

Detekce výbušnin pomocí senzorů založených na čichovém vjemu.

Zdeněk Prokeš

Bakalářská práce
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Zdeněk Prokeš**
Osobní číslo: **A11049**
Studijní program: **B3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Detekce výbušnin pomocí senzorů založených na čichovém vjemu**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s problematikou pyrotechnického průzkumu a dosavadním stavem techniky v této aplikaci.
2. Zaměřte se na přirozené čichové senzory zvířat. V případě psů přibližte roli služebního psa, jeho předpoklady i nároky na něj a výcvikové metody.
3. Proveďte rešerši v oblasti alternativních možností detekce, zejména umělých čichových senzorů (tzv. elektronický nos).
4. Srovnejte přirozené i umělé čichové senzory z pohledu jejich spolehlivosti, příp. senzitivity a specifity.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. STRAUS, Jiří a František VAVERA. Historie kriminalistické metody – odorologie. In: Kriminalistický sborník, 2007, ročník 51, s. 59–62.
2. TUREČEK, Jaroslav. Technické prostředky bezpečnostních služeb. Praha: Policejní akademie České republiky, 1998. ISBN 80-859-8181-5
3. CAYGILL, J. Sarah et al. Current trends in explosive detection techniques. Talanta, vol. 88, p. 14-29, ISSN 0039-9140
4. EIS, Vilém. Pachové práce služebních psů. 2.vyd. Praha: Magnet Press s.p., 1991. ISBN 80-85434-33-4
5. GARDNER, J. W. and Jehuda YINON. Electronic Noses and Sensors for the Detection of Explosives. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. ISBN 14-020-2317-0.

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Marie Tobolová

Ústav elektroniky a měření

Datum zadání bakalářské práce:

7. března 2014

Termín odevzdání bakalářské práce:

10. června 2014

Ve Zlíně dne 7. března 2014



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.
děkan



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.
ředitel ústavu

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- Že odevzdaná verze diplomové/bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....
podpis diplomanta

ABSTRAKT

Tato práce je zaměřena na rešerši biologického a elektronického nosu určeného k detekci výbušnin. V úvodní části popisuje obecně pyrotechnický průzkum a jsou zde popsány jednotlivé pyrotechnické vzdělání. Dále jsou zde popisovány možnosti výcviku a využití služebních psů zařazených do speciálních skupin pro vyhledávání výbušnin. Také je v práci uveden princip elektronického nosu včetně konkrétních přístrojů využívající tuto technologii a srovnání elektronického a biologického nosu v aplikaci na vyhledávání výbušnin.

Klíčová slova: kynologie, výcvik psa, elektronický nos, detekce výbušnin

ABSTRACT

This thesis is focused on the search for biological and electronic nose designed to detect explosives. The introductory section describes the general pyrotechnic survey and describes the various pyrotechnic education. There are also described the possibilities of training and the use police dogs assigned to special groups to search explosives. Also, the work mentions the principle of electronic nose devices including concrete using this technology and comparison of biological and electronic nose in the search for explosives.

Keywords: kynologie, dog training, electronic nose, detection of explosives

Děkuji vedoucí bakalářské práce Ing. Marii Tobolové za cenné rady, připomínky, ochotu při jejím vypracování. Dále bych chtěl poděkovat všem, díky jejich pochopení, zájmu a spolupráci, bylo možné shromáždit potřebné informace pro vypracování této práce.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 PYROTECHNICKÝ PRŮZKUM	11
1.1 VOJENSKÉ PYROTECHNICKÉ VZDĚLÁNÍ	11
1.1.1 Pyrotechnické kurzy pro vojenskou činnost, rozdělení do skupin	12
1.2 POLICEJNÍ PYROTECHNICKÉ VZDĚLÁNÍ.....	13
1.3 CIVILNÍ PYROTECHNICKÉ VZDĚLÁNÍ.....	15
1.3.1 Jednotlivé specializace pro práci s výbušninami	15
1.4 VYMEZENÍ POJMŮ [35]	16
1.5 ZNAČKOVÁNÍ PLASTICKÝCH TRHAVIN.....	18
1.6 PYROTECHNICKÝ PRŮZKUM JAKO KONCESOVANÁ ŽIVNOST	19
2 DETEKCE VÝBUŠNIN POMOCÍ SLUŽEBNÍCH PSŮ	20
2.1 FYZIOLOGIE DETEKCE POMOCÍ PSŮ.....	20
2.1.1 Čich	21
2.1.2 Sluch.....	21
2.1.3 Zrak	22
2.2 VYUŽÍVANÉ RASY	22
2.3 VÝCVIKOVÉ METODY	23
2.3.1 Metoda mechanická	23
2.3.2 Metoda chuťově dráždivá.....	24
2.3.3 Metoda kontrastní.....	24
2.3.4 Metoda napodobovací	24
2.4 POŽADAVKY PRO VÝBĚR PSOVODA SPECIALISTY A SLUŽEBNÍHO PSA	24
2.4.1 Psovod	25
2.4.2 Služební pes	25
3 ELEKTRONICKÝ NOS	26
3.1 PRINCIP	26
3.1.1 Plynová chromatografie	29
3.1.2 Spektrometrie iontové mobility.....	29
3.1.3 Infračervená spektroskopie	30
3.2 DETEKCE VÝBUŠNIN POMOCÍ PŘÍSTROJE ZNOSE	31
3.2.1 Princip	31
3.3 DETEKCE POMOCÍ VAPORTRACER2.....	33
3.4 DETEKCE POMOCÍ PŘÍSTROJE EXPLONIX.....	34
3.5 SROVNÁNÍ BIOLOGICKÉHO A ELEKTRONICKÉHO NOSU	34
4 ALTERNATIVNÍ MOŽNOSTI DETEKCE	36
4.1 MOŽNOSTI SPEKTROMETRIE PRO DETEKCI VÝBUŠNIN.....	36
4.1.1 Hmotnostní spektrometrie	36
4.1.1.1 Chemická ionizace za atmosférického tlaku.....	37
4.1.1.2 Ionizace laserem v přítomnosti matrice	38
4.1.1.3 Desorpční ionizace elektrosprejem.....	38
4.1.1.4 Přímá analýza v reálném čase	39

