíná rychle a je zároveň minimalizováno riziko rozsáhlejšího poškození zvěřiny.

Třetí oblast zásahu zahrnovala tzv. zadní komoru a rány tzv. naměkko. Tedy oblast jater, žaludku, sleziny, ledvin a střev.

Všechny tři kategorie zahrnovaly zásahy při poloze těla zvěře na široko, tedy kolmo ke střele, malá odchylka těla vůči kolmici střely byla povolena.

Čtvrtá kategorie zahrnovala kusy, které byly prostřeleny více šikmě a střela zasáhla jak hrudní, tak i břišní dutinu. V praxi to znamenalo např. vstřelový otvor na plecích a výstřelový otvor v oblasti břišní dutiny, ve slabínách, popř. až kýtě nebo opačně.

V souvislosti se zjišťováním vztahu mezi reakcí zasažené zvěře a její hmotností byly vytvořeny taktéž 4 váhové kategorie:

První skupina do 30 kg pak měla obsáhnout zvěř srnčí, selata prasete divokého a mladou zvěř ostatních druhů.

V druhé kategorii od 31 do 60 kg se měly projevit zásahy zejména lončáků prasete divokého, dospělé zvěře mufloní a dančí a také samičí zvěře jelena evropského.

Do zbývajících dvou skupin 61 až 90 kg a 90 kg a více byly zařazeny dospělé kusy zvěře černé a jelení.

V případě hmotnosti byly největší rozdíly ulovených kusů zaznamenány u zvěře jelení a černé, u ostatních druhů nebyly rozdíly tak markantní. Při vyhodnocování zásahů u černé zvěře (nejpočetnější skupina) se nebral ohled na hmotnostní kategorie a data byla použita souhrnem. Předpoklad delších dosledů u váhově těžších kusů nebo naopak zlomení se v ohni u selat by musel být potvrzen dalším výzkumem. Z výsledků je však patrné, že se vzrůstající hmotností uloveného kusu se snižuje pravděpodobnost zlomení se v ohni i při dobrém zásahu. Tento výsledek potvrzuje i Faktor (1993) tvrzením, že čím je těžší zvěř, tím větší musí být dopadová energie a hmotnost střely.

S touto teorií nekoresponduje názor, že náboje s velmi rychlou střelou mají mnohem větší zastavovací a smrtící účinek než střely s pomalejší rychlostí a větší hmotností střely a stejnou energií. Je dokázáno, že střely s dopadovou rychlostí nad 600 m/s respektive 700 m/s způsobují šok a poškozují i nepřímo zasažené orgány, resp. vyvolávají hydrodynamický efekt (Hanák, 2002).

S touto myšlenkou se ztotožňuje i Bílý (1983), který tvrdí, že i velmi malé ráže s lehkými střelami a dopadovou rychlostí kolem 1000 m/s způsobují účinky hydrodynamického efektu okamžitou smrt při zásahu hrudních a břišních orgánů.

Na místě je otázka, jak moc tyto rychlé a lehké střely poškozují zvěřinu krevními výrony a fragmentací střely zasahující do svaloviny i poměrně vzdálené od střelného kanálu. A jedná-li se skutečně o kompromis mezi humánním odlovem spárkaté zvěře s cílem získat co nejméně poškozenou zvěřinu.

Objasnění vzniku hydrodynamického efektu či jeho vyvrácení jako mýtu by muselo probíhat v součinnosti s lékařsko-patologickým vyšetřením širšího vzorku ulovených kusů, a to zejména při různých zásazích těla a dopadových rychlostech.

Posledním vyhodnocovaným kritériem ve vztahu reakce zasažené zvěře byla vzdálenost, na kterou bylo stříleno.

Byly tak vytvořeny 3 oblasti, v jakých se zvěř pohybovala v okamžiku výstřelu:

První kategorii tvořily úlovky zvěře do 50 m, kterých bylo i nejvíce ze všech. Do jisté míry to lze přisuzovat i způsobu lovu, zejména čekané na vnadišti což ve většině případů zaručuje dobře umístěný zásah s minimální schopností dalšího jednání zvěře.

