

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů**

**Katedra obecné zootechniky a etologie  
Centrum pro výzkum chování psů**



**Schopnost speciálně vycvičených psů generalizovat pach  
bezdýmého střelného prachu**

**Diplomová práce**

**Autor práce: Bc. Petr Dam**

**Vedoucí práce: Ing. Ludvík Pinc, Ph.D.**

© 2014 ČZU v Praze

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že svou diplomovou práci "Schopnost speciálně vycvičených psů generalizovat pach bezdýměho střelného prachu" jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené diplomové práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 27. 3. 2014

---

## **Poděkování**

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Ludvíku Pincovi, Ph.D. za jeho neocenitelnou pomoc při vzniku této práce. Velmi si cením jeho pomoci jak v odborné oblasti, tak v oblasti materiální, kdy mi poskytl mnoho pomůcek pro zpracování projektu. Bylo mi ctí s ním spolupracovat a pevně doufám, že naše spolupráce tímto projektem zdaleka nekončí. Stejně tak děkuji i kolektivu Centra pro výzkum chování psů při ČZU za technickou pomoc při zpracování výsledků práce.

Ing. Robertu Matyášovi, Ph.D. z Ústavu energetických materiálů Univerzity Pardubice chci poděkovat za spolupráci v oblasti materiálu pro výzkum.

Dále bych chtěl poděkovat náčelníkovi Centra vojenské kynologie v Chotyni panu podplukovníkovi Ing. Marku Purmenskému za umožnění práce na experimentu. Bez jeho ochoty bych nikdy nezískal k dispozici nejen speciálně vycvičené psy, ale ani zázemí kynologického střediska.

Můj největší dík ale patří Blance – za trpělivost a tichou podporu.

# Schopnost speciálně vycvičených psů generalizovat pach bezdýmého střelného prachu

## Souhrn

Ozbrojené složky prakticky na celém světě využívají speciálně vycvičených psů k detekci mnoha druhů látek a materiálů. V současné době se největšímu zájmu těší studium možností použití psů k vyhledávání výbušnin.

Cílem práce je ověřit hypotézu, že psi, vycvičení pro detekci nitrocelulózového prachu, určeného jako prachová náplň střeliva do pěchotních zbraní, jsou schopni generalizovat pach jednotlivých bezdýmých střelných prachů, používaných pro výrobu munice.

Experiment byl prováděn na cvičišti pro výcvik speciálních pachových prací v objektu Centra vojenské kynologie Chotyně – VÚ 6848. Bylo využito 7 psů vycvičených pro vyhledávání zbraní a munice.

K testování byly použity vzorky tří druhů bezdýmých střelných prachů, používaných jako prachová náplň do munice ručních palných zbraní. Jednalo se o nitrocelulózový prach, nitroglycerinový prach a diethylenglykolový (= diglykolový) prach

Samotný test probíhal ve třech na sebe navazujících fázích. V první fázi byl všem testovaným psům vtisknut pach nitrocelulózového prachu. Ve druhé fázi byli psi za pomoci klamných vzorků prověřeni, že při vyhledávání detekují pouze pachy, na jejichž identifikaci byli vycvičeni (pachy zbraní a pach nitrocelulózového prachu) a konečná, třetí fáze spočívala v samotném zkoumání, zda-li jsou tyto psi schopni detekovat i pachy ostatních prachů, tedy nitroglycerinového a diglykolového prachu

Testováním bylo zjištěno, že psi **jsou** schopni generalizovat pach bezdýmých střelných prachů.

**Klíčová slova:** psi, pach, nitroceluloza, detekce, zbraně

# Ability of Specially Trained Dogs to Generalize Odor of Smokeless Gun Powder

## Summary

Armed forces and law enforcement agencies use specially trained detector canines to search for many various substances and items. The most popular are currently explosives detection canines.

The goal of the thesis was verification of hypotheses suggesting that canines trained to detect nitrocellulose smokeless powder, manufactured to be used in hand guns, are able to generalize the odor and detect other types of smokeless powders used in artillery ammunition.

The experiment was realized at the detector canine training facility that is part of the Military Canine Training Center in Chotyně – VÚ 6848. Seven fire arms and ammo detection canines were used in the experiment.

To test the canines three types of smokeless powders were used – nitrocelulose gun powder, nitroglycerine gun powder, and diethylene glycol dinitrate gun powder.

The intrinsic testing was performed in three subsequent phases. Over the first one the experimental animals were trained to remember and detect odor of nitrocellulose powder. In the second phase the canines were proved to detect solely target odors (fire arms and nitrocellulose powder) while passing numbers of distracting odors. In the third phase the ability of canines to generalize nitrocellulose powder odor and detect other types of powders (nitroglycerine gun powder, and diethylene glycol dinitrate gun powder) was tested.

The results of the testing suggest that canines trained to detect nitrocellulose powder are able to generalize the odor and detect other types of smokeless powders.

**Keywords:** canines, odor, nitrocellulose, detection, arms

# Obsah

<b>1</b>	<b>ÚVOD .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>CÍL PRÁCE .....</b>	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>LITERÁRNÍ REŠERŠE .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1</b>	<b>Palné zbraně.....</b>	<b>10</b>
3.1.1	Náboj.....	10
3.1.2	Střeliviny .....	10
<b>3.2</b>	<b>Černý prach .....</b>	<b>11</b>
3.2.1.1	Technologie výroby černého prachu .....	11
<b>3.3</b>	<b>Bezdýmé prachy .....</b>	<b>13</b>
3.3.1	Jednosložkové bezdýmé prachy .....	14
3.3.2	Dvousložkové bezdýmé prachy .....	15
3.3.3	Trojsložkové bezdýmé prachy.....	17
<b>3.4</b>	<b>Čich psa .....</b>	<b>18</b>
3.4.1	Anatomie a fyziologie čichu psa.....	19
3.4.2	Olfaktorický informační tok .....	22
<b>4</b>	<b>HYPOTÉZA.....</b>	<b>25</b>
<b>5</b>	<b>MATERIÁL A METODY.....</b>	<b>26</b>
<b>5.1</b>	<b>Psi vycvičení pro vyhledávání zbraní a zbraňových součástí .....</b>	<b>26</b>
<b>5.2</b>	<b>Metodika výcviku psů pro vyhledávání odorantů.....</b>	<b>27</b>
5.2.1	Metoda založená na potravním chování psa .....	28
5.2.2	Metoda založená na loveckém chování psa .....	29
<b>5.3</b>	<b>Pomůcky pro testování .....</b>	<b>32</b>
<b>5.4</b>	<b>Průběh experimentu.....</b>	<b>33</b>
5.4.1	Příprava materiálu .....	33
5.4.2	Test.....	33
<b>6</b>	<b>VÝSLEDKY .....</b>	<b>35</b>
<b>6.1</b>	<b>Statistické vyhodnocení.....</b>	<b>37</b>
<b>7</b>	<b>DISKUSE.....</b>	<b>38</b>
<b>8</b>	<b>ZÁVĚR.....</b>	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>BIBLIOGRAFIE.....</b>	<b>42</b>
<b>10</b>	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>49</b>

# 1 ÚVOD

Člověk využívá psa ke svému prospěchu prakticky od nepaměti. V počátcích společného soužití člověka a psa byli psi chováni jako prostředek pro ochranu lidských obydlí a majetku před napadením. Dále začali být psi využíváni i pro účely armád a ozbrojených složek celého světa jako bojový a donucovací prostředek ve strážní službě a ochraně psovoda.

Zejména v posledních desetiletích probíhá značný rozvoj v použití psa jako detekčního prostředku. Prakticky všechny ozbrojené sbory světa se zabývaly, nebo dále zabývají využitím psů právě za účelem detekce a vyhledávání nejen osob, ale i nejrůznějších látek. Psi jsou cvičeni jak pro účely ochrany států před importem nežádoucích druhů zboží (omamné a psychotropní látky, tabák, živá zvířata, ale například i CD nosiče(u nás používá takto vycvičené psy Celní správa ČR), tak pro účely ryze armádní a policejní.

Již v průběhu 2. světové války prováděla armáda Spojených států pokusy s využitím psů pro detekci min na bojištích v Africe. Toto období lze dnes označit jako počátek použití psů pro vyhledávání výbušných látek, ale zřejmě kvůli nízkým zkušenostem tehdejších cvičitelů psů však tento pokus nebyl úspěšný a byl na řadu let přerušen (Waller, 1958).

I v dnešní době se největší pozornost z hlediska výcviku psů pro vyhledávání upíná k problematice detekce výbušnin.

Tento trend je zcela pochopitelný, neboť nebezpečí, které z ilegálního použití výbušnin vyplývá, soudobou civilizaci ohrožuje stále se zvyšující měrou. Pro ozbrojené složky celého světa je boj proti terorismu a proti nezákonnému používání výbušnin prioritou číslo jedna a psi jsou stále považováni za jeden z nejlepších způsobů detekce výbušných látek.

Stejně tak se ale nezapomíná na úlohu, kterou plní speciálně cvičení psi při detekci a zajišťování drog, různých druhů nezákonně přepravovaného a obchodovaného kontrabandu (počínaje živými zvířaty a například audiovizuálními nosiči konče), nebo zbraní a munice.

Právě schopnostmi psů se speciálním výcvikem na vyhledávání zbraní se bude zabývat tato práce. Tím plynule naváže na bakalářskou práci autora, obhájenou v roce 2012, která se zabývala pachovou signaturou, kterou se psi při detekci zbraní řídí. Při zpracování této diplomové práce tak autor mohl v teoretické části vycházet ze svých vlastních myšlenek, seskupených v práci bakalářské.

Zbraně a munice jsou jako jeden z nejúčinnějších prostředků ničení živé síly používány po celém světě a je v zájmu každé civilizované země, aby se tyto prostředky nedostaly do rukou osobám, či skupinám, pro společnost nepřijatelným. Povědomí o nebezpečnosti zbraní se odráží v zákonech všech kulturně a ekonomicky vyspělých zemí a

represivní složky těchto států se snaží potenciální nebezpečí, plynoucí z nelegálního držení zbraní, eliminovat na minimum. Stejně tak armády vyspělého světa se na územích jejich zájmu a působení pokoušejí nepřátelské palné zbraně a munici zajistit tak, aby nebyly ohroženy životy a zdraví spojeneckých vojáků. A jako prostředek pro nalezení ilegálně ukrytých zbraní se s úspěchem používají již po mnoho let speciálně cvičení psi.

Tito psi vyhledávají zbraně na základě toho, že každá zbraň (byť by z ní bylo třeba jen jednou - ve výrobním procesu - vystřeleno) je výstřelem kontaminována pachem povýstřelových splodin, vzniklých hořením bezdýměho střelného prachu.

Jelikož pro výrobu munice se jako hořlavá náplň používá několik druhů střelných prachů, klade si tato studie za cíl zjistit, zdali jsou psi, speciálně vycvičení pro vyhledávání zbraní, schopni generalizovat pach těchto různorodých bezdýmých střelných prachů.

Pokud bude potvrzena hypotéza, že psi jsou schopni tyto jednotlivé druhy prachů generalizovat, nejenže získáme cenný poznatek pro další výcvik psů pro detekci zbraní a munice, ale zasadíme další kamínek do mozaiky pochopení mechanismů, jež představují čichové schopnosti psa.



## 2 CÍL PRÁCE

Cílem práce je zjištění, zda psi, kteří byli vycvičeni detekovat nitrocelulózový střelný prach, budou schopni tento pach generalizovat a detekovat i další druhy bezdýmých střelných prachů.

## 3 LITERÁRNÍ REŠERŠE

### 3.1 Palné zbraně

Podle Zákona o zbraních a střelivu č. 119/2002 Sb. se za palnou zbraň považuje taková střelná zbraň, u které se k vymetení střely z hlavně využívá energie hnací náplně. Tyto zbraně mohou být použity k obraně, útoku, lovu, sportu, nebo hře. Dle tohoto zákona se jedná o přenosná zařízení, určená k odpalování nábojů.

Princip střelné zbraně spočívá v přenosu kinetické energie na střelu (projektil) a tím k jeho dopravě směrem na cíl. Na ten pak střela působí silově, přičemž silové působení může, ale nemusí být hlavním účinkem střely. U nejstarších střelných zbraní se jako zdroj energie využívala různě transformovaná a akumulovaná energie lidských nebo i zvířecích svalů, palné zbraně využívají chemickou energii zápalné látky (Svojtka et al., 2003).

Palná zbraň pracuje na tom principu, že střela je uvedena do pohybu pomocí energie, vzniklé hořením střelného prachu nebo zápalkové složky. Taková zbraň používá náboj, který je složený z nábojnice, střely, prachové náplně a zápalky (Křížek, 1999).