4.1.2	Terahertzová spektroskopie	40
4.2	DETEKCE VÝBUŠNIN POMOCÍ RENTGENOVÉHO ZÁŘENÍ.....	42
II PRAKTICKÁ ČÁST		43
5	ODDĚLENÍ SPECIÁLNÍ KYNOLOGIE PČR V PŘEROVĚ	44
5.1	ZÁKLADY VÝCVIKU PRO VYHLEDÁVÁNÍ VÝBUŠNIN U POLICE ČR.....	44
5.1.1	Asociace pozitivního vjemu s výbušninou, označení	45
5.1.2	Negativní pachy	47
5.1.3	Generalizace, výdrž, prázdné hledání	48
5.2	ZHODNOCENÍ NÁKLADŮ NA SLUŽEBNÍHO PSA.....	49
5.3	DETEKCE VÝBUŠNIN POMOCÍ PSA	49
5.3.1	Vyhledávání výbušnin z cvičných přípravků	53
5.3.2	Hledání výbušnin v bednách	55
ZÁVĚR		57
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....		58
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....		62
SEZNAM OBRÁZKŮ		63
SEZNAM TABULEK.....		64

ÚVOD

Ve své práci se pokusím porovnat problematiku služební kynologie v České republice v návaznosti na schopnosti umělých čichových senzorů zaměřující se na detekci výbušnin. První část práce je zaměřená obecně na pyrotechnický průzkum.

Výbušné látky a směsi používali lidé již několik tisíciletí. Zneužívání těchto látek pro trestnou činnost bylo popsáno také i v historické literatuře. V dnešní době se nejrůznější technické obory lidské činnosti neobejdou bez využití výbušniny. Ty se používají například při důlních pracích, při práci v lomech, při úpravách terénního reliéfu. Možnost využití si výbušniny našly také při tváření kovů a demolicích. Své nepostradatelné místo mají výbušniny v bezpečnostní a policejní činnosti, zejména v činnosti vojenské. Intenzivní využívání výbušnin může vést i k možnému zneužití, k chybám při jejich používání při amatérské výrobě nebo k cílenému zneužívání výbušnin. Kriministická technika a s ní spojená detekce výbušnin je obor poměrně mladý a v plné míře se začala rozvíjet po 2. světové válce. Impulzem k rozvoji tohoto oboru bylo obrovské množství nevybuchlé munice, jejíž nalezení a likvidace byla úkolem policejních složek. Dalším podnětem k růstu důležitosti pyrotechnické práce na celém světě byla vlna terorismu na konci 70. let.

Ve velké míře se začalo využívat speciálně vycvičených psů k vypátrávání a nalezení výbušnin, ze kterých může být sestaven nástražný výbušný systém. Maximální využití schopností psů ve služební, ale i záchranné praxi vyžaduje velice dobrou znalost problematiky a zároveň způsobilé, proškolené pracovníky. Dále dobré podmínky pro výcvik psů a dostatek psů s vhodnými povahovými vlastnostmi pro tuto práci.

Cílem bakalářské práce je provést rešerši v oblasti biologických a umělých čichových senzorů.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PYROTECHNICKÝ PRŮZKUM

Pyrotechnický průzkum představuje prověřování lokality nebo prostoru s cílem vyhledávání munice a výbušnin v předpokládaném prostoru jejich možného výskytu. [27]

Jedná se o soubor úkonů, které provádí pyrotechnik. Jeho práce zahrnuje vyhledávání, odstraňování a ničení výbušnin a munice všeho druhu. Dále se pyrotechnici podílí na přepravě nebezpečné a třídění neznámé nebo poškozené munice a organizují zneškodňování nevybuchlé nebo nastražené munice. Pyrotechnik musí mít oprávnění k pyrotechnickým pracím, které získá po splnění teoretického a praktického výcviku pro svůj obor.

Průzkum je zpravidla prováděn před realizací stavebních prací na pozemcích určených k zástavbě. Základní metodou je měření pomocí detektoru kovů, které nezávisle doplňuje magnetometrické měření. [23]

Obor pyrotechniky lze rozdělit do tří skupin:

- Vojenská pyrotechnika
- Civilní pyrotechnika
- Policejní pyrotechnika

1.1 Vojenské pyrotechnické vzdělání

Vojenské pyrotechnické vzdělávání má v historii samostatného Československa velmi bohatou minulost, která plynule navázala na zkušenosti a poznatky vyzískané za služby v Rakousko-uherském vojsku. Jako první byla zřízená Československá dělostřelecká mistrovská škola v Plzni roku 1919, v níž probíhal výcvik a výuka vojenské munice a to nejen rakousko-uherské, ale i kořistní munice. V té době byl největší sklad vojenské munice zřízen právě v Olomouci. Největší uplatnění pro vojenské pyrotechniky bylo zařazení do mučnických továren a jejich vojenských ústavů v zbrojně technických úřadech a samozřejmě v rámci výkonu v armádě. [27]

Po rozpadu federace v roce 1993 došlo k přesunu výuky kurzů na Vojenskou výcvikovou základnu v Opavě. V letech nadcházejících byla provedena reorganizace armády a jejího výcviku. Teoretická část výcviku se provádí na základně Armády České republiky Ředitelství výcviku a doktrín ve Vyškově. Praktická část výuky je prováděna v rámci vojenského újezdu Libavá. [28]