Druhou kategorii zastupovaly zásahy ze vzdálenosti do 100 metrů – zde se jedná o běžnou mysliveckou vzdálenost střelby. Na tuto vzdálenost je zaručeno, že si střela ponechá dostatek energie potřebné pro účinek v cíli. U naprosté většiny loveckých nábojů používaných jak v tomto experimentu, ale i obecně rozšířených v ČR tato vzdálenost střelby zaručuje dopadovou rychlost větší než 700 m/s, což představuje hraniční mez pro vytvoření hydrodynamického efektu.

Poslední kategorií je vzdálenost střelby větší než 100 metrů. Z grafických znázornění výsledků však vyplývá, že při dobře umístěné ráně, tedy do oblasti hrudní dutiny a zásahu srdce či plic, zvěř ve většině případů zůstává v ohni. Nepotvrdilo se tedy, že s rostoucí vzdáleností střelby se snižuje pravděpodobnost, kdy zvěř zůstane po zásahu na nástřelu či blízko něj. Rozhodující účinek v cíli zde má konstrukce střely, respektive její mez dynamické pevnosti tak, aby pronikla k vnitřním orgánům a předala maximum své energie.

Střelu měkčí je vhodnější použít na lehčí zvěř a při střelbě na delší vzdálenosti, kdy dochází k poklesu dopadové rychlosti a tlaku na špičce střely. Tvrdší střely jsou vhodnější naopak na těžší zvěř a při střelbě na kratší vzdálenosti (Faktor, 1972).

Se střelbou na delší vzdálenosti přímo souvisí účinný rozptylový dostřel představující vzdálenost střelby, při které dojde k zasažení cíle s praktickou jistotou. V myslivecké praxi je rozumným rizikem 90 % pravděpodobnosti zásahu (Faktor, 1993).

Střelivo použité v experimentu dobře koresponduje i s celkovými výsledky jednání zvěře po zásahu, kdy téměř 2/3 zvěře zůstalo na nástřelu (v ohni). Tyto výsledky jsou dány pravděpodobně tím, že lovci preferují z větší části zahraniční renomované moderní střelivo garantující dobrý účinek s ohledem na minimální poškození zvěřiny.

Z takto malého množství vyhodnocených zásahů však nelze vyvodit jednoznačné závěry týkající se doporučení konkrétních výrobců či střeliva. V experimentu byla použita jen tovární, tedy podomácku nepřebíjena munice. Lze se domnívat, že v případě použití přebíjených nábojů by výsledky ukazovaly jisté odlišnosti, a to jak v souvislosti s reakcí zvěře po zásahu, tak i s poškozením zvěřiny.

Z výše uvedeného vyplývá, že nejdůležitější je v případě lovu spárkaté zvěře správná volba střely, resp. náboje s řízenou deformací, a především vhodné umístění zásahu, nejlépe do oblasti komory. Při výběru náboje je tak nanejvýš vhodné se seznámit s konstrukcí střely a v maximální míře dbát na doporučení výrobce.

## **6.2 Lékařsko – patologické vyšetření vnitřních orgánů**

Z lékařského hlediska dochází v důsledku zásahu střelou k poranění tkáně na buněčné úrovni, což vytváří patomorfologický korelát dějů, které lovec identifikuje na místě po zasažení zvěře, zejména pak ztrátu vědomí, schopnost pohybové aktivity a dobu přežívání po poranění.

Dále pak lze identifikovat poruchu krevní cirkulace z množství krevních ztrát na trase pohybu zvěře v případě schopnosti dalšího jednání a ze zakrvácení hrudní a břišní dutiny.

Některé z těchto identifikovaných dějů mají svůj patomorfologický korelát při makroskopickém a mikroskopickém vyšetření orgánů, zdokumentovaných podle dnešních požadavků vědeckého dokazování.