#### 3.1.1 Náboj

Náboj lze charakterizovat jako celek, sestávající ze všech částí střeliva, nutné k provedení výstřelu. Je tvořen nábojnicí, střelou, zápalkou a prachovou náplní.

**Nábojnice** pro kulové náboje bývá zpravidla vyrobena z mosazi, pro výrobu nábojnic brokových nábojů se používá papír, nebo plast (Musil et al., 2004).

**Střela**, neboli projektil, je objekt, který je palnou zbraní vymeten výstřelem směrem k cíli. Skládá se z jádra a pláště. Pro výrobu jádra se většinou používá olovo, jako materiál pro opláštění jádra dnes slouží především hlubokotažná ocel s tombakem, nebo mědiniklem (Caras, 1995).

**Zápalka** slouží k zážehu prachové náplně v nábojnici. K iniciaci dochází nárazem úderníku zbraně na dno zápalky. Zážehové vlastnosti zápalky zabezpečují okamžité a stejnoměrné zapálení prachové náplně. Samotná zápalka se skládá z kalíšku, kovadlinky, fólie a zážehové složky, která se po dopadu úderníku na dno kalíšku vznítí a zapálí prachovou náplň v nábojnici. Doba zážehu je asi 0,1 ms<sup>-1</sup> (Svojtka et al., 2003; Caras, 1995)

#### 3.1.2 Střeliviny

**Prachová náplň** neboli **střelivina** je slož materiálu, která slouží k vymetení střely ven ze zbraně. V minulosti se jednalo o **černé**, nyní o **bezdýmé prachy** (Buchanan, 2005).

Historie **černého prachu** sahá do sedmého až devátého století našeho letopočtu, kdy byl ve staré Číně objeven. Odtud se dostal ve století třináctém do Evropy. Z hlediska složení se jedná o směs dusičnanu draselného, síry a dřevěného uhlí (Žuk, 2004).

Vznik **bezdýmého prachu** velmi úzce souvisí s osobou Alfreda Nobela, který v roce 1888 využil schopnosti nitroglycerinu rozpouštět nitrocelulozu (objev „balistitu“).

Aby se docílilo dobrého zápalu směsi, obsahoval bezdýmý prach navíc i složky, obsahující třaskavou rtuť, chlorečnan draselný a siričnan antimonitý. Ve třicátých letech minulého století zahájila německá firma RWS výrobu složky pod obchodním názvem Sinoxid, která již třaskavou rtuť neobsahovala. Od tohoto výrobku se odvíjí složení směsí bezdýmných prachů dodnes (Caras, 1995).

## 3.2 Černý prach

První zprávy o používání směsí, odpovídajících černému prachu, pocházejí z Číny. Černý prach zde byl využíván jako „hnací hmota“ pro rakety, které byly používány jednak jako skutečný bojový prostředek, jednak jako „zábavní pyrotechnika“ (Lehký, 2005). Do Evropy se tento vynález dostal pravděpodobně prostřednictvím mongolských nájezdníků a arabských vojsk v průběhu 13. století. Zápalné směsi obdobné černému prachu pak byly častým objektem zkoumání tehdejších alchymistů (Haw, 2013). Ve století čtrnáctém dochází k rozšíření černého prachu na bojištích celé Evropy. O tři sta let později – ve století sedmnáctém – byl černý prach poprvé použit v Banské Štiavnici pro trhací práce v dolech (Krauz, 1950).

Černý prach si dodnes uchoval svůj význam jako hnací hmota, především pro pyrotechnické výrobky, označovaných jako „zábavní pyrotechnika“. Dále je využíván pro laboraci konstrukčních prvků munice (zažehovače, zážehové šrouby, ale i zpozdřovače). V neposlední řadě se černý prach objevuje jako klasická hnací náplň pro repliky historických zbraní. Pro trhací práce má použití černého prachu v současnosti menší význam (Caras, 1995). A průmyslově upravené kompozity černého prachu se využívají také například pro výrobu svařovacích elektrod pro sváření oceli (Jiang et al, 2012).

### 3.2.1.1 Technologie výroby černého prachu

Jednou ze tří základních surovin pro výrobu černého prachu je **dřevěné uhlí**, vyrobené suchou destilací dřeva. Chemické a fyzikální vlastnosti závisí na druhu a původu dřeva, stupni vysušení a vypálení. Na vlastnostech použitého dřevěného uhlí (především na obsahu uhlíku) tedy závisí i výbušná schopnost černého prachu, zejména citlivost a rychlost hoření.

Nejčastěji se k pálení dřevěného uhlí používá dřevo listnatých dřevin, například dřevo z lípy, dubu, buku, břízy, olše a podobně. Jelikož dřevo nesmí být smolné, dřevo z jehličnanů se k tomuto účelu nehodí.

Dle teploty vypálení (karbonizace) rozlišujeme dřevěné uhlí na černé (teplota vypalování mezi 300 – 350 °C) a hnědé (teplota vypalování 230 – 300 °C). Obsah uhlíku je u černého uhlí 75 – 80 %, u hnědého 55 – 70 %. Po vypálení je nutno nechat dřevěné uhlí po přesně stanovenou dobu odležet, až pak je možno jednotlivé kusy třídít (černé, hnědé uhlí), drtit a homogenizovat. Takto je dřevěné uhlí připraveno pro další zpracování (Horning, 2009).

Další surovinou je **síra**, u které se před použitím provádí rafinace, aby byly splněny požadavky na čistotu této látky. Rafinace se provádí přetavením a následnou filtrací.

**Dusičnan draselný** se jako poslední surovina dodává v podobě chemicky čisté látky. Výrobce černého prachu provede pouze drcení a prosévání této chemické sloučeniny.

Všechny suroviny pro výrobu je nutno udržovat v čistotě. Technologická zařízení jsou obvykle konstrukčně jednoduchá, vyrobená z nejiskřivých materiálů (dřevo, hliník). Technologické operace sestávají ze sledu ustálených postupů, kdy jako první vzniká tzv. binární směs, což je směs dřevěného uhlí a síry. Tato směs je po homogenizaci a částečném zhutnění prosévána přes síta a zbavena větších částic. Další krok představuje zpracovávání na koloběžkách, kdy se přidává  $\text{KNO}_3$ . Poté je směs drcena a lisována, znovu drcena a zrněna. Po zrnění se provádí třídění a prosetí, poté se směs vrací do koloběžů. Odtud je materiál v tzv. gravitačním bubnu hlazen, grafitován a sušen. Takto vzniklý černý prach je podrobován finalizujícím technologickým operacím s cílem dosažení požadovaných vlastností (Lehký, 2005).

Základní složení černých prachů se dnes ustálilo v následujícím rozmezí:

- 60 – 75 %  $\text{KNO}_3$
- 10 – 17 % Síra
- 10 – 15 % dřevěné uhlí

(Scherperel et al, 2009)

Takto definovaná slož se distribuuje ve formě jemného prášku (moučkový prach), nebo lisovaný do tvaru zařízení, jako jsou například zpoždovače, zažehovače atd.

### 3.3 Bezdýmé prachy

Bezdýmé prachy (BP) jsou směsi na bázi nitrocelulózy, do jejíž matrice mohou být přimíchávány další komponenty - především krystalická plniva (např. nitroguanidin), výbušné želatinátory (nitroestery a jiné nitrolátky), nevýbušné želatinátory (např. ftaláty), stabilizátory (např. centrality nebo difenylamin) a další organické (vazelina, oleje) a anorganické látky (stabilizátory, katalyzátory hoření, tlumiče plamene, grafit) (Krauz, 1950).

Dle chemického složení se BP dělí do následujících skupin:

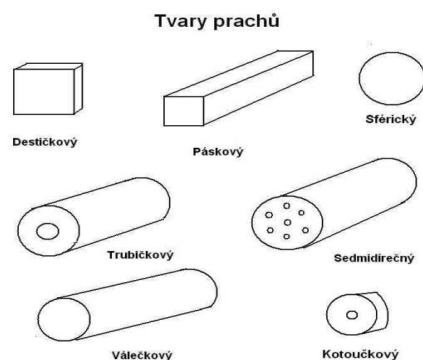
- jednosložkové nitrocelulózkové (neobsahují výbušný želatinátor); kódové označení je **nc**
- dvousložkové nitroglycerinové (jako výbušný želatinátor se používá nitroglycerin); kódové označení je **ng**
- dvousložkové diglykolové (zde výbušný želatinátor představuje dietylglykoldinitrát); kódové označení **dg**
- tříložkové gudolové (obsahují nitroguanidin jako krystalické plnivo); kódové označení **gu**

Dle tváru zrna se BP dělí takto:

- destičkový
- kotoučkový
- kroužkový
- kuličkový (sférický)
- páskový
- sedmiděrový
- trubičkový
- válečkový

Z uvedeného je zřejmé, že hlavní složkou BP je **nitrocelulóza**. Ta je hlavním komponentem všech typů bezdýmých prachů (de la Ossa, 2012).

Objev nitrocelulózy je datován k roku 1846 a připisuje se švýcarskému chemikovi Schönbeinovi. Ten údajně k objevu přišel náhodně, když rozlil směs kyseliny dusičné a kyseliny sírové na bavlněný ubrus, který po usušení vzplanul.



OBRÁZEK 1: TVARY ZRN BEZDÝMÝCH PRACHŮ (CARAS, 1995)

Nejprve se nitrocelulóza používala jako trhavina do dělostřeleckých granátů, při jejichž výrobě a skladování docházelo k řadě tragických havárií.

Právě nestálost nitrocelulózy vedla v roce 1866 F. A. Abela k objevu principu chemické stabilizace nitrocelulózy řezáním a pařením ve vroucí vodě, který se používá dodnes (Caras, 1995).

Vstupní surovinou pro výrobu nitrocelulózy je celulóza. Celulóza je látka rostlinného původu, získávaná z dřevěné buničiny, nebo bavlny. Vlákna těchto surovin se musí před výrobou celulózy vyčistit a upravit. Pro tyto procesy se používají technologické způsoby, jako jsou sulfátový a sulfitový způsob (MacCrehan et al, 2006).

Při sulfátovém způsobu dochází k vaření surové celulózy se siričnanem sodným a louhem sodným ( $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8 + \text{NaOH}$ ), při sulfitovém se celulóza vaří s kyselým siřičitanem vápenatým. Avšak i po těchto procesech obsahuje celulóza značné množství vedlejších látek a nečistot. Proto se takto získaná celulóza dále upravuje alkalickým varem a bělí se chloranem sodným. Získaný produkt má vláknitou podobu a poté se zpracovává běžnými papírenskými technologiemi. Takto upravená celulóza se ve formě listů lepenky, nebo krepového papíru, dodává k následné nitraci. Nitrace je esterifikace celulózy nitrační směsí – směsí kyseliny sírové a dusičné.

Konečný produkt – nitrocelulóza – je pak použit pro další zpracování a míchání do směsí, které tvoří bezdýmé prachy (Krauz, 1950).

### 3.3.1 Jednosložkové bezdýmé prachy

V těchto druzích BP je hlavní složkou nitrocelulóza, která tvoří 90 – 98 % obsahu. Zbývajících složkami jsou chemické stabilizátory, grafit, technologické přísady, přísady pro úpravu povrchu zrn a přísady pro úpravu balistických vlastností (Žuk, 2004).

Výroba jednosložkových BP spočívá ve třech základních technologických krocích, jako jsou želatinace nitrocelulózy, vytvoření požadovaného tvaru zrn a konečná úprava za účelem získání požadovaných balistických vlastností prachu.

Jednosložkové nitrocelulózkové BP jsou dále vyráběny v následujících sortimentech:

- **drobnozrné** – tyto prachy se používají především k laboraci nábojů pro malorážové a středorážové zbraně. Vyrábějí se ve tvaru destiček, válečků, trubiček a sedmiděrečných zrn.
- **velkorážové** – zrna těchto prachů mají tvar dlouhých destiček, nebo víceděrových zrn
- **speciální** – prachy, používané v zážehovacích

Destičkové prachy se používají převážně pro plnění brokových, nebo pistolových nábojů. Jedná se o náboje pro civilní účely, ale jsou použitelné i pro náboje vojenských minometných zbraní.

Drobnozrné trubičkové a sedmiděrové prachy jsou používány do nábojů malých a středních ráží do 37 mm.

Velkorážové nitrocelulózkové prachy ve tvaru trubiček a víceděrových zrn se používají do nábojů pro zbraně nad 100 mm ráže.