1.1.1 Pyrotechnické kurzy pro vojenskou činnost, rozdělení do skupin.

Pyrotechnický kurz skupiny A - Provádí se zejména pro příslušníky Armády ČR, vojáky z povolání a občanské zaměstnance přijaté na základě výběrových pohovorů a na základě smlouvy přijaté akvizičním pracovištěm i pro příslušníky ostatních veřejných ozbrojených sborů České republiky. Posluchači musí ovládat skupinu všech odborných úkonů potřebných pro manipulaci a ničení nábojů do ráže 20 mm a do ručních protitankových zbraní, ručních granátů a imitačních prostředků, při pyrotechnických pracích pouze při výcviku. [29]

Pyrotechnický kurz skupiny B - Provádí se pro příslušníky Armády ČR tj. vojáky z povolání a občanské zaměstnance přijaté na základě výběrových řízení. Frekventanti musí zvládnout souhrn odborných úkonů vyžadované organizací. Úkoly zahrnují vedení a provádění, vyhledávání, odstraňování a ničení munice a výbušnin, přepravu nebezpečné munice pro manipulaci. Dále třídění neznámé a mechanicky poškozené munice při nebo po cvičeních na všech velitelských úrovních, při pyrotechnické asanaci u jednotek Armády České republiky působících v zahraničí. [29]

Pyrotechnický kurz skupiny C - Posluchači musí zvládnout soubor odborných úkonů potřebných pro organizování, řízení a provádění pyrotechnických prací při zneškodňování nevybuchlé a nastražené munice včetně komplexního zabezpečení. V rámci pyrotechnického kurzu skupiny „C“ jsou připravováni vybraní příslušníci resortu Ministerstva obrany, (vojáci z povolání nebo občanské zaměstnanci), z úseků vojenské policie, speciálních pracovišť logistiky, jednotek Armády České republiky působících v zahraničí a na základě smluv také příslušníci ostatních veřejných ozbrojených sborů České republiky, kteří již získali pyrotechnické oprávnění skupiny "B" a úspěšně absolvovali výběrové řízení. [29]

Školení odborné způsobilosti - Školení odborné způsobilosti pro práci s municí a výbušninami je určeno pro příslušníky Armády ČR (vojáky z povolání a občanské zaměstnance), jejichž náplní práce je manipulace s výbušnými předměty, výbušninami nebo pyrotechnickými prostředky, zejména při skladování, ošetřování a přepravě. Je zde kladen důraz na jednotlivé druhy výbušnin, jejich vlastnosti a citlivost, konstrukci a provoz používané munice, zásady bezpečné manipulace i používání. [29]

Školení pro pyrotechnický průzkum - Toto školení je určeno zejména pro příslušníky Armády ČR, vojáky z povolání a občanské zaměstnance, kteří budou aktivně provádět zejména asanační práce ve vojenských prostorách. Při výuce se hlavní pozornost věnuje

provádění pyrotechnického průzkumu, konstrukci munice používané na území České republiky, ale i konstrukci munice armád působících na našem území v minulosti, konstrukci prostředků pro provádění pyrotechnického průzkumu a přísné dodržování bezpečnostních opatření. [29]

1.2 Policejní pyrotechnické vzdělání

Vzdělávací programy se vytvářejí na základě profilu absolventa. Přesně definují, jakými kompetencemi (znalostmi, dovednostmi, postoji, návyky) má policista být vybaven. Programy jsou prvotně vytvářeny policií ve spolupráci s ministerstvem a školami, které doplňují profil o společenskou zakázku vyplývající z resortních, vládních, koncepčních, legislativních materiálů a mezinárodních závazků. Tím je zajištěna flexibilita a aktuálnost vzdělávacích programů k potřebám výkonu. Zásadní důraz je kladen na integraci vzdělávání, blokovou výuku a též na změnu pojetí diagnostiky. Aplikují se nové vzdělávací formy a metody, zejména praktická cvičení a modelové situace. Součástí každého vzdělávacího programu je také jeho hodnocení. [30]

Základní pyrotechnický kurz Policie ČR - Je určen pro ty policisty, kteří jsou zařazeni na takovém systematizovaném místě, které má v náplni práce výkon některé z pyrotechnických činností. Frekventant je absolventem pyrotechnického kurzu skupiny „B“ prováděného Armádou České republiky a má odpovídající psychickou a zdravotní způsobilost. Zároveň je držitelem platného oprávnění ke styku s utajovanými skutečnostmi stupně vyhrazené. Základní pyrotechnický kurz Policie ČR je rozvržen do 14 týdnů výuky, přičemž teoretická výuka probíhá na specializovaných učebnách školy MV v Pardubicích. Praktická výuka probíhá zejména na stálé trhací jámě Policie ČR Ralsko a na střelnici firmy Explosia a.s. Pardubice. Na jednotlivá další místa k zabezpečení výuky bývají také přizváni externí učitelé, kteří jsou experti ve svém oboru. [31]

Během studia jsou studenti průběžně přezkušováni z jednotlivých částí výuky, mezi které patří například znalosti o municí, chemických zbraních, ničení nalezené munice, základů trhacích prací, znalostech o improvizovaných výbušných systémech atd. Tento pyrotechnický kurz je ukončen zkouškou před komisí. Studenti prokazují své teoretické i praktické znalosti, které nabyli v průběhu studia.

Prolongace oprávnění pyrotechnika Policie ČR - Prolongace čili prodloužení platnosti oprávnění pyrotechnika je učeno pro pyrotechniky s platným oprávněním, kterým končí

platnost daného oprávnění. Tohoto kurzu se může zúčastnit pyrotechnik, který úspěšně projde zdravotním a psychologickým vyšetřením. Tento kurz je dvoudenní. První den jsou pyrotechnici přezkoušeni formou testu skládající se z otázek problematiky konstrukce munice a praktického přezkoušení z různých typů munice a jejich konstrukce a využití. Druhý den musí pyrotechnik prokázat své znalosti o způsobu ničení munice na trhací jámě.