Z pohledu lékařské patofyziologie a morfologie tak byla vyšetřena 3 srdce z ulovené spárkaté zvěře. Střelný kanál procházel v jednotlivých případech ve vzdálenosti 7 a 25 cm od srdce a v jednom případě bylo srdce přímo zasaženo. Veškeré odebrané a následně histologicky vyšetřené vzorky srdeční tkáně vykazovaly znaky mechanického traumatu, a to i v případě zásahu do břišních partií s poraněním jater (případ č. 1). Pozorovaný krevní výronek v endokardu srdce tak mohl být způsoben vyplavením vysoké dávky katecholaminu při stresové reakci.

Uplatnění kavitačního efektu, kde se maximální průřez pulsující dutiny nacházel v různé vzdálenosti od myokardu, by mohl být patofyziologickým podkladem různého výsledného chování zvěře po zásahu. To by vysvětlovalo rozdíly v jednání zasažené zvěře, ačkoliv rána je umístěna na téměř identické místo.

Závažnost poranění okolní tkáně dočasnou kavitou se tedy snižuje se vzrůstající vzdáleností od osy trvalého střelného kanálu, nicméně nehomogenita složek tkání, kterými střela prochází, způsobuje vznik střížných sil mezi jednotlivými vrstvami

vedoucích k funkčnímu i strukturálnímu poškození i relativně vzdálených tkání (Šafir, Hejna 2010).

Vysvětlení rozdílného jednání zvěře po zásahu by mohlo spočívat v tom, že při různé konstrukci střely, různé délce střelného kanálu a různé hustotě tkání hrudníku se jinak rozvíjí kavitační dutina do svého maximálního průměru a pozice srdce je v některých případech v epicentru maximálních tlaků (což lze dokazovat vznikem ložisek pohmoždění myokardu a většími patomorfologickými změnami v okolí převodního systému srdce) a jindy při okraji pulsující dutiny (což dokazují povrchové subepikardiální krevní výrony a menší ovlivnění převodního aparátu srdce).

Pro porovnání se zjištěnými výsledky a kontrolu byla následně stejnou metodou vyšetřena 2 srdce z prasete domácího pocházející z jatečně usmrcených zvířat, včetně omráčení elektrickým proudem. V těchto případech nebyly kontrakční bandy tak typické jako u vzorků střelných poranění. Byly spíše patrné jako hrudkovitý rozpad napříč svalovým vláknem. Zjevné byly též jádra kardiomyocytů mající čtvercový tvar na rozdíl od oválného tvaru jader. Undulace, tedy zvlnění vláken, byla pozorována a není charakteristická v případě působení elektrického proudu. Pokud byly nalezeny v některých zorných polích extravasaty erytrocytů mimo cévy, pak se nešířily dále mezi svalová vlákna, avšak byla spíše kulovitá mezi svalovými snopci. Jako projev působení elektrického proudu lze považovat zcela drobné extravazace v blízkosti Purkyňových vláken.

## 7 Závěr

V práci bylo analyzováno celkem 254 záznamů o lovu spárkaté zvěře, kterou ulovilo 5 lovců. U jednotlivých případů se zaznamenával druh zvěře, hmotnost kusu, kdy byl uloven, na jakou vzdálenost, schopnost jednání po zásahu, tedy jak daleký byl dosled a anatomické umístění zásahu. Dále bylo sledováno, jakou ráží, typem a hmotností střely byl kus uloven.