Prachy speciální se vyrábějí jako prachy tlumící (k potlačení ústřového, nebo závěrového plamene), zážehové prachy porézní (náplň zážehovačů) a prachy dopované (nasakované v emulzi nitroglycerinu za účelem zvýšení energetického obsahu). (Krauz, 1950).

### 3.3.2 Dvousložkové bezdýmé prachy

Tyto prachy se používají nejen jako náplň do nábojů pro malorážové i velkorážové zbraně, ale i jako hnací hmota pro rakety (Horning, 2009).

Počátek vývoje a výroby dvousložkových BP souvisí s vynálezem Alfreda Nobela v roce 1888 – vynálezem dynamitu. První dvousložkové hnací náplně byly odvozeny od nitrocelulózy, želatinového nitroglycerinu a pomocných přísad pro udržení stability směsi.



OBRÁZEK 2: NITROCELULÓZOVÝ PRACH (FOTO: DAM, 2014)

Poté byl v Anglii vyvinut dvousložkový prach, který se vyráběl s pomocným rozpouštědlem – acetonem. Tento prach se označuje jako *kordit* a jako chemický stabilizátor se zde využívala minerální vazelína. Princip výroby dvousložkových prachů s použitím pomocného rozpouštědla se využívá dodnes (dePerre et al, 2012).



OBRÁZEK 3: NITROGLYCERINOVÝ PRACH (FOTO: DAM, 2014)

Hlavní suroviny, používané pro výrobu dvousložkových BP jsou:

- nitrocelulóza (50 – 80 % obsahu)
- kapalně nitroestery, schopné želatinovat nitrocelulózu
- chemické stabilizátory
- pomocné želatinátory
- přísady pro úpravu balistických vlastností



➤ technologické přísady

Nitrocelulóza tvoří tedy menší podíl v obsahu směsi, než u prachů jednosložkových, ale přesto je hlavním určujícím prvkem pro balistické a mechanické vlastnosti dvousložkových BP.



OBRÁZEK 4: DIGLYKOLOVÝ PRACH (FOTO: DAM, 2014)

V současně vyráběném sortimentu dvousložkových prachů převažují především drobnozrnné destičkové a trubičkové prachy, určené k plnění dělostřelecké munice (Horning, 2009).

Dvousložkové BP diglykolové se od ostatních dvousložkových prachů liší tím, že k želatinaci nitrocelulózy se namísto nitroglycerinu používal želatinátor dietylglykoldinitrát. Tyto prachy se u nás vyráběly do konce sedmdesátých let 20. století, ale postupně byly nahrazeny prachy nitroglycerinovými. Scherperel et al (2009) uvádí, že ve světě byla důvodem poměrně velká zdravotní zátěž na pracovníky, kteří v procesu výroby s tímto prachem přicházeli do styku.

### 3.3.3 Trojsložkové bezdýmé prachy

Trojsložkové BP se používají pro laboraci velkorážových zbraní a v současnosti se jedná z hlediska výroby o perspektivní skupinu bezdýmých prachů. Tyto prachy se vyvíjely již v období mezi dvěma světovými válkami a hlavním důvodem byla snaha o zlepšení některých charakteristik hnacích náplní – především odstranění úst'ového plamene, ale i opotřebením hlavní zbraní. K masivnímu použití těchto prachů došlo u vojsk nacistického Německa v období II. světové války (Kaye, 1978).

Nejrozšířenější skupinou trojsložkových BP jsou prachy nitroguanidinové, obsahující 30 – 50 % přidaného nitroguanidinu ve směsi.

Nitroaminové prachy obsahují přidaný Hexogen, nebo Oktogen a používají se buď pro lisování celospalitelných malorážových nábojů, nebo jako hnací náplň do raket (MacCrehan et al., 2006).

### 3.4 Čich psa

Psovitě šelmy patří díky svým vynikajícím čichovým schopnostem mezi tzv. makrosmatické živočichy (Quignon, 2003).

Čich je pro psa (a pro všechny psovitě šelmy) nejdůležitějším smyslem. Pomocí čichu pes identifikuje a vyhledává kořist, čichem se orientuje při výběru partnera pro reprodukci, čich slouží k chemické komunikaci mezi psem a ostatními příslušníky druhu. Také identifikaci predátora pes provádí za pomoci olfaktorické percepce.

Podle Hettingera et al. (1990) čich pravděpodobně velmi úzce souvisí s chutí a umožňuje rozeznání požitelných látek od nepožitelných. Díky tzv. čichové paměti si tyto látky pes dokáže i zapamatovat.

Psi vycvičení v pachových pracích se používají v armádních, policejních a jiných ozbrojených složkách na celém světě již více než 100 let. Spektrum využití psů je velmi široké – ať již se jedná o vyhledávání osob, nebo lidských ostatků při katastrofách, sledování a identifikaci osob podezřelých ze spáchání trestného činu, nebo o detekci omamných a psychotropních látek (OPL), výbušnin, min, zbraní a munice. Stejně tak se s velkým úspěchem využívá cvičených psů pro odhalování různého kontrabandu, jako například pašovaných cigaret a tabáku, potravin, živých zvířat a částech jejich těl, ale i CD a DVD nosičů (osobní zkušenost autora).

Využití psů k detekci v civilní sféře probíhá také v širokém rozsahu. Poměrně nové jsou poznatky v oblasti detekce říje krav z jejich mléka a moči (Ficher - Tenhagen et al., 2011), ale již několik let jsou známy studie o využití psů v detekci různých onemocnění člověka, jako jsou například zhoubné nádory (Pickela et al., 2004), nebo epilepsie (Cornu et al., 2011). Lorenzo et al. (2003) uvádí psy jako prostředek detekce dokonce i v odhalování stromů a ovoce napadenými škůdci.

Schopnosti čichu psa jsou skutečně ohromné a pro lidské vnímání i těžko pochopitelné. Velmi zajímavým fenoménem v oblasti zkoumání olfaktorických schopností psa je jejich vysoká spolehlivost. Wells et Hepper (2003) ve své studii popsali, že při

sledování pachové stopy člověka (například při pronásledování pachatele) dokáží psi – stejně jako vlci – na základě jisté „časovosti“ stopy správně určit směr pohybu osoby.

Vynikajících schopností čichu psa s úspěchem využívá i metoda pachové identifikace (Schoon, 1997; Harvey et al., 2003). V této metodě psi dokonce dokáží i rozlišit rozdílný pach monozygotických dvojčat, žijících ve stejné domácnosti a stravujících se stejným způsobem (Pinc, 2008).

Neméně významné je i využití psů k detekci míst, kde dochází například k úniku plynu. Ve srovnání s instrumentálními metodami představují cvičení psi velmi spolehlivý biologický detektor, schopný použití i za nepříznivých podmínek a přítomnosti rušivých pachů (Schoon, 1997, Furton et Myers, 2001; Williams et Johnston, 2002).

Čich psa je velmi dobře uzpůsoben pro detekci obrovského množství pachových látek, které se liší nejen původem, ale i tvarem a velikostí pachových molekul (Buck, 2000).

Buck (2004) a Firestein (2005) prokázali, že pachové molekuly jednotlivých odorantů vykazují i rozdíly ve stereoizometrické struktuře.

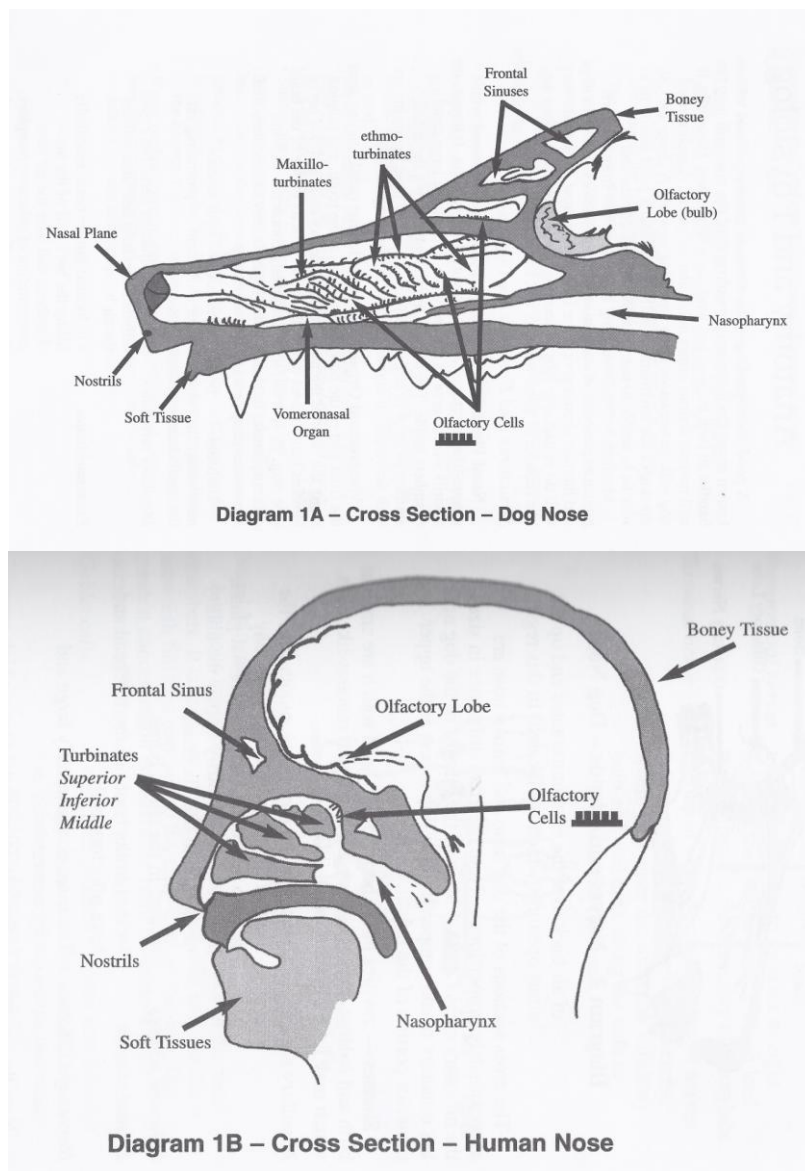
Fakt, že čich psa je schopen reagovat na obrovské množství odorantů, spolu se snadnou cvičitelností psa a jeho ochotou spolupracovat s člověkem činí ze speciálně cvičených psů vynikající a nenahraditelný prvek v oblasti pachových prací.

#### **3.4.1 Anatomie a fyziologie čichu psa**

Čichový orgán je uložen v nosní dutině, kde zaujímá největší část horního nosního průchodu a zadní nosní přepážky.

Na percepci odorantů se podílí několik subsystémů: Hlavní čichový epitel (MOE), Maserův septální orgán (MO), Vomeronasální orgán (VNO) a Gruenebergovo ganglium (GG) (Fleischer et al., 2009).

Čichový orgán je složen z lamelového systému jemných kostí a chrupavek, které jsou pokryty žlutohnědou sliznicí. Na povrch sliznice vystupují svými dendrity čichové buňky. Na konci dendritů se nacházejí cilie, obsahující receptory citlivé na pach, jejichž podráždění zprostředkovává přenos vzruchu do olfaktorického kyje v mozku. Tento kyj je u psa asi čtyřikrát větší, než u člověka a zaujímá – dle plemenné příslušnosti - i větší poměrnou část mozku psa.



**OBRÁZEK 5: VELIKOST OLFAKTORICKÉ SLIZNICE (SYROTUCK, 1972)**

Čichová sliznice psa střední velikosti (např. plemene německý ovčák) je rozprostřena na ploše 150 – 170 cm<sup>2</sup>, což je 11 až 22krát více, než u člověka. Zatímco v nosním epitelu člověka je soustředěno kolem 10 – 20 miliónu čichových buněk, u psa je to až 220 miliónů (Syrotuck, 2000).

Počáteční proces snímání, identifikace a diskriminace jednotlivých pachů začíná právě v nosní dutině (*cavum nasi*), která je nosní přepážkou (*septum nasi*) rozdělena na dvě poloviny a je vystlána olfaktorickým neuroepitelem (hlavní čichový epitel – MOE). Odoranty aktivují čichové receptory (olfaktorické receptory – OR) na buněčném povrchu čichového neuronu, poté je signál vyslán k dalšímu zpracování do mozku (Firestein 2001).

Každý z těchto čichových receptorů je kódován určitým genem. Na funkci olfaktorického systému se podílí více genů, než na jakékoliv jiné soustavě psa (Fuchs et al.,

2001; Mombaerts, 1999). Tyto geny společně patří to tzv. genové superrodiny GPCR, neboli skupiny receptorů, spojených s G-proteiny.