Specializační kurz pro psovody - Tento kurz je určen pro psovody na pozici specialista, jejichž úkolem je vyhledávání výbušnin. Stejně jako v předchozích případech musí doložit doklad od lékaře o zdravotní a psychické způsobilosti k práci psovoda specialisty.

Účastník kurzu přichází se znalostmi ve vedení a ovládnutí psa při vyhledávání výbušnin a učí se základy teorie výbušnin. Je seznámen s výrobky obsahující výbušniny, přičemž se naučí zásady pohybu na místě činu, který byl spáchán za pomoci výbušnin. Bude umět provádět domovní prohlídky, kde se předpokládá nález, anebo kde jsou nalezeny výbušniny. Dále je seznámen se základním uspořádáním a konstrukcemi nástražných výbušných systémů. [31]

Po dokončení kurzu umí psovod provádět preventivní prohlídky a spolupracovat při provádění bezpečnostních pyrotechnických prohlídek. Součástí kurzu je dvoudenní školení na trhací jámě, kde se psovodi seznamují s výbušninami a jsou jim předvedeny ukázky účinků vybraných výbušnin. Tento kurz je ukončen praktickou a písemnou zkouškou. Platnost kurzu je 5 let.

Specializační kurz manipulace a skladování výbušnin - Uchazeč musí opět prokázat svou zdravotní a psychickou způsobilost a být příslušníkem nebo civilním zaměstnancem Policie ČR. Tento kurz je zaměřen na základní znalosti o výbušninách a klade důraz na pravidla přepravy munice a výbušnin v silničním provozu, na právní normy stanovené pro uchovávání výbušnin zejména v resortu MV.

Prolongace oprávnění pro manipulaci a skladování - Opět se jedná o prodloužení platnosti oprávnění pro manipulaci a skladování výbušnin a munice. Tento kurz je určen pouze těm, kteří již vlastní kurz manipulace a skladování výbušnin a zároveň jsou na pozici, kde mají v náplni práce skladování pyrotechnických předmětů, nebo za tyto činnosti nesou odpovědnost.

1.3 Civilní pyrotechnické vzdělání

Pyrotechnické vzdělání v civilním sektoru se poprvé objevuje v roce 1952 kvůli potřebě odborně vyškolených pyrotechniků pracujících v civilním sektoru. Tehdejší Ministerstvo všeobecného strojírenství upořádalo první kurz o délce 20 týdnů. Tento kurz se konal ve Vsetíně a vojenské továrně Bohuslavice nad Vlárí. [31]

V současnosti je největším školicím střediskem Odborný institut speciální techniky v Poličce a jako jediné v České republice provádí odbornou přípravu všech odborností a specializací pro práce s výbušninami. Uchazeč o pyrotechnické vzdělání musí mít ukončenou základní školu, být trestně bezúhonný, zdravotně a odborně způsobilý.

1.3.1 Jednotlivé specializace pro práci s výbušninami

Základní pyrotechnický kurz - Cílem základního pyrotechnického kurzu je získání odborné způsobilosti pro práce s výbušninami. Jeho absolvování je základem k získání odborné způsobilosti "pyrotechnik". Kurz je dle § 34 - § 36 zák. ČNR č. 61/1988 Sb., ve znění pozdějších novel a dle § 3 Vyhlášky ČBÚ č. 327/1992 v rozsahu 120 hodin rozložených do čtyř týdnů. [32]

Odborná způsobilost pyrotechnik - Cílem kurzu je získání odborné způsobilosti pyrotechnik pro ničení a zneškodňování výbušnin v procesu jejich výroby nebo zpracování včetně výzkumu, vývoje a pokusné výroby. Kurz je dle § 34 - § 36 zák. ČNR č. 61/1988 Sb., a dle § 3 a § 4 Vyhlášky ČBÚ č. 327/1992 ve znění novel v rozsahu 170 hodin ve čtyřech týdenních soustředěních. [32]

Doškolovací pyrotechnický kurz - Cílem kurzu je umožnit držitelům platného pyrotechnického průkazu, kteří neprováděli po dobu delší než 2 roky ničení nebo zneškodňování výbušnin, splnění podmínky pro prodloužení platnosti pyrotechnického průkazu dle § 6 Vyhlášky ČBÚ č. 327/1992 Sb. [32]

Odborná způsobilost odpalovače ohňostrojů - Cílem kurzu je teoretická a praktická výuka uchazečů o oprávnění odpalovače ohňostrojů dle § 34 - § 36 zák. ČNR č. 61/1988 Sb. a dle § 40 písm. a) a § 42 Vyhlášky ČBÚ č. 72/1988 Sb., § 17 ve znění Vyhlášky ČBÚ č. 173/1992. Rozsah kurzu je 50 hodin v jednom týdenním soustředění. [32]

Prodloužení průkazu odpalovače ohňostrojů - Cílem kurzu je umožnit držitelům platného průkazu odpalovače ohňostrojů, kteří neprováděli po dobu delší než 5 let ohňostrojné prá-

ce, splnění podmínky pro prodloužení platnosti průkazu odpalovače ohňostrojů dle § 44 vyhlášky ČBÚ č. 72/1988 Sb., ve znění vyhlášky ČBÚ č. 173/1992 Sb. [32]

Střelmistrovský kurz s odborností povrchového dobývání - Cílem kurzu je teoretická a praktická výuka uchazečů o střelmistrovské oprávnění na stavební, vrtné a geofyzikální práce zaměřené na speleologii dle § 34 - § 36 zákona ČNR č. 61/1988 Sb., a ve znění novel a dle § 40 písm. a) a § 42 Vyhlášky ČBÚ č. 72/1988 Sb., ve znění Vyhlášky ČBÚ č. 173/1992 v rozsahu 100 hodin ve třech týdenních soustředěních. [32]