Z výsledků vyplývá, že většina kusů byla zasažena do hrudní dutiny – oblasti komory a zhruba polovina takto zasažených kusů se zlomila v ohni. Zvěř tedy reaguje na dobré komorové rány dvěma možnostmi. Buď zůstává v ohni a neodchází z nástřelu, nebo zmobilizuje své síly a odchází i na vzdálenosti několika desítek metrů navzdory tomu, že je již prakticky mrtvá, ačkoliv buňky organismu tuto skutečnost ještě nezaznamenaly. Nelze jednoznačně vysvětlit, proč k těmto reakcím dochází při rovnocenném zásahu se stejnou pravděpodobností. Lze tedy konstatovat, že je vždy nutné počítat s dosledem a snažit se zásah umístit co nejblíže srdci do oblasti komory. Z praktického hlediska je vhodné vybírat lovecké střely předávající zvěři maximum své energie a zaručující vysokou pravděpodobnost prostřelení zvěře s následným dobrým barvením, což usnadní případný dosled.

Ve výsledcích nebyly zjištěny významné rozdíly mezi jednotlivými druhy zvěře. Reakce byla u všech druhů stejná.

Nejvíce zvěře bylo uloveno ve váhové kategorii do 30 kg. Z výsledků je patrné, že zvěř s vyšší hmotností spíše odchází z nástřelu na delší vzdálenost než zvěř s hmotností nižší. K lovu těžší zvěře lze tedy doporučit náboje s dostatečným množstvím energie.

Pro zjišťování dalších skutečností v rámci experimentu byla odebrána bezprostředně po ulovení 3 kusům zvěře srdce, která byla dále podrobena lékařsko-patologickému vyšetření. U vyšetřovaných srdcí byly vždy zjištěny patofyziologické změny v důsledku zásahu střelou, a to i v případě, že nebyla zasažena přímo srdeční oblast. Je pravděpodobné, že zásah zvěře v klidovém okamžiku zanechává na srdci charakteristické změny – podpis. Pro kontrolu byla vyšetřena 2 srdce z jatečně

usmrčených zvířat, která nevykazovala známky mechanického traumatu a shodné fyziologické změny. V těchto případech tento podpis chyběl.

Nabízí se tedy hypotéza, že v případě postupně narůstajícího a dlouhodobého stresu, který doprovází jatečně usmrčená zvířata, se organismus dostává do vybuzeného stavu postupně, aniž by došlo k tvorbě traumatických stop. Zatímco při zásahu střelou, kdy je zvíře v klidu, dochází ke skokovému, okamžitému vybuzení organismu (poplachové reakci), které může být příčinou, spolu s jednotlivými účinky střely, vytvoření traumatických změn. Patologické charakteristiky těchto změn mohou být obdobné, s jakými je možné se setkat v případě infarktu myokardu.

Se schopností jednání přímo úměrně souvisí i schopnost přežívání. Odchází-li zasažená zvíře z nástřelu více metrů, lze to chápat jako podklad k uplatnění větší stresové reakce provázené u každého vyššího organismu vyplavením stresových hormonů katecholaminů. Současně si lze s tímto fenoménem vyložit schopnost, že ve stresu je zvíře schopna pohybu, i když by lovec očekával, že zásah hrudníku bude vést k absenci dalšího jednání. Tuto hypotézu potvrzuje i to, že při přesném zásahu do oblasti hrudníku je dle výsledků dotazníkového šetření poloviční pravděpodobnost, že zvíře z nástřelu odskočí a bude nutné provést dosled. Z kontextu stresové reakce vyplývá závěr, že přítomnost vakuolární degenerace a kontrakčních proužků (bandů), které lze pozorovat i při nadměrné stimulaci myokardu katecholaminy v humánní medicíně, je způsobena právě reakcí srdeční tkáně na akutní stres.

Rozsah lékařsko-patologických vyšetření je však pouhou indikací, kterou by měl potvrdit či vyvrátit další výzkum.

Soukromé záznamy myslivců o lovu zvířete, ze kterých bylo čerpáno, vznikaly i o několik let dříve, než byla práce zahájena. Z tohoto důvodu se jedná o sběr přirozených dat, který čerpá přímo z praxe bez tendence jakékoliv teorie a hypotézy testovat, zjišťovat, potvrzovat či vyvracet. Žádný kus zvířete nebyl cíleně loven jinak než běžným způsobem jednotlivého lovce. Vždy se tak jednalo o lov se snahou usmrtit zvíře co nejhumánněji a rychle s ohledem na minimální poškození zvířiny.