Ty zahrnující v čichové soustavě psa přibližně 1300 genů (Olender et al., 2004), a jsou považovány za největší genovou skupinu v savčím genomu (Buck, 2000, 2004; Malnic et al., 2004). Každý typ čichového neuroreceptoru je kódován jedním genem této skupiny.

Jedním z významných genů je CNGA3 (cyclic nucleotide gatedchannelalpha 3), který vydává iontovým kanálům v buněčné membráně Gruenebergova ganglia (což jsou kompaktní shluky nervových buněk, umístěné na nosním septu) instrukce k výrobě bílkovin. Tyto bílkoviny zprostředkovávají komunikaci mezi buňkou a okolním prostředím a stejně jako ostatní geny genové superrodiny se tak podílí na přenosu informací o čichových vjemech, putujících od smyslových buněk směrem do mozku k dalšímu zpracování (Mamasuew et al., 2010). Není bez zajímavosti, že CNGA3 je gen, který se podílí i na přenosu vjemů zrakových.

Ale právě kvůli expimaci tohoto genu v buňkách Gruenebergova ganglia (GG) se Breer (2006) a Mamasuew et al. (2010) domnívají, že GG je nezávislým olfaktickým subsystémem, který umožňuje psům detekovat nejen specifické pachy jednotlivých odorantů, ale umožňuje i zprostředkování sociálních signálů, důležitých v počátečních fázích jedince těsně po jeho narození.

V letech 1921 a 1943 Rodolfo Maseru popsal v čichové soustavě savců orgán, nesoucí jméno tohoto vědce – Maserův orgán (někdy uváděn jako septální orgán). Jedná se o dva epitelické ostrůvky, které se nacházejí po obou stranách nosní přepážky. Dle Breera (2006) se umístění Maserova orgánu (MO) liší jedinec od jedince.

Masera objevil přítomnost tohoto epitelického uskupení u několika druhů savců (vačnatci, myši, potkani, prasata,...), což bylo potvrzeno i pozdějšími výzkumy (Giannetti et al., 1995). Dodnes se ale pouze spekuluje o hlavní úloze MO a přesto, že z anatomického hlediska jsou neurony MO velmi podobné sensorickým neuronům hlavního olfaktického epitelu, jsou nervové buňky MO mnohem citlivější na chemické podněty (Marshall et Maruniak, 1986). Lze tedy předpokládat, že bez pomoci neuronů MO by samotný proces čichání a detekce pachů ve velmi nízkých koncentracích nebyl u jedince úspěšný. U psů také slouží MO k detekci lehkých molekul pachu a k detekci netěkavých látek, které si pes zanese jazykem do ústní dutiny – například potrava a sociálně sexuální pachy (Pinc, 2008).

Ústní dutina je zhruba v oblasti horních řezáků kanálkem spojena s dalším subsystémem čichového ústrojí psa – s Vomeronasálním (Jakobsovým) orgánem (VNO). Ten se nachází ve spodní části nosní dutiny, v jakési chrupavčité kapse a obsahuje chemoreceptory, zajišťující spojení čichového ústrojí psa s přídatným kyjem v mozku.

Molekuly pachu, proudící řezákovým kanálkem z ústní dutiny do VNO, jsou zcela izolovány od proudu vzduchu, který vzniká v dutině nosní při dýchání.

Ani činnost a funkce tohoto orgánu (nazývaného též přídatným) není doposud uspokojivě prozkoumána, ale soudí se, že podrážděním tohoto orgánu například feromony dochází k aktivaci hypotalamu. VNO se tak pravděpodobně podílí na řízení jak reprodukčního, tak obranného teritoriálního chování psa (Keverne, 1999).

Estes (1972) a HalpernetMartínez-Marcos (2003) také dávají činnost VNO do souvislosti s vlivem na průběh dospívání jedince a na průběh říje samice.

V neposlední řadě je třeba zmínit i systém trojklanného nervu (trigeminální systém). Při podráždění neuroreceptorů odoranty se trojklanný nerv – za poměrně složité interakce s čichovým systémem - podílí na přenosu čichového vjemu do mozku (Bouvet et al., 1987; Silver et al., 2006).

Vlákna trojklanného nervu inervují nosní dutinu a přenášejí do mozku informace nejen chemického původu (čichový vjem), ale i somatosenzorického charakteru. Jedinec tak pomocí tohoto nervu vnímá vjemy, jako například teplo, chlad, lechtání, píchání a podobně (Frasnelli etHummel, 2003; Brand, 2006).

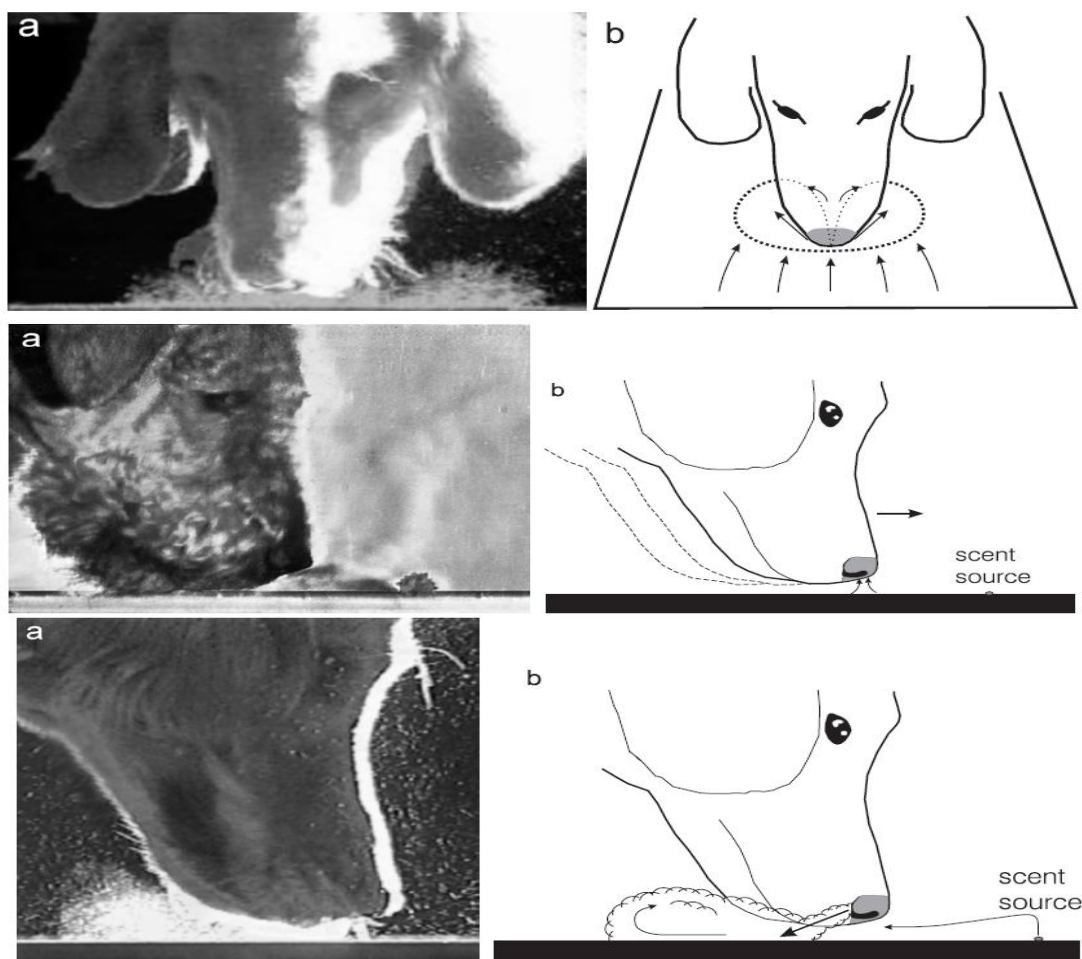
Z histologického hlediska je trojklanný nerv složen ze dvou hlavních systémů – z vláken myelizovaných, a vláken nemyelizovaných (Brand, 2006; Sekizawaet Tsubone, 1994).

Prostřednictvím těchto vláken jsou přenášeny podněty jak exogenního původu (chemická dráždidla), tak endogenní podněty (například mediátory zánětu) (Holzer et al., 2004; Silver et al., 2006; Ahern et al., 2006). Trojklanný nerv tedy slouží i jako varovný obranný systém k ochraně organismu před poškozením (Silver et al., 2006).

### 3.4.2 Olfaktorický informační tok

Samotný proces čichání je děj, který probíhá při dýchání. Dýchání je výměna plynů mezi organismem a prostředím a čichání je vlastně narušení tohoto procesu (Correa et al., 2005), kdy sériemi krátkých vdechů a výdechů dochází v čichovém systému k identifikaci podnětů a vjemů.

Psi dokáží velice dobře ovládat své nozdry, což umožňuje velmi přesně regulovat proud vzduchu, přicházejícího dovnitř, i z psiho čenichu ven. Psi tak dokáží ověřovat pachy předmětu a zároveň vyfukovat vzduch šikmo za sebe, což má za následek, že ověřovaný pach není rozptylován a ředěn vzduchem, doprovázející výdech (Settles et al., 2002).



OBRÁZEK 6: NASÁVÁNÍ A VYFUKOVÁNÍ VZDUCHU NOZDRAMÍ PSA (SETTLES ET AL., 2002)

Pes vnímá pachy během sumování, což je proces, kdy je vzduch nasáván právě nozdrami, přičemž tlama je zavřená (Neuhaus, 1981). Při sumování dochází v čichovém bludišti k turbulentnímu proudění vzduchu, čímž se doprava odorantů k olfaktorickým receptorům stává účinnější. Dle Lainga (1984) se ve srovnání s normálním dýcháním citlivost vůči odorantům několikanásobně zvyšuje.

Psi také dokáží zamířit proud teplého vydechaného vzduchu na očichávané místo a tak zvednout ze země molekuly o vyšší molekulové hmotnosti, které by normálně nebylo možno čichem vnímat. Teplý vydechaný vzduch rovněž umožní zvýšit vypařování látek za nízkých teplot. Psi tak, na rozdíl od většiny elektronických detektorů výbušnin, drog či akceleračních hoření, mohou pracovat i při teplotách hluboko pod bodem mrazu (Morgan et al., 1993).

Pes však nedokáže zcela účinně sumovat a zároveň dýchat s otevřenou tlamou. Jelikož takové dýchání slouží především k termoregulaci psa, výkon a schopnost detekce odorantů se snižuje se zvýšenou tělesnou námahou psa a teplotou prostředí.

Samotný proces percepce probíhá ve dvou krocích. V prvním kroku dochází k fyziologické stimulaci olfaktorických receptorů v nose, v kroku druhém jsou vjemy zpracovávány v těch oblastech mozku, které jsou zodpovědné za zpracování pachových podnětů (Issel-TarveretRine, 1996). Při kontaktu molekul pachu s receptory změní receptorová bílkovina na povrchu cilií (výběžků na povrchu olfaktorického neuronu) prostorové uspořádání atomů ve své molekule (dochází ke konformaci). Tímto jevem se aktivuje G-protein, který reaguje s vnitrobuněčnými bílkovinami. Dochází k aktivaci vnitrobuněčné signalizační dráhy a změně propustnosti buněčné membrány pro kationty sodíku ( $\text{Na}^+$ ) a vápníku ( $\text{Ca}^{++}$ ). Vtokem těchto kationtů se depolarizuje neuron a dojde k vyvolání akčního potenciálu, který je axony (dlouhými výběžky olfaktorických neuronů) doveden do synaptických struktur – glomerulů. Zde jsou signály částečně zpracovávány a přepojovány do čichového laloku ve výběžku předního mozku a zpracovány jako komplexní podnět (Issel-TarvenetRine, 1996; Firestein, 2001; Kalinová etCarlsson, 2005; Quignon et al., 2005).



## 4 HYPOTÉZA

Psi, vycvičení na vyhledávání zbraní, jsou schopni generalizovat jednotlivé druhy bezdýmých střelných prachů.

## 5 MATERIÁL A METODY

Experiment byl proveden v prostorech speciálního cvičiště pro výcvik psů v Centru vojenské kynologie Armády České republiky (AČR) v Chotyni – VZ 6848.

Na tomto cvičišti je mimo jiné vybudován výcvikový trenažér, sestávající s různě rozmístěných tvarových cihel s otvory, do kterých se při nácviku vkládají plechovky s výcvikovými vzorky cílových odorantů.

Test probíhal koncem ledna a začátkem února 2014 za relativně ustálených klimatických podmínek. Teplá a suchá zima způsobila, že venkovní teploty dosahovaly kolem 7°C, bylo sucho a slunečno. Podmínky pro testování byly tedy pro všechny psy ve všech dnech testu stejné. Tento fakt pozitivně ovlivnil metodiku testování.