Kurz pro střelce a vedoucí střelby - Cílem kurzu je teoretická a praktická výuka pro získání oprávnění pracovníků provádějících střelby nebo vedoucí střelby. Kvalifikační požadavky na uvedené funkce jsou dány vyhláškou ČBÚ č. 327/1992 Sb. Rozsah výuky je dle vyhlášky a učební osnovy "B" stanoven na 80 hodin. [32]

Pyrotechnická prevence - Vzhledem k častějšímu používání výbušnin a nástražných systémů při trestných činech je cílem tohoto kurzu vybavit příslušníky městské policie a bezpečnostních agentur základními znalostmi v oboru výbušnin. Práce příslušníků se soustřeďuje na prohlídky objektů, kanceláří, automobilů, poštovních a listovních zásilek. V případě podezření na použití výbušnin určují postup při zajišťování nebezpečného prostoru nebo podezřelých předmětů. Součástí výuky jsou i praktické ukázky účinků výbušnin a jejich ničení na trhací jámě. Závěrem kurzu je prováděno přezkoušení zkušební komisí ze získaných znalostí a následně je pak vystaveno osvědčení o absolvování kurzu Pyrotechnické prevence. [32]

1.4 Vymezení pojmů [35]

Pyrotechnická činnost - je soubor opatření spojených s organizací pyrotechnických prací, jejich výkonem, dále s teoretickou a praktickou přípravou pyrotechniků spojených s výkonem těchto prací.

Pyrotechnické práce - soubor odborných úkonů, které vykonává pyrotechnik. Pyrotechnické práce zpravidla zahrnují vyhledávání, pyrotechnický průzkum, odstraňování a ničení výbušnin a munice všeho druhu. Zároveň zabezpečují přepravu nebezpečné munice pro manipulaci, třídění neznámé a mechanicky poškozené munice a zneškodňování nevybuchlé nebo nastražené munice.

Nebezpečná práce - taková pyrotechnická práce, při které může dojít ke zranění nebo úmrtí osob, které vykonávají tuto práci. Může nastat stav ohrožení bezpečnosti okolí, zdraví nebo života jiných osob a poškození jakéhokoli majetku.

Pyrotechnik - osoba, která na základě absolvované teoretické přípravy a praktického výcviku získala oprávnění k pyrotechnickým pracím.

Nástražné výbušné systémy - jsou prostředky, které obsahují výbušniny a roznětné mechanismy, které není možno předem identifikovat a u kterých není možno stanovit jejich konstrukci a účinek.

Rozněcovadlo (iniciátor) - prostředek k rozněcování výbušnin, které k činnosti přivádíme jednoduchým počátečním podnětem. Základní dělení je na civilní rozněcovadla a vojenskou trhací techniku. V civilní praxi se setkáme se zápalnicí, bleskovicí, milisekundovým bleskovicovým zpoždovačem, elektrickým palníkem, zážehovou a elektrickou rozbuškou. Rozněcovadla jsou prostředky, které slouží k zážehu, roznětu a následnému výbuchu výbušnin. K roznětu jednotlivých náloží nebo skupin náloží se v pyrotechnické praxi používají tyto způsoby: roznět ohněm, roznět ohněm s použitím bleskovice, elektrický roznět, sdružený (kombinovaný) roznět, tj. elektrický roznět spolu s roznětem ohněm s použitím bleskovice a roznět přenosem detonace.

Výbušniny - látky (sloučeniny nebo směsi) v tuhém nebo kapalném stavu, které mají vlastnosti trhavin, třaskavin, střelivin nebo výbušných pyrotechnických složí. Jsou to látky a předměty, které jsou uvedeny v mezinárodní smlouvě o přepravě nebezpečných věcí, kterou je Česká republika vázána a která je vyhlášena ve Sbírce mezinárodních smluv nebo ve Sbírce zákonů (zákon č. 64/1987 Sb.). Také zde patří látky, které mají vlastnosti trhavin, třaskavin, střelivin nebo pyrotechnických složí. Toto se také vztahuje na pyrotechnické výrobky a výrobky obsahující látky, pokud mohou výbuchem ohrozit bezpečnost osob a majetku. Klasifikace výbušnin se dělí podle použití na vojenské a průmyslové.

Výbuch - fyzikální nebo fyzikálně chemický děj vedoucí k náhlému uvolnění energie.

Detonace - chemický výbuch, při němž vzniká ve výbušnině detonační vlna pohybující se výbušninou rychlostí větší, než je rychlost zvuku ve zplodinách výbuchu, které se při něm vytvoří. Detonace je charakterizována prudkým skokem tlaku v místě výbušné přeměny (v reakčním pásmu) o 30 až 40 MPa a velmi rychlým drtivým účinkem na okolní prostředí.

Bleskovice - prostředek přenosu detonačního impulsu na různou vzdálenost. Dělí se podle druhu náplně.

Elektrický palník - upravená elektrická pilule pro zážeh zápalnice, rozbušky, černého prachu či pyrotechnické slože. Jsou mžikové a časované.

Elektrická pilule - základní prvek elektrických rozněcovadel zajišťující přeměnu elektrické energie v energii tepelnou. Jsou můstkové a spárové.

Flegmatizátor - látka, která snižuje citlivost výbušniny nebo její výbuchovou rychlost.

Počín - roznět, který vyvolává detonaci.

Plastifikátor - látka k dosažení plasticity výbušniny. Může být výbušná i nevýbušná.

Rozbuška - prostředek k přeměně prvotního iniciačního impulsu (tepelného, mechanického) na druhotný (detonační). Rozlišujeme nápichové (iniciované nápichem), zážehové, elektrické (odporové, jiskrové), tlakové a nárazové.