Z těchto důvodů je nutno na výsledky práce pohlížet jako na situace vzniklé v běžné myslivecké praxi. Je třeba si uvědomit, že se nejednalo o testování jednotlivých ráží či typů střel při různých loveckých situacích a následné zjišťování schopnosti jednání zvěře po zásahu. Zmíněných 5 lovců, kteří se podíleli na shromažďování záznamů o průběhu lovu, jsou rozvážní a zkušení lovci, pro něž je myslivost životní filozofií. Umístění dobrého zásahu a předcházení utrpení zvěře je pro ně při lovu zásadní.

Z tohoto důvodu je práce a její výsledky svým způsobem unikátní a může být přínosem pro vývoj loveckého střelectví.



## 8 Seznam literatury a použitých zdrojů

BÍLÝ, Jiří. *Lovecká střelba*. 1. vydání. Praha: Naše vojsko, 1983. 248 s.

ČERVENÝ, Jaroslav; KAMLER, Jiří; KHOLOVÁ, Helena; KOUBEK, Petr; MARTÍNKOVÁ, Natálie. *Encyklopedie myslivosti*. 1. vydání. Praha: Ottovo nakladatelství, 2004. 591s. ISBN 80-7181-901-8

FAKTOR, Zdeněk. *Lovecké zbraně a střelivo*. Praha: SZN, 1972, 250 s.

FAKTOR, Zdeněk. *Lovecké střelectví*. 1. vydání. Praha: Magnet Press, 1993. 128 s. ISBN 80-85434-83-0

FAKTOR, Zdeněk.; LANKAŠ, Karel. *Rukověť loveckého střelectví*. Praha: SZN, 1982, 280 s.

HANÁK, Jiří. *Myslivecké střelectví v praxi*. 1. vydání. Praha: Radix, 1995. 114 s. ISBN 80-901853-2-0

HANÁK, Jiří. *Náboje do loveckých kulovnic a jejich použití: původ, historie, vlastnosti, balistika, použití, světoví výrobci střeliva*. 1. vydání. Praha: GAM, 2002. 222 s. ISBN 80-903-1360-4.

HIRT, Miroslav a kol. *Střelná poranění v soudním lékařství*. 1. vydání. Brno: Vydavatelství Masarykovy university, 1996. 22s. ISBN 80-210-1293-5

JUŘÍČEK, Ludvík. *Ranivá balistika I. Úvod do studia ranivé balistiky*. 1. vydání. Brno: Vysoká škola Karla Engliš, 2013. 111 s. ISBN: 978-80-86710-69-3

KNEUBUEHL, Beat P. *Balistika: střely, přesnost střelby, účinek*, přeložil Petr Tůma, 1. vydání, Praha: Naše vojsko, 2004. 235 s. ISBN 80-206-0749-8

KOVAŘÍK, Jaromír; RAKUŠAN, Ctirad. *Myslivecká mluva*. 2. vydání. Praha: Myslivost s.r.o., 1999. 106 s.

PLANKA, Bohumil a kol. *Kriminalistická balistika*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2010. 660 s. ISBN 978-70-7380-036-9

ŠAFR, Miroslav; HEJNA, Petr. *Střelná poranění*. 1. vydání. Praha: Galén, 2010. 259 s. ISBN 978-80-7262-696-0

VALENTA, Martin. *Modelování účinku střely na biologický cíl*. Kriminalistický ústav Praha, 2007. 38 s. Veřejně nepublikováno.

WEIDINGER, Heinrich. *Myslivecká střelba*. 1. Vydání. Praha: Grada Publishing, 2013. 128 s. ISBN 978-80-247-4000-3