### 5.1 Psi vycvičení pro vyhledávání zbraní a zbraňových součástí

K provedení experimentu bylo použito sedm psů se speciálním výcvikem na vyhledávání zbraní a zbraňových součástí. Jednalo se o psy plemen německý ovčák, belgický ovčák a kříženci těchto dvou plemen. V době testování bylo těmto psům mezi sedmi a devíti lety věku. Z hlediska pohlaví se testu zúčastnilo šest psů a jedna fena.

<b>Jméno psa</b>	<b>Plemeno</b>	<b>Pohlaví</b>
SORBON	německý ovčák (NO)	pes
DENI	německý ovčák (NO)	pes
MAJK	německý ovčák (NO)	pes
DON	kříženec NO x BO	pes
VALIENT	kříženec NO x BO	pes
CHICCO	belgický ovčák (BO)	pes
CINDY	kříženec NO x BO	fena

TABULKA1: PSI POUŽITÍ K TESTOVÁNÍ (DAM, 2014)

Všichni tito psi jsou vycvičení pro potřeby AČR v kategorii Speciální pes pro vyhledávání zbraní (SPZ).

Výcvik každého služebního psa, určeného pro pachové práce, spočívá v absolvování Základního kurzu v délce trvání 12 týdnů. Hlavním cílem kurzu je ztotožnění psa s cílovým

pachem tak, aby požadovaný odorant byl pes schopen samostatně nacházet a označovat. Základní kurz je ukončen zkouškou a po jejím úspěšném absolvování je psu vystaven certifikát.

Nejen v průběhu Základního kurzu, ale i poté – v průběhu zdokonalovacího výcviku – jsou jako hlavní pomůcka pro výcvik psů kategorie SPZ používány vzorky různých ručních palných zbraní a jejich součástí. Tyto vzorky jsou několikrát do roka nastřelovány cvičnou municí tak, aby na nich ulpěl pach povýstřelových splodin. Tento pach je hlavní pachovou signaturou pro psy, cvičené na vyhledávání zbraní.

Každý rok pak musí psovod s přiděleným služebním psem obhájit danou kategorii. Obhajoba kategorie spočívá v tom, že psovod svého psa předvede k přezkoušení v jednotlivých disciplínách vyhledávání a k přezkoušení ze cviků všeobecného výcviku (tzv. poslušnosti). Disciplíny vyhledávání jsou nastaveny tak, aby co nejdříve simulovaly reálné situace, ve kterých je pes používán. V případě splnění všech podmínek této obhajoby kategorie je psu na dobu 12 měsíců vystaven certifikát, opravňující Armádu ČR psa využívat v praktickém výkonu.

Všech sedm psů v experimentu mělo nejen tento certifikát, ale hlavně se jednalo o psy, kteří mají bohaté zkušenosti nejen z každodenního výcviku, ale i z praktického použití v ČR a v zahraničí. Všichni tito psi se zúčastnili několika zahraničních operací v rámci nasazení AČR v Iráku a v Kosovu. Jedná se o vysoce spolehlivé, kvalitně vycvičené a vedené psy.

## **5.2 Metodika výcviku psů pro vyhledávání odorantů**

Pro potřeby výcviku psů ve vyhledávání cílových látek získává Armáda České republiky (AČR) své budoucí psy formou výkupu ve vyhlášeném výběrovém řízení. Vykupují se psi ve stáří jednoho roku a více (do cca dvou let stáří). Odchov vlastních štěňat v současnosti AČR neprovádí. Důvodem je vysoká nerentabilita tohoto způsobu.

Samotný proces výběrového řízení spočívá v představení psa před výběrovou komisí, kde jsou v předem daných disciplínách psi prověřeni z povahových vlastností. Přednost mají psi, kteří jeví přirozený zájem o aportování, nečiní jim potíže pracovat v neznámém, či nepohodlném prostředí (hluk, překážky, temné prostory, různé druhy povrchů) a nejeví agresivitu nejen vůči ostatním psům, ale hlavně vůči osobám. Agresivní psi jsou pro účely výcviku ve vyhledávání nevhodní a jsou z výběrového řízení vyloučeni. Pes také nesmí jevit bázlivou, či agresivní reakci na střelbu z ruční zbraně.

Po přezkoumání povahových vloh následuje důkladná veterinární prohlídka, sledující zdravotní stav psa. Největší pozornost se soustředí na onemocnění srdce, gastrointestinálního traktu a pohybového aparátu (páteř, klouby končetin). Pouze psi ve vynikajícím zdravotním stavu mají šanci splnit náročné podmínky výběru.

V hlediska plemene dává AČR přednost psům tzv. služebních plemen – německý ovčák, belgický ovčák malinois, či křížencům těchto dvou plemen. Ve výjimečných případech se vykupují i psi loveckých, či společenských plemen (flat coated retriever, labradorský retriever, springer spaniel, atd.).

V případě, že je pes vykoupen, umísťuje se na dobu 28 dní do karantény, kde se dále zkoumá, zda nevykazuje skryté povahové, či zdravotní nedostatky. Až poté je předchozímu majiteli psa vyplacena částka, za kterou se pes vykoupil.

Psovod s takto nově přiděleným psem nastupuje do Základního kurzu v délce trvání 12 týdnů. AČR připravuje psy v kategoriích vyhledávání výbušnin (SPV), vyhledávání omamných a psychotropních látek (SPD) a vyhledávání zbraní (SPZ). V současnosti se v AČR uvažuje o myšlence kategorie SPD a SPZ sloučit tak, aby pes byl schopen vyhledávat jak drogy, tak zbraně. Důvodem je předpoklad lepší využitelnosti takto připraveného psa. Kategorie SPV zůstane z pochopitelných důvodů zachována.

Při výcviku psa na vyhledávání látek se používá celá řada postupů, které ale vždy vycházejí ze dvou základních metod výcviku – z metody založené na potravním chování a z metody založené na chování loveckém.

### 5.2.1 **Metoda založená na potravním chování psa**

Zcela zjednodušeně by se dalo říct, že se jedná o metodu, jejímž počátečním prvkem je vtiskávání pachu. Je ale nutno podotknout, že pojem vtiskávání, který je zde použit, nemá nic společného s rychlou formou učení tak, jak bylo popsáno například vtištění matky, nebo budoucího sexuálního partnera u některých druhů ptáků (Lorenz, 1978; Vos, 1995; Bischof, 1997, 2003).

V tomto případě se jedná o mnohem dlouhodobější proces, který je založený na asociativním učení (Pinc, 2006).

Princip této metody spočívá v tom, že se využívá přirozeného pudu psa k vyhledávání potravy. Pach cílové látky je zde spojen s pachem potravy (pamlsku).

V počátcích nácviku je vzorek cílové látky umístěn v trenažéru, který sestává z tvarovaných cihel s otvory, do kterých je plechovka s odorantem uložena. Pes je za jakoukoliv reakci na pach látky odměněn potravou. V minulosti se potrava přidávala přímo

ke vzorku, ale tento způsob vedl k tomu, že pes vlastně nevyhledával cílovou látku, ale vyhledával pach potravy. To vedlo k častým výcvikovým chybám a ve výsledku k častým falešným značením psů.

Postupem času, kdy pes již dobře reaguje na pach žádaného odorantu, přistupuje se k nácviku správnosti značení. Tyto dvě fáze se však navzájem tak prolínají, že se dá říct, že se jedná v podstatě o jeden a týž krok výcviku. Pokud pes v trenažéru správně identifikuje a žádoucím způsobem označuje danou látku, přistupuje se ke vtiskávání další látky.

Během těchto kroků se výcvik zkvalitňuje a ztěžuje umístováním vzorků i v jiných prostorech tak, aby pes byl ve výsledku schopen vyhledávat a označovat látku všude tam, kdekoliv je potřeba.

Výhodou této metody je fakt, že každý zdravý pes má přirozený zájem o vyhledávání potravy. Je tak spojena přirozená touha psa po potravě s učením pachů cílových látek.

Nevýhodou metody je to, že pes se smí krmit pouze v průběhu výcviku. Dávka potravy je tak rozdělena do delších časových úseků výcvikového dne a pes tak nemá možnost přirozeného způsobu krmení a následného trávení přijímané potravy. Krmení ve dnech, kdy pes necvičí, není žádoucí, což může vést k nejrůznějším zdravotním a psychickým komplikacím u psa.

Největší nevýhodou tohoto způsobu učení je ale to, že pokud vyvstane nutnost použití již nakrmeného psa, takový pes již nebude zdaleka jevit takovou ochotu k práci, jako pes nenakrmený.

Daleko lepší obměnou této metody je dle Pince (2006) tzv. ATF metoda. Výcvik pomocí této metody se provádí tak, že cílová látka je uložena do snifferu, což je plechovka s perforovaným víčkem o velikosti krabičky od diabolů. Psovod učí psa tak, že s touto plechovkou manipuluje a psa odměňuje pamlsky za reakci na plechovku. Velkou výhodou je to, že psovod může sniffer umísťovat do různých pozic a zároveň tak učit psa i žádanou polohu značení psa. Psovod tak není při nácviku vázán na nutnost cvičit na trenažéru a může tak rychle psa naučit nalézání a značení žádaného odorantu v nejrůznějším prostředí. Pes se také od začátku učí přikládat čenich přímo ke zdroji pachu, což se v budoucnosti projeví daleko přesnějším označováním místa uložení odorantu.

### **5.2.2 Metoda založená na loveckém chování psa**

Tato metoda je vystavěna na využití dalšího přirozeného chování psa – loveckého chování (v minulosti označovaného jako „kořistnický pud“).

Jedná se o to, že psům je vrozena touha po lovu malých kořistí. Toto chování však není u všech psů (a dokonce ani u jedinců ze stejného vrhu) vyvinuto stejnou měrou a na stejné úrovni. Pokud bychom tedy uvažovali o budoucím výcviku psa ve vyhledávání právě touto metodou, je nutné zaměřit se na projevy loveckého chování už v samotné fázi výběru psa. Právě výběr vhodného psa a jeho projevy jsou klíčovými aspekty, které je třeba mít na zřeteli. Při výběru je nutné se soustředit na to, zdali jsou projevy, kterými se pes jeví, pouze naučenou formou chování, nebo je-li takové chování psu vrozené a tedy přirozené. Jedině pes, který vykazuje přirozenou touhu lovit malou kořist, je k výcviku touto metodou vhodný.

Nejdůležitější pomůckou je v případě této metody „kořist“, kterou představuje balónek, nebo tzv. pešek (malé kousadlo s poutkem, vyrobené z pevné jutoviny a vyplněné technickou tkaninou a vatou). Záleží na psovodovi, kterou hračku jako formu odměny psa zvolí a vychází se z toho, že se upřednostňuje ten předmět, s kterým si pes hraje raději. Je žádoucí, aby měl pes za všech okolností chuť si s takovou hříčkou hrát – utíkat pro ní, přinášet k psovodovi a tahat se o ní (soupeřit, jako v případě hry mezi jedinci jeho druhu). Přitom by měl být pes vytrvalý, neúnavný a jevit zájem o takový aport za všech možných podmínek. Případné projevy zloby při hře, jako je například vrčení, nejsou v tomto případě závadovým chováním psa, neboť správně socializovaný a správně vedený pes většinou dobře rozeznává mantinely, které při hře se psovodem nesmí překročit. V takovém případě se nejedná o známku agrese.

V prvotní fázi výcviku psovod psovi hází a schovává jeho hříčku tak, aby ji pes neviděl a byl tak nucen nacházet si ji za pomoci čichu. Při nalezení mívá většina psů tendenci pomoci si uschovanou hříčku získat škrábáním do místa uschování, nebo strkáním hlavou do skrýše. Pokud plánujeme psa naučit označovat detekovaný pach pasivně (tzn. sednutím, nebo lehnutím), je dobré toto chování už v počátku korigovat a odstraňovat a usměrňovat polohu psa do pasivní polohy. Toho docílíme nejsnadněji tak, že je pes v případě splnění dílčí části cviku odměněn druhou hříčkou tak, že ji psovod, nebo jeho pomocník, hodí k místu skrýše. Je dobré, aby toto pes neviděl a od počátku se tak učil, že pokud bude jeho čenich v kontaktu se zdrojem pachu, objeví se mu v tomto místě jeho oblíbený předmět.

Pokud je zřejmé, že pes ochotně a vytrvale vyhledává samotnou hříčku, může se přistoupit k další fázi výcviku. V té je k hříčce psovi předkládán pach cílové látky a pes se tak za pomoci známého pachu (pachu hříčky) asociativně učí identifikovat pach neznámý. I v této fázi je třeba soustředit se na správnost označování nalezeného vzorku odorantu. Pes se tak nenásilnou a pro něj příjemnou formou učí detekovat pachy žádaných látek.