Roznětka - slouží k roznětu rozbušky, jen v zapalovačích či rozněcovačích. Jsou nápichové, třecí a tlakové (pneumatické).

Roznětnice - přenosný zdroj elektrické energie určené pro roznět elektrických rozněcovadel.

Senzibilizátor - látka, která zvyšuje citlivost a výkonnost výbušniny.

Stopina - prostředek, který slouží k zážehu pyrotechnických složí. Sestává z několika vláken bavlněných přízí napuštěných ledkem draselným a obalených masou surové prachoviny a roztoku arabské gumy.

Zápalka - rozněcovadlo k zážehu prachové náplně. Inicie se provádí nárazem zápalníku na dno zápalky nebo elektrickým proudem. Jsou mechanické a elektrické. Výstupním iniciačním impulsem je plamen. [27]

1.5 Značkování plastických trhavin

Pro lidi, kteří se zabývají pátráním po přítomnosti výbušnin je důležité, aby mohli stopy po výbušných směsích nalézt i ve vzduchu za zcela běžných atmosférických podmínek. Aby bylo něco takového možné, musí být hledaná látka alespoň do jisté míry těkavá. Tato míra se většinou vyjadřuje prostřednictvím parametru, nazývaného se tenze par. Problém však je, jak zjistit přítomnost látek např. pentritu či hexogenu, které se za běžných podmínek

prakticky neodpařují. I na to však myslí naše zákony. Součástí našeho Zákona o civilním letectví jsou totiž požadavky kladené tzv. Montrealskou úmluvou. Z hlediska chemika nalezneme ve smlouvě důležité paragrafy o tom, že všechny plastické výbušniny musejí být označeny jakýmsi chemickým podpisem, tedy jednou ze 4 dohodnutých dobře se odpařujících látek (ethylglykoldinitrát, dimethyldinitrobutan, para-mononitrotoluen, ortho-mononitrotoluen). Výhodou teroristů však je, že po celém světě stále ještě existuje velké množství starších výbušnin, které takto označovány nejsou. [15]

1.6 Pyrotechnický průzkum jako koncesovaná živnost

Provádění pyrotechnického průzkumu se jako koncesovaná živnost řídí živnostenským zákonem (zákon č. 455/1991 Sb., ve znění pozdějších předpisů). Obsahem živnosti je cílevědomé vyhledávání munice nebo výbušnin pomocí detekční techniky a jejich identifikace stanoveným postupem. Tímto postupem se řídí pracovníci při zemních pracích, při nichž se očekává nález munice nebo výbušniny. Dále následuje vyzvednutí a identifikace nalezené munice nebo výbušnin. [27]

Žadatel o vydání zbrojního průkazu skupiny F prokazuje odbornou způsobilost před komisí jmenovanou ministrem vnitra složenou ze zástupců navržených ministerstvem, policií, Ministerstvem obrany, Ministerstvem průmyslu a obchodu a Českým báňským úřadem. [27]

Teoretická část zkoušky se skládá z přezkoušení:

- Ze zákona č. 228/2003 Sb.
- Z předpisů upravující nakládání s municí a výbušninami
- Nauky o munici, výbušninách a detekční technice
- Zdravotnického minima

Praktická část zkoušky se skládá z:

- Identifikace a stanovení míry nebezpečnosti nevybuchlé munice výbušniny a jejich detekce
- Zajišťování místa nálezu nevybuchlé munice a výbušniny
- Bezpečné manipulace s nevybuchlou municí a výbušninou
- Likvidace munice a výbušnin

2 DETEKCE VÝBUŠNIN POMOCÍ SLUŽEBNÍCH PSŮ

2.1 Fyziologie detekce pomocí psů

Detekce znamená odhalování a zjišťování něčeho neurčitého, skrytého. K detekci zakázaných i podezřelých látek v objektech je možno využívat řadu přístrojů. Během posledních let udeřily v řadě metropolí jako je Moskva, Minsk, New York, Londýn pumové útoky teroristů. Hrozba těchto útoků vyprovokovala vědce, kteří se snaží vyvinout jednoduchou a účinnou metodu včasného odhalení přítomnosti výbušnin. O nový objev, jež má přispívat k světové bezpečí, se postarali i čeští vědci. Po levné a účinné metodě včasné detekce výbušnin pátrají ve spolupráci s pardubickou firmou Explosia i vědci oddělení spektroskopie Ústavu fyzikální chemie v Praze.

Vědci musejí vyhovět velkému množství požadavků, aby zabránili přístupu trhavin na paluby letadel či důležitých vládních úřadů. Je důležité, aby takový přístroj byl dostatečně efektivní a přesný. Cena zdržování provozu na letištích je velmi finančně náročná. Dalším úkolem pro vědce je, aby výsledný přístroj byl natolik levný, čímž by se stal zcela běžnou součástí každodenního života. Měl by být také méně náročný na obsluhu. Tím výčet nároků nekončí. Další mají charakter již vysloveně vědecký. Přístroj musí bezchybně fungovat za běžných atmosférických podmínek. Měl by být schopen detekovat i stopové množství podezřelých látek a to i v případě, že budou dobře zabaleny. Tento výčet úkolů kladených na vědce je příliš velký, přestože na jejich splnění pracuje řada vědeckých týmů v oblasti základního i aplikovaného výzkumu.

Při hledání ideální metody „vyčechání výbušniny“ se čeští vědci dostali až k metodě, která se mezi analytickými chemiky dostává stále více do popředí. Je to takzvaná nukleární kvadrupólová rezonance. Této metody se dá využít nejen pro hledání výbušnin, ale i pašovaných drog. Přístroj využívá elektromagnetického impulzu v oblasti nízkých frekvencí rádiových vln. Projde tedy nejrůznějšími obaly. Když se impulz vrátí do detektoru, doveďou vědci na základě polohy signálu ve frekvenčním spektru určit neznámou látku. Využití této metody v praxi a zrealizovat jí není snadné. Přístroje s vhodnými charakteristikami nejsou k dispozici a možnosti konstruování složité techniky jsou omezené. Z těchto důvodů se dnes používají psi vycvičení k úkolu vyhledávání, detekování výbušnin. Práce speciálně vycvičeného psa spočívá v systematickém a důsledném prověření daného prostoru, kdy daný předmět označuje zalehnutím. Pes nesmí štěkat, mohl by se spustit akustický podnět a nesmí se předmětu ani dotknout.