Postupně odstraňujeme hračku a kontrolujeme si tak, zda je pes již schopen identifikovat pach cílového odorantu. Délka fáze se odvíjí od individuálních schopností psa – jeho přirozené inteligence a ochoty se učit – a činí od počtu několika opakování do délky řádově dní.

Pokud již pes samostatně nachází a označuje pach jedné látky, lze přistoupit ke vtiskávání dalších látek. Provádíme to stejným způsobem, jako při využití hračky, ale s tím rozdílem, že s novou látkou psa seznamujeme takzvaným přikládáním neznámé látky k látce známé. Intenzitu pachu známé látky regulujeme postupným zmenšováním množství tak, aby si pes její pomocí pozvolna vtiskl pach nového, postupně více převládajícího odorantu.

Ve všech těchto na sebe navazujících fázích je pes za každé splnění jednotlivých částí cviku odměňován hračkou. Podporujeme tak ve psu ochotu k práci, přičemž využíváme jeho přirozené chuti k loveckému chování.

Mezi výhody této metody lze zařadit zejména to, že lze zcela nenásilně využít přirozených projevů v chování psů. Touto metodou lze cvičit psy prakticky kdekoliv a pohodlně tak využívat nejen prostor cvičiště s trenažérem, ale i prostorů, podobných těm, kde bude pes v budoucnu nejčastěji využíván. Psům, majícím silně vyvinuté lovecké chování, je tato metoda příjemná, přirozená a pozitivně motivující. Jejich ochota k práci je pak na velmi vysoké úrovni a psi dokáží vyhledávat daleko samostatněji, než pokud jsou v průběhu vyhledávání za odměnu psovodem krmeni. Vzhledem k tomu, že při této metodě je pes krmen až po ukončení výcviku v pravidelnou dobu, nedochází tak ani ke kontaminaci potravy při přenášení na výcvik a uschovávání v průběhu výcviku, ale zejména jsou daleko věrněji kopírovány přirozené biorytmy psa.

Největší nevýhodou metody je fakt, že psi, nemající dostatečným způsobem vrozeno lovecké chování, nejsou pro tento způsob výcviku vhodné. Z výše uvedeného je zřejmé, že by u takových psů nastal problém s dostatečnou motivací.

V praktickém výcviku však často dochází k prolínání obou popsaných metod. Je třeba si uvědomit, že každý pes má své individuální schopnosti a vždy je potřeba přihlížet k momentálním potřebám a limitujícím faktorům při výcviku. Záleží pak na zkušenostech a dovednostech cvičitele a instruktora výcviku, kdy je třeba umět se správně rozhodnout, jaká metodika výcviku bude pro vycvičení daného psa nejvhodnější. A ačkoliv autor této práce používá raději metodu, založenou na loveckém chování, v praxi je často třeba oprostít se od osobních preferencí a cvičit psa tak, aby bylo dosaženo co nejlepšího výsledku a co nejvyššího stupně vycvičenosti psa.

### 5.3 Pomůcky pro testování

K provedení experimentu byly využity tyto pomůcky:

- 250g jednosložkového nitrocelulóзовého prachu (Nc)
- 250g dvousložkového nitroglycerinového prachu (Ng)
- 250g dvousložkového diglykolového prachu (Dg)
- výcvikové vzorky zbraní
- klamné vzorky
- plechovky o rozměrech 13 x 11 cm s děrovaným víčkem
- tvarované cihly se dvěma otvory, rozmístěné v prostorech cvičiště
- pinzeta pro manipulaci se vzorky
- latexové chirurgické bezklouzkové rukavice

Nitrocelulóзовý a nitroglycerinový prach pochází ze sortimentu, vyráběného firmou Explosia a. s., Pardubice. Jedná se o prachy, které se zde v současné době stále vyrábějí. Diglykolový prach pochází z těžby firmy, ale už vyráběn není a zásoby tohoto prachu se nyní pouze jen skladují. Stáří tohoto prachu bylo dle vyjádření Explosie a. s. kolem 25 let.

Jako klamné vzorky byly použity tyto látky:

- riboflavin 98% - látka používaná v potravinářství
- anhydrid sulfidu sodného 98% - sloučenina, používaná v papírenském průmyslu
- oxid zinečnatý 50% - který se používá například jako základ barviv
- dextrin – látka s různorodým využitím v potravinářství, farmacii, průmyslu atd.
- škrob – přírodní látka s širokým využitím (potravinářství, farmacie, chem. průmysl)
- sorban draselný 99% - syntetická látka, používaná jako konzervant v potravinářství
- L-kyselina vinná – látka, využívaná v potravinářství a barvírenském průmyslu.

Všechny tyto látky byly získány od společnosti *Alfa Aestar, GmbH, Německo* a při výcviku psů se používají právě pro zakládání klamných vzorků. Jedná se totiž o zcela záměrně vybírané sloučeniny, které se v prostředí, kde probíhá výcvik a praktické využití psů, běžně nevyskytují a psům tak nemohou připomínat (a tím zavádět k falešným značením) žádné známé pachy.

V případě výcvikových vzorků zbraní se jednalo o součásti vzorkovnice pro výcvik psů kategorie SPZ. Používané byly nastřelené součásti zbraní, jako jsou zásobníky a konstrukční části pistolí a pušek.



## 5.4 Průběh experimentu

### 5.4.1 Příprava materiálu

Ve venkovních prostorech speciálního cvičiště se nachází výcvikový trenažér, sestávající z tvarovaných cihel se dvěma otvory, do kterých se vkládají plechovky se vzorkem cílové látky. Tyto cihly lze sestavovat do libovolných tvarů (řada, kruh, atd.) tak, aby psovod, nebo instruktor, mohl obměňovat konečnou sestavu cihel a tím měnit místa založení vzorků. Zabrání se tak možnému vybudování nežádoucího stereotypu psa při vyhledávání.

Před každým testováním bylo okolí cvičebního trenažéru uklizeno a zbaveno případných rušivých předmětů a potenciálních zdrojů pachů.



OBRÁZEK 7: PLECHOVKA A TVAROVANÁ CIHLA (FOTO: DAM, 2014)

Dále byly připraveny nové, dosud nepoužité plechovky, do jejichž víček byly vytvořeny malé otvory, aby pach vzorků mohl unikat. Tyto pomůcky byly po ukončení dílčích částí testu vždy zlikvidovány, aby nedošlo k záměně s čistými.

Nakonec byly připraveny ostatní pomůcky. Do snifferů bylo naváženo stejné množství jednotlivých druhů bezdýmých prachů a klamných vzorků, byly připraveny vzorky zbraní a jejich součástí. Se všemi vzorky bylo manipulováno v celém průběhu testování v latexových rukavicích, aby nedošlo ke kontaminaci nežádoucími přidruženými pachy.

### 5.4.2 Test

Samotné testování bylo rozděleno do třech fází. **První fáze** spočívala v tom, že všem psům, vycvičených na vyhledávání zbraní a munice, byl vtisknut pach nitrocelulózového bezdýmého prachu.

To bylo provedeno stejným způsobem, jako když byl pes cvičen na detekci povýstřelových splodin metodou pozitivního posilování potravního a loveckého chování. Tato fáze trvala dva dny. Poté následovala týdenní přestávka v testování, během které byly vzorky

nitrocelulózového prachu těmto psům v průběhu běžných výcvikových dní zakládány střídavě se vzorky zbraní a zbraňových součástí. Docílilo se tím toho, že byla psům utvrzena pachová signatura tohoto odorantu.

Ve **druhé fázi** bylo prověřeno, zdali testovaní psi skutečně detekují a označují pouze ty pachy, na jejichž detekci byli vycvičeni. To probíhalo tak, že se psům do trenažéru opakovaně zakládaly plechovky se vzorky palných zbraní, nitrocelulózového prachu a klamných vzorkům. Psovod nikdy nevěděl, jaký vzorek je v plechovce uložen, nebo je-li plechovka prázdná. Bylo zjištěno, že testovaní psi vždy označili pouze ta místa, ve kterých byl uložen vzorek zbraně, nebo vzorek bezdýmného nitrocelulózového prachu. Na místa, kde se nacházely klamné vzorky, nebo na místa, kde byly prázdné plechovky, psi nereagovali žádným způsobem.

Po této fázi následovala opět týdenní pauza, během které byli psi normálním způsobem cvičeni zdokonalovacím výcvikem.

**Třetí fáze** spočívala v ověření hypotézy, zda psi budou schopni generalizovat i ostatní druhy bezdýmných střelných prachů – v tomto případě tedy prachu nitroglycerinového a diglykolového. I tato fáze byla provedena na stejném trenažéru, jako fáze předchozí. Bylo jen nutné dbát na to, aby v rámci zachování objektivit měl každý pes pouze jednu možnost k detekci a označení daného prachu. Pokud bychom totiž na vzorcích psům dosud neznámých prachů vyhledávání opakovali, mohlo by snadno docházet k tomu, že pes by si při opakovaném kontaktu s novým pachem vynucoval odměnu tím, že by tuto novou látku nakonec označil. Pouze jediným opakováním lze docílit toho, abychom mohli spolehlivě určit, zda pes na tento neznámý odorant reaguje na základě již vtisknuté pachové signatury. Z tohoto hlediska tedy lze konečné výsledky jednotlivých vyhledávání u každého psa označit za relevantní a statisticky významné.

Zatímco na pach nitrocelulózového bezdýmného prachu psi v počátcích reagovali poměrně spontánně a vtisknutí tohoto odorantu spočívalo jen v drobných korekcích a podpoře ke značení u psa, na ostatní prachy (Ng a Dg) jednotliví psi již reagovali rozdílně. Žádný z testovaných psů nebyl nijakým způsobem ovlivňován ani ze strany psovoda, ani ze strany experimentátora. Psovodi neznali pozice založených vzorků a nemohli tak svým – byť nevědomým – chováním nutit psa k jakékoliv reakci a ani osoba experimentátora se nesnažila žádným způsobem výsledky zkreslovat, či jinak korigovat.

Výsledky lze nalézt níže v příložené tabulce v kapitole Výsledky.

## 6 VÝSLEDKY

Testování probíhalo koncem ledna a začátkem února 2014 v areálu speciálního cvičiště v Centru vojenské kynologie AČR v Chotyni. Klimatické podmínky byly v tomto období mimořádně příznivé a stálé (sucho, venkovní teploty kolem 7°C), takže nedocházelo ke zkreslování výsledků testu jejich vlivem.

Abychom vyloučili domněnku, že psi reagují na nové, dosud jim neznámé pachy tím, že je označují, bylo přistoupeno i k zakládání klamných vzorků. Během testování však ani jeden pes nereagoval na tyto klamné vzorky tím, že by je označil. Lze tedy usoudit, že psi při tomto experimentu označovali pouze vzorky, obsahující jim známé, naučené pachy, tvořící pachovou signaturu, podle které se orientují.

Během první – výcvikové – fáze experimentu byl všem sedmi psům vtisknut (respektive utvrzen) pach nitrocelulóзовého bezdýmného prachu. U čtyř psů došlo k naprosto spontánní reakci a už při prvním kontaktu se vzorkem tyto psi látku označovali. U zbylých tří psů byla reakce na pach nejistá a pes tak musel být formou odměny za reakci na látku utvrzen o správnosti svého chování. Pro žádného psa však nebyl pach nitrocelulóзовého prachu neznámý a všichni na něj nějakým způsobem zareagovali. Druhý testovací den již všichni psi tento pach spolehlivě identifikovali a označovali pokaždé, kdy jim byl do trenažéru založen.

Druhá – ověřovací – fáze potvrdila, že psi skutečně detekují a označují jen ta místa, kde byl založen vzorek zbraně, nebo vzorek nitrocelulóзовého prachu. I v tomto případě 100% probandů spolehlivě vždy tato místa označilo, zatímco na místa se založeným klamným vzorkem nereagoval ani jeden pes. Potvrdilo se tak, že tyto psi správně reagují jen na pachy látek, které mají naučené.

Z hlediska testu byla nejdůležitější třetí – experimentální – fáze. Během ní byly do trenažéru psům zakládány plechovky nejprve nitroglycerinovým, poté s diglykolovým prachem. V řadě cihel byl také založen klamný vzorek. Každý pes měl možnost projít takto připraveným trenažérem pouze jednou.



DIAGRAM 1: PŘÍKLAD SESTAVENÍ CIHEL SE VZORKY A SMĚR POSTUPU PSA (DAM, 2014)

- Nitroglycerinový prach označili na tento jediný pokus čtyři psi, tři psi na tento vzorek nereagovali.
- Diglykolový prach označilo pět psů, dva psi na plechovku s tímto prachem nezareagovali.
- Z celkového počtu testování dva stejní psi (MAJK a CINDY) nezareagovali ani na nitroglycerinový, ani na diglykolový prach.
- Jeden pes (SORBON) reagoval pouze na vzorek s diglykolovým prachem.
- Čtyři psi – DENI, DON, VALIENT a CHICCO – reagovali na oba testované bezdýmé prachy.

	Nc			Ng			Dg		
	<i>n</i>	<i>+</i>	<i>-</i>	<i>n</i>	<i>+</i>	<i>-</i>	<i>n</i>	<i>+</i>	<i>-</i>
<b>SORBON</b>	4	4	0	1	0	1	1	1	0
<b>DENI</b>	4	4	0	1	1	0	1	1	0
<b>MAJK</b>	4	4	0	1	0	1	1	0	1
<b>DON</b>	4	4	0	1	1	0	1	1	0
<b>VALIENT</b>	4	4	0	1	1	0	1	1	0
<b>CHICCO</b>	4	4	0	1	1	0	1	1	0
<b>CINDY</b>	4	4	0	1	0	1	1	0	1
<b>CELKEM</b>	28	28	0	7	4	3	7	5	2

TABULKA2: REAKCE JEDNOTLIVÝCH PSŮ NA ZALOŽENÉVZORKY. "N" = CELKOVÝPOČETOPAKOVÁNÍ NA VZORKU; "+" = PES VZOREK OZNAČIL; "-" = PES VZOREK PŘEŠEL BEZ REAKCE (DAM, 2014)

Stejně, jako v předcházejících dvou fázích, ani ve třetí fázi psovodi nevěděli o pozici plechovky s testovaným vzorkem. Psi byli vedeni tak, jak jsou z běžného výcviku a použití v praxi zvyklí, z behaviorálního hlediska nedocházelo k žádným nepředvídaným změnám ani ze strany psovodů, ani ze strany experimentátora. K odměnění psa došlo vždy až po potvrzení experimentátora, že pes označuje správný vzorek. Veškeré podmínky byly pro všechny psy nastaveny na stejnou úroveň a žádný pes nebyl ovlivněn nežádoucími vlivy.

## 6.1 Statistické vyhodnocení

Počet možností označení byl roven celkovému počtu postů (zde 10 tvárnic v řadě). Možné reakce psa byly označení / neoznačení → *ano* (lokalizace korektního pachu ) nebo *ne* (pes buď označil nesprávný pach, nebo neoznačil vůbec). Pravděpodobnost, že pes označí náhodně v řadě správný pach, byla tedy  $1 / X$  , kde  $X$  = počet postů a pravděpodobnost nesprávného označení byla  $( X - 1 ) / X$  : zbývající počet postů (počet postů s jiným, než cílových pachem).

Pravděpodobnost menší než 0,01 byla považována za významně odlišnou od šance (náhody).

Použita byla metoda výpočtu Bernoulliho pravděpodobnosti (Bernoulli probability - Rosner, 2006) a počítáno v programu ExactBinomial Probability Calculator (Lowry, 2013).

### Výsledky:

Pravděpodobnost menší než 0,01 byla považována za významně odlišnou od šance (náhody) – což se potvrdilo pro  $N_c$  a  $D_g$  - zde byla vypočtena pravděpodobnost menší než 0,01 ( $P$  menší než 0,01). Nejedná se tedy o náhodu. Psi tedy **jsou schopni** detekovat pach těchto dvou látek.

Pro poslední látku ( $N_g$ ) vyšla pravděpodobnost velmi blízká vyloučení náhodné detekce ( $P$  menší než 0,002).

## 7 DISKUSE

Na začátku experimentu – a zejména v prvotních fázích – nebylo zdaleka jasné, jak budou psi se speciálním výcvikem na vyhledávání zbraní reagovat na pach bezdýmých prachů.

Prvotní myšlenkou bylo, že pokud jsou tyto psi cvičeni na detekci zbraní na základě vtisknutí pachu povýstřelových splodin, bude zajímavé sledovat reakce těchto psů na pachy bezdýmých prachů, které se používají jako hnací náplň střeliva do ručních palných zbraní. Je však třeba si uvědomit, že pachy bezdýmých prachů v surovém stavu a ve stavu po jejich shoření, které doprovází výstřel ze zbraně, se zásadně liší. Rozdílnost těchto pachů je zřejmá i člověku, jehož čich je několikanásobně méně vyvinut, než čich psa.

Chemické složení bezdýmých prachů je jiné, než chemické složení jejich povýstřelových splodin, spočívající z nespálených a spálených prachových zrn. Nedílnou součástí povýstřelových splodin jsou i ostatní chemické prvky a jejich sloučeniny a pachová stopa obsahuje molekuly prvků antimon, nikl, olovo, bariem, či měď z povrchu střely a může obsahovat i stopy železa z vývrtu hlavně (Caras, 1995). V infračerveném záření lze zjistit stopy uhlíku, vznikající při hoření bezdýmého prachu (Musil et al., 2004). Jedná se tedy o chemické látky a sloučeniny s rozdílnými odpařovacími tlaky a typickou signaturou.

U surových bezdýmých prachů lze však hovořit o stavu, kdy je pachová stopa jednotlivých složek konkrétního bezdýmého prachu stálá a relativně neměnná. Dominantní složkou bezdýmých prachů je nitrocelulóza, která je v určitém procentuálním poměru přítomná ve všech sledovaných druzích prachů (Krauz, 1950). Bylo by jistě zajímavé zjistit, jak velká část prachových zrn zůstane po výstřelu ze zbraně (a následným hořením) nespálena, ovšem dle osobního sdělení odborníka z Ústavu energetických materiálů University Pardubice – Ing. Roberta Matyáše, Ph. D., je takové srovnání z technického hlediska prakticky neproveditelné. Není tedy zdaleka jasné, zda může být právě nitrocelulóza rozhodující složkou v pachové stopě, která slouží psu k detekci a identifikaci nejen povýstřelových splodin, ale i celistvého bezdýmého prachu.

Dle řady autorů (Issel-Tarver and Rine, 1996; Phelan and Webb, 2003; Lorenzo et al., 2003; Harper et al., 2005; Breer, 2006; Macias et al., 2010) lze pach charakterizovat jako směs těkavých organických látek, které stimulují čichové neurony. Dnes je již jasné, že psy lze vycvičit na detekci prakticky libovolné škály pachů, ale momentální stav lidského poznání bohužel stále neumožňuje s jistotou určit, která část pachové signatury je v případě střelivin a jejich povýstřelových splodin pro psy určující.

Během experimentální části práce bylo překvapivé zejména zjištění, že detekce jednosložkového nitrocelulózového prachu nečinilo zúčastněným psům žádné problémy a psi byli prakticky po jediném nácviku schopni tento druh prachu spolehlivě identifikovat ve škále založených vzorků. U ostatních druhů prachů, kde je obsah nitrocelulózy mnohem nižší (pro srovnání – nitrocelulózový prach obsahuje až 98% nitrocelulózy, u ostatních – dvousložkových – prachů je obsah nitrocelulózy v rozmezí 50 až 80%), byly již výsledky zkoumání značně rozdílné. Tento fakt by narával domněnce, že nitrocelulóza je jednou z hlavních složek pachové signatury, sloužící pozorovaným psům k detekci bezdýmých prachů. To může být způsobeno mimo jiné i tím, že se psi, vycvičení na vyhledávání zbraní, s pachem nitrocelulózy setkávají ve formě součásti pachové stopy povýstřelových splodin.

## 8 ZÁVĚR

Psi, vycvičení pro vyhledávání nejrůznějších druhů látek, jsou pro člověka i v dnešní technické době stále nenahraditelným pomocníkem. Právě pro své čichové schopnosti je využití psů zejména pro ozbrojené složky nesmírně výhodné a využití potenciálu čichu psa je stále perspektivní. Pes představuje z hlediska detekce nejuniverzálnější prostředek, kterého lze využít. I proto se čichové schopnosti psa stále těší zájmu výzkumných vědeckých týmů na celém světě.

V širším měřítku si i tato práce kladla za cíl přiblížit se o malý krůček k poznání fenomenálních schopností psa a jeho čichu. Hlavním cílem práce ale bylo prostřednictvím experimentu zjistit, zda jsou psi, vycvičení k vyhledávání zbraní, schopni generalizovat jednotlivé druhy bezdýmých prachů. Prvotní myšlenkou pro uskutečnění takového výzkumu bylo, že psi již budou pach nitrocelulózy, jakožto hlavní složky bezdýmých prachů, znát a tedy i detekovat.

Statistické výstupy vypovídají, že psi s výcvikem na vyhledávání zbraní jsou s velkou pravděpodobností schopni různé druhy bezdýmých prachů spolehlivě detekovat a tedy jsou schopni generalizace těchto pachů. Nutno ovšem dodat, že celý experiment sloužil jen jako potvrzení, nebo vyvrácení domněnek autora a tento závěr není možno považovat vzhledem k výsledkům za zcela stoprocentní. Psům, cvičeným k detekci zbraní, se při výcviku zcela záměrně vtiskává pach povýstřelových splodin a zcela jistě by nebyl nejmenší problém tyto psy naučit naprosto spolehlivě vyhledávat i střeliviny v surovém stavu. To však nebylo účelem této práce.

Ozbrojené složky, tedy i Armáda České republiky, k vyhledávání bezdýmých prachů používá psy s výcvikem ve vyhledávání výbušnin a takto cvičení psi mají identifikaci pachů bezdýmých prachů spolehlivě naučenou. Je ale nutno přiznat, že stěžejní látkou pro výcvik psů je v tomto případě používán pach hlavně nitrocelulóзовého prachu, a pak pach prachů černých.

Z výsledků experimentu je však zřejmé, že zdaleka ne každý pes, spolehlivě identifikující pach nitrocelulóзовého prachu, bude bez zaváhání označovat i pachy ostatních bezdýmých prachů. Toto zjištění je vhodné využít při výcviku psů ve vyhledávání výbušnin, neboť zde se již dlouhou dobu traduje, že vtisknutí pachů nitrocelulóзовého prachu spolehlivě zaručí schopnost psa detekovat i pachy ostatních bezdýmých prachů.



Tím, že psy naučíme vyhledávat a označovat celou širokou škálu bezdýmých prachů, získáme obrovskou metodickou převahu v boji proti zejména nelegálně připravovaným výbušninám a nástražným systémům.

Práce tedy naznačila jeden z možných směrů, kterým se lze vydat při dalším výcviku psů ve vyhledávání nejen zbraní, ale i výbušnin. Z tohoto pohledu byl cíl zkoumání beze zbytku splněn.

## 9 BIBLIOGRAFIE

1. **Breer H., Fleischer J., Strotmann J., (2006).***The sense of smell: multiple olfactory subsystems.* Cellular and Molecular Life Sciences 63.
2. **Buchanan, B.J. (2005).***Gunpowder: Alchemy, bombards and pyrotechnics – The history of explosives that changed the world.* Technology and culture. Vol. 46. pp. 43 – 46. ISSN 0040 – 165X.
3. **Buck L.B., Axel R. (1991).***A novel multigene family may encode odorant receptors: a molecular basis for odor recognition.* Cell 65:175–187.
4. **Buck, L.B. (1996).***Information coding in the vertebrate olfactory system.* Annual Review of Neuroscience, 19, 517–544.
5. **Buck, L.B. (2000).***The molecular architecture of odor and pheromone sensing in mammals.* Cell. 100:611–618.
6. **Buck, L.B.(2004).***Olfactory receptors and odor coding in mammals.* Nutrition Reviews. 62:184–188.
7. **Caras, I. (1995).***Střelivo do ručních palných zbraní.* 1. vyd. Praha : ART-ARM. 242 s. ISBN 80-900833-8-2.
8. **Estes R. D., (1972).***The Role of The Vomeronasal Organ in Mammalian Reproduction.* Mammalia. Vol. 36. pp. 315–341.
9. **Ficher-Tenhagen C., Wetterholm L., Tenhagen B. A., Heuwieser W., (2011).***Training dogs on a scent platform for oestrus detection in cows.* Applied Animal Behaviour Science. Vol. 131. pp. 63-70.
10. **Firestein S., (2001).***How the olfactory system makes sense of scents.* Nature. vol. 413. 211-218.