Tyto dovednosti speciálně vycvičený pes dokáže především kvůli svým smyslům. Ty reagují na podněty z okolního prostředí a ve formě vzruchů putují do centrální nervové soustavy. Pes vnímá okolí pěti smysly a ty tvoří zrak, sluch, čich, chuť a hmat. Pes je ve speciální kynologii využíván hlavně kvůli výjimečnému čichu. [3]

2.1.1 Čich

Čich je nejdůležitějším smyslem psa. Pes má čich mnohokrát silnější než člověk. Čichové ústrojí psa se nachází v horní části dutiny nosní a tvoří jej čichová sliznice. Sliznici tvoří čichové bludiště, které je tvořeno stočenými skořepinami a kvůli tomu pokrývá daleko větší plochu než u člověka. Abychom si dokázali představit rozdíl v čichu psa a člověka, můžeme srovnat velikost čichové sliznice. U člověka je čichová sliznice rozprostřena na 4,8 až 5 cm². Plocha čichové sliznice u psa se liší v jednotlivých plemenech, ale například u nejpoužívanějšího plemene u policie, německého ovčáka se rozkládá na 150 až 170 cm². Nejlepší čich podle velikosti této sliznice má plemeno bloodhound, které vyniká čichovou sliznicí až 200 cm². Toto plemeno je pro speciální kynologii bohužel nevhodné, jelikož není přizpůsobivé a nedá se snadno ovládat. Čenich je zevní část čichového ústrojí. Zvlhčují ho vodnaté výměšky nosní žlázy, a proto je pes schopný zachytit i nepatrné množství pachu. Větrící orgán se nachází za čenichem a obsahuje velký počet citlivých čichových buněk. Opět pro srovnání člověk disponuje asi 5 miliony těchto buněk, zatím co pes má těchto buněk až 200 milionů. Pes má o to lepší čich, když je jiný smysl poškozený nebo o něj pes zcela přijde. [17]

2.1.2 Sluch

I sluch psa je nesrovnatelný se sluchem člověka. Sluchovým orgánem je ucho, které se skládá ze tří částí – zevní, střední a vnitřní. Viditelná část ucha se nazývá vnější ucho a skládá se z ušního boltce a zvukovodu. V části, která se nazývá střední ucho, jsou umístěny 4 malé kůstky – kladívko, kovádlíka, třmínek a kůstka čočkovitá. Přejít mezi vnějším a středním uchem tvoří vazivová blanka, bubínek. Poslední část sluchového orgánu tvoří vnitřní ucho. Vnitřní ucho se skládá z předsíně, polokruhovitých kanálek a hlemýžďe. Sluchový orgán předává akustickou informaci, ale to není vše. Ve sluchovém orgánu je také uloženo ústrojí rovnováhy. Dále podle polohy uší můžeme rozpoznat, zda je pes agresivní, jestli projevuje zájem, nebo zda má strach. [18]

2.1.3 Zrak

Psí zrak se nevyrovná lidskému, ale předčí jej v šerosvitu. Za šera pes rozpozná předměty v daleko větší vzdálenosti než člověk. I jejich periferní vidění je lepší než naše. Zrakovým orgánem jsou oči, které jsou uloženy v očníci. Kromě horního a dolního víčka psi disponují i třetím víčkem tzv. mžurkou, která se nachází ve vnitřním koutku oka. Víčka chrání oči před poraněním a vysycháním. Pod víčky se nachází oční koule, která se skládá ze tří částí. Tyto části se nazývají bělima, rohovka a cévnatka. Duhovka, barevná část oka, se nachází v úrovni rohovky. Uprostřed duhovky se nachází čočka. [17]

2.2 Využívané rasy

V současné době je celkem známo přes 400 plemen psů zaregistrovaných u mezinárodní kynologické organizace. Plemenem psa se rozumí skupina psů, která má podobný původ, společné tělesné i povahové vlastnosti. Každé plemeno má svůj rodokmen, ze kterého se stanovují dědičné vlohy po předcích, dále povahové vlastnosti a exteriérové vlastnosti. Ty jsou předávány v rámci chovu z rodičů na potomky. Při posuzování vhodnosti plemen pro daný způsob využití a nasazení psů hrají roli u většiny psů daného plemene jeho charakteristické znaky, vlohy, povahové vlastnosti a temperament. [1, 8]

Rozdělení plemen podle mezinárodní kynologické federace:

- Plemena ovčácká, pastevecká a honácká
- Pinčové, knírači, švýcarští salašníčtí psi, molossoidní plemena
- Teriéři
- Jezevčáci
- Špiclové a primitivní plemena
- Honiči, barváři a příbuzná plemena
- Ohaři
- Retrívři
- Společenská plemena
- Chrti [16]

Policie ČR využívá na speciální práce převážně německé ovčáky, belgické ovčáky, labradorské retrívry. Čistokrevný pes není ve služební kynologii podmínkou. Hlavním předpokladem pro práci u policie ČR není čistokrevná linie předků daného psa, ale především dobrý zdravotní stav a výborné čichové vlastnosti.

Německý ovčák je nejčastěji chované plemeno u nás i ve světě, které vzniklo v Německu v 80. letech 19. století. Je oblíbený pro svou přizpůsobivost, všestrannost a odvážnost. Německý ovčák je disciplinovaný, vyrovnaný, pracovitý pes s ochránářskou povahou. Toto plemeno je schopno snášet velkou fyzickou a psychickou zátěž. Na celém světě je používán policií i armádou pro strážní službu, určení pachových stop, dále je vhodný i jako vodící pes pro slepce. [1, 8]

Belgický ovčák byl vyšlechtěn jako pastevecké plemeno v Belgii v 19. století. Je to pes středně velký, nenáročný, pracovitý. V dnešní době je jeho využití všestranné. Je využíván pro účely hlídacích, obranářských a pachových prací. Je to plemeno aktivní, živé, vyniká svou vitalitou a dlouhověkostí. Pro svůj temperament bez známek strachu a agresivity je všestranně vyhledáván jako služební plemeno. [1]

2.3 Výcvikové metody

Každý pes je jedinečný, proto o možnosti použití služebního psa k výkonu služby z kynologického hlediska, rozhoduje vždy psovod. Výcvik by měl odpovídat povahovým vlastnostem psa. O úspěchu při výcviku a použití služebního psa rozhodují vrozené vlastnosti a vycvičenost psa a současně s tím i osobnost psovoda. Přípravenost psovoda jeho zájem o práci a láska k psovi, jeho důslednost a velká dávka trpělivosti zaručují úspěch výcviku a celkový výsledek výcviku. Dále je třeba pamatovat na to, že každý pes vyžaduje individuální přístup a vhodnou formu uplatňování výcvikových metod. Při výcviku psa na něj působíme určitými podněty. Používají se tyto čtyři základní metody:

- Mechanická metoda
- Metoda chuťově dráždivá
- Metoda kontrastní
- Metoda napodobovací

2.3.1 Metoda mechanická

Výcvik psa prováděný touto metodou spočívá v používání pouze mechanických nepodmíněných podnětů, jako určitého donucení psa k požadovanému výkonu. Úspěšně se této metody využívá u cviků, jako je přerušování nežádoucí činnosti psa, odmítání potravy a rozvíjení zloby. Kladem mechanické metody je, že cviky takto vypracované mají trvalý charakter a pes je plný s naprostou spolehlivostí. Zápor je, že tato metoda narušuje dobrý kontakt mezi psem a psovodem. U psů s pasivně obrannou reakcí vyvolává útlumový stav,

bázlivost a strach. Naproti tomu u psů s aktivně obrannou reakcí může dojít až k napadání psovoda.

2.3.2 Metoda chuťově dráždivá

Podstata této metody tkví v tom, že podnětem a povzbuzujícím činitelem výkonu psa je pamlssek. Psovod začíná s nácvikem psa na stopování tím, že umísťuje po stopě pamlsky. Tím zvýší zájem psa o sledování stopy. Předností chuťově dráždivé metody je větší aktivita psa při výcviku. Pes se dané cviky rychleji naučí a také se uplatňuje kontakt mezi psem a psovodem. Ovšem v době sytosti psa se snižuje zájem o pokrm a tím se snižuje i spolehlivost psa. Zároveň v rušivých podmínkách vnějšího prostředí není zaručen patřičný výcvik psa.

2.3.3 Metoda kontrastní

Je to nejčastější metoda, kdy jde o spojení mechanické a chuťově dráždivé metody. Tím máme na mysli spojení kladných stránek těchto dvou metod. Při výcviku touto metodou psovod nejdříve použije určitého donucení mechanické metody a vzápětí upevní daný návyk podáním pamlsku a pochvalou. Tato metoda je nejpoužívanější a neúčinnější, klade však na psovoda nároky dovednosti jejího používání. Pracuje-li psovod touto metodou, požadované cviky jsou trvalé a to i za ztížených podmínek a v rušivém prostředí.

2.3.4 Metoda napodobovací

Hlavní podstata této metody tkví v tom, že vycvičený pes a nevyvycvičený pes provádí společné cviky. Nevyvycvičený pes napodobuje určitý cvik od psů, kteří mají cvik plně zvládnutý a ochotně jej plní. Velmi dobrých výsledků dosahují touto metodou psovodi, kteří ke cvičenému psu přiberou na výchovu štěně. Mladý pes se snaží napodobovat vše, co vidí u zkušeného psa. Při výběru zvolené metody výcviku se vždy přihlíží k povahovým vlastnostem psa.

2.4 Požadavky pro výběr psovoda specialisty a služebního psa

V České republice jsou stanoveny předpoklady a podmínky pro výběr služebních psovodů a služebních psů pro jejich kvalifikovanou činnost jako specialistů na vyhledávání výbušnin. Organizace, úkoly, výkon služby speciálně vycvičených služebních psů a psovodů na vyhledávání výbušnin se řídí interním aktem řízení. Krajská ředitelství policie a útvary s působností na celém území ČR zajišťují výběr psovodů specialistů, kteří splňují odpoví-

dávající základní pyrotechnické vzdělání stanovené k výkonu této činnosti a odpovídající za účelné využívání služebních psů a dodržení interních pokynů.

2.4.1 Psovod

Psovodem se může stát příslušník Policie ČR, to znamená, že má ukončenou základní odbornou přípravu pro policisty v délce 15 měsíců na jedné ze škol v Praze, Brně nebo Holešově. Z toho vyplývá, že musí mít dobrý zdravotní a duševní stav, dobrou fyzickou kondici. Dále musí mít ukončené středoškolské vzdělání s maturitou a čistý rejstřík trestů.

Každý psovod navíc musí absolvovat základní kurz pro psovody, který trvá 10 týdnů. Dále je psovod povinen zúčastňovat se se svým služebním psem dalších zdokonalovacích a kondičních kurzů, které jsou přibližně každé dva roky a trvají čtyři až dvacet týdnů, anebo kurzů speciálních (pátrací, hledání osob), podle služební potřeby. Kurzy