11. Firestein, S., Breer, H., and Greer, C.A. (1996). *Olfaction: what's new in the nose?* Journal of Neurobiology. 30, 1–2.
12. Firestein, S., (2004). *Code in the nose*. Sci. STKE. 2004, e15.
13. Fleischer J., Breer H., Strotmann J., (2009). *Mammalian Olfactory Receptors*. front in Cell Neurosci. University of Hohenheim, Stuttgart, Germany.
14. Frasnelli J., Hummel T., (2003). *Age-related decline of intranasal trigeminal sensitivity: is it a peripheral event?* Brain Research. Vol. 987, pp. 201-206.
15. Fuchs T., Glusman G., Horn-Saban S., Lancet D., Pilpel Y., (2000). *The human olfactory subgenome: from sequence to structure and evolution*. Hum. Genet. 108 1– 13.
16. Furton K. G., Myers L. J., (2001). *The scientific foundation and efficacy of the use of canines as chemical detectors for explosives*. Talanta. vol. 54. pp. 487-500.
17. Giannetti N., Saucier D., Astic L., (1995). *Analysis of the possible alerting function of the septal organ in rats: a lesional and Behavioral study*. Physiology & behavior. vol. 58. pp. 837-845.
18. Halpern M., Martínez-Marcos A., (2003). *Structure and function of the vomeronasal system: an update*. Progress in Neurobiology. Vol. 70. pp. 245-318.
19. Harper R. J., Almirall J. R., Furton K. G., (2005). *Identification of Dominant Odor Chemicals Emanating From Explosives for Use in Developing Optimal Training Aid Combinations and Mimics for Canine Detection*. Talanta. vol. 67. pp. 313-27.
20. Harper R. J., Almirall J. R., Furton K. G., (2005). *Identification of Dominant Odor Chemicals Emanating From Explosives for Use in Developing Optimal Training Aid Combinations and Mimics for Canine Detection*. Talanta. vol. 67. pp. 313-27.
21. Haw S. G., (2013). *The Mongol Empire – The First Gunpowder Empire?* Cambridge University Press, New York. Vol. 23. pp. 441 - 469.

22. **Hettinger, T. P., Myers, W. E., Frank, M. E., (1990).***Role of olfaction in perception of non-traditional 'taste' stimuli.* Chemical Senses. vol. 15. pp. 755-760.
23. **Horning, A., (2009).***Gunpowder, Explosives and The State: a Technological History.* Vol. 43. pp. 436 – 448.
24. **Issel-Tarver L., Rine J. (1996).***Organization and expression of canine olfactory receptor genes.* Proc. Natl. Acad. Sci. 93. pp. 10897-10902.
25. **Jiang, J. Y., Jia, X. B., Lu, G. E., Jiang, L. E., Chang, W. P., Jia, H. N. (2012).** *Study of the mechanical property of gunpowder composite.* Applied mechanics and materials. Vol. 184 - 185. pp. 680 - 693.
26. **Kalinová B., Carlsson M. A., (2005).***Tajemství čichu poodhaleno.* Vesmír. Vol. 135. pp. 148 – 155.
27. **Kaye, S.M. (1978).** *Encyclopedia of explosives and related items.* Vol. 8. New Jersey: Picatiny Arsenal. Vol. 10. pp. 100 – 101.
28. **Keverne, E. B., (1999).***The Vomeronasal Organ.* Science 286. 716-720.
29. **Krauz, C.(1950).***Technologie výbušnin.* Praha:Vědecko- technické nakladatelství. pp.946
30. **Křížek, L. (1999).***Encyklopedie zbraní a zbroje.* 2. vyd. Praha: Libri. pp.328. ISBN 80-85983-70-2.
31. **Laing, D.G., Francis, G.W. (1989).***The capacity of humans to identify odors in mixtures.* Physiology and Behavior, 46, 809–814.
32. **Lehký, L. (2005).** *Technologie hnacích hmot.* Univerzita Pardubice, Katedra teorie a technologie výbušnin.
33. **Lorenzo N., WanT., Harper R., Hsu Y., Chow M., Rose S., K. G. (2003).***Furton, Laboratory and field experiments used to identify Canis lupus var. familiaris active odor signature chemicals from drugs, explosives, and humus.* Analytical and Bioanalytical Chemistry. Vol. 376. pp. 1212–1224.

34. **Lorenzo N., WanT., Harper R., Hsu Y., Chow M., Rose S., K. G. (2003).***Furton, Laboratory and field experiments used to identify Canis lupus var. familiaris aktive odor signature chemicals from drugs, explosives, and humus.* Analytical and Bioanalytical Chemistry. Vol. 376. pp. 1212–1224.
35. **Lowry, R.**Appendix to Chapter 5: Exact to Binomial Probability Calculator [online]. 2013.[cit.2014-04-04].Dostupné z <http://www.vassarstats.net/textbook/ch5apx.html>.
36. **Macias M. S., Guerra-Diaz P., Almirall J. R., Furton K. G., (2010).***Detection of piperonal emitted from polymer controlled odor mimic permeation systems utilizing Canis familiaris and solid phase microextraction– ion mobility spektrometry.* Forensic Science International. Vol. 195. pp. 132-138.
37. **Mac Crehan, W., Bedner, M. (2006).***Investigating guns, bombs, and rockets: A new NIST reference materials for smokless powders.* American Laboratory, USA. Vol. 38. pp. 38 – 42. ISSN 0044-7749.
38. **Malnic B., Godfrey P.A., Buck L.B. (2004).***The human olfactory receptor gene family.* Proc Natl Acad Sci USA. 101:2584–2589.
39. **Mamasuew K., Michalakis S., Breer H., Biel M., Fleischer J., (2010).***The cyclic nucleotide-gated ion channel CNGA3 contributes to coolness-induced responses of Grueneberg ganglion neurons.* Cellular and Molecular Life Sciences. Vol. 67. 1859.
40. **Marshall M. A., Maruniak J. A., (1986).***Masera's organ responds to odorants.* Brain Research. vol. 366. pp. 329-332.
41. **Mombaerts T.(1999).***The human repertoire of odorant receptor genes and pseudogenes.* Annual Review of Genomics Human Genetics 2, pp. 493– 510.
42. **Musil, J., Konrad, Z., Suchanek, J. (2004).***Kriminalistika. 2. vyd., Praha : C.H. Beck.* pp.583. ISBN 80-7179-878-9.
43. **Novozhilov, B.V. (2005).***Combustion of energetic materials.* Combustion explosion and shock waves. Vol. 41. pp. 709 – 726.

44. **Olender, T., Fuchs, T., Linhart, C., Shamir, R., Adams, M., Kalush, F., Khen, M. and Lancet, D. (2004).***The canine olfactory subgenome.* Genome Research 13: 781-793.
45. **Olender T., Fuchs T., Linhart C., Shamir R., Adams M., Kalush F., Keh M., Lancet D. (2004).***The canine olfactory subgenome.* Genomics. 83:361–372.
46. **de la Ossa, M.A.F., Torre, M., Garcia-Ruiz, C. (2012).** *Determination of nitrocellulose by capillary electrophoresis with laser-induced fluorescence detection.* Analytica Chimica acta. Vol. 745. pp. 145–159.
47. **Oxley, J. C., Smith, J. L., Luo, W., Brady J., (2009).***Determining the Vapor Pressures of Diacetone Diperoxide (DADP) and Hexamethylene Triperoxide Diamine (HMTD).* Propellants, Explosives, Pyrotechnics. Vol. 34. pp. 539–543.
48. **dePerre, C., Corbin, I., Brias, M., McCord, B.R. (2012).***Separation and identification of smokeless gunpowder additives by capillary electrochromatography.* Journal of chromatography. pp. 259 – 265.
49. **Phelan J. M., Webb S. W. (2003).***Chemical sensing for buried landmines: fundamental processes influencing trace chemical detection. in Mine Detection Dogs: Training, Operations and Odour Detection.* Geneva International Centre for Humanitarian Demining, Geneva.
50. **Pinc, L., (2008).***The use of Specially Trained Canines to Discriminate Individual Odors of Identical Twins.* MSc Thesis. Prague.
51. **Quignon P., (2003).***Comparison of the canine and human olfactory receptor gene repertoires.* Genome Biology. Vol. 4. Article R80. pp. 9.
52. **Rosner, B. (2006).***Fundamentals of Biostatistics.* Belmont, 7. ed. CA: Thomson – Books/Cole. pp. 868. ISBN: 10-0-538-73349-7.
53. **Schoon, G. A. A., (1997).** Scent identifications by dogs (*Canis familiaris*) : A new experimental design. Behaviour 134. 531-550.

54. **Schoon, G.A.A. and Debruin, J.C. (1994).***The ability of dogs to recognize and cross-match human odors.* Forensic Science International, 69, 111–118.
55. **Scherperel, G., Reid, G.E., Smith, R.W. (2009).***Characterization of smokeless powders.* Analytical and Bioanalytical Chemistry. Vol. 394. pp. 2019 – 2028.
56. **Sekizawa S., Tsubone H. (1994).***Nasal receptors responding to noxious chemical irritants.* Department of Comparative Pathophysiology, Division of Veterinary Medicine, The University of Tokyo, 1-1-1 Yayoi, Bunkyo-ku, Tokyo 113, Japan.
57. **Settles G. S., Keste D. A., Dodson-Dreibelbis L. J., (2002).***The External Aerodynamics of Canine Olfaction.* A chapter in Sensors and Sensing in Biology and Engineering, ed. Barth F. G., Humphrey J.A.C., Secomb T.W., Springer, Vienna & NY.
58. **Silver W. L., Clapp T. R., Stone L. M., Kinnamon S. C., (2006).***Receptors and Nasal Trigeminal Chemesthesis.* Chemical Senses 31. pp. 807–812.
59. **Syrotuck, W.G. (1972).***Scent and the Scenting Dog.* New York: Arner Publications. p.110. ISBN: 0970049420.
60. **Waller, A., M., (1958).***Dogs and National Defense.* Department of the Army Office of the Quartermaster General.
61. **Wells, D. L., Hepper, P. G., (2003).***Directional tracking in the domestic dog, Canis familiaris.* Applied Animal Behaviour Science. vol. 84. 297-305.
62. **Williams, M. and Johnston, J.M. (2002).***Training and maintaining the performance of dogs (Canis familiaris) on an increasing number of odor discriminations in a controlled setting.* Applied Animal Behaviour Science, 78(1), 55–65.
63. **Williams, M. et al. (1997).***Determination of the canine odor detection signature for selected nitroglycerin based smokeless powder.* Proceedings of 13th Annual Security Technology Symposium and Exhibition, Virginia Beach, VA. pp. 55-62.

64. **Williams, M., Johnston, J. M., Cicoria, M., Paletz, E., Waggoner, P. Edge, C., & Hallowell, S. (1999).***Canine detection odor signatures for explosives. Presented at the Association for Behavior Analysis. Enforcement and Security Technologies. Vol. 3575.* p. 291 – 301.
65. **Wilson, E. O., Bossert, W. H.(1963).***Chemical Communication Among Animals. Recent Progress in Hormone Research.*19. 673-716.
66. **Žuk, A. B. (2004).***Pušky a samopaly. 2. vyd. Praha: Naše vojsko. pp. 238., ISBN 80-206-0712-9.*



## 10 SEZNAM OBRÁZKŮ

OBRÁZEK 1: TVARY ZRN BEZDÝMÝCH PRACHŮ (CARAS, 1995).....	14
OBRÁZEK 2: NITROCELULÓZOVÝ PRACH (FOTO: DAM, 2014).....	16
OBRÁZEK 3: NITROGLYCERINOVÝ PRACH (FOTO: DAM, 2014).....	16
OBRÁZEK 4: DIGLYKOLOVÝ PRACH (FOTO: DAM, 2014).....	17
OBRÁZEK 5: VELIKOST OLFAKTORICKÉ SLIZNICE (SYROTUCK, 1972) .....	20
OBRÁZEK 6: NASÁVÁNÍ A VYFUKOVÁNÍ VZDUCHU NOZDRAMÍ PSA (SETTLES ET AL., 2002).....	23
TABULKA 1: PSI POUŽITÍ K TESTOVÁNÍ (DAM, 2014).....	26
TABULKA 2: REAKCE JEDNOTLIVÝCH PSŮ NA ZALOŽENÉ VZORKY. "N" = CELKOVÝ POČET OPAKOVÁNÍ NA VZORKU; "+" = PES VZOREK OZNAČIL; "-" = PES VZOREK PŘEŠEL BEZ REAKCE (DAM, 2014).....	36
DIAGRAM 1: PŘÍKLAD SESTAVENÍ CIHEL SE VZORKY A SMĚR POSTUPU PSA (DAM, 2014) .....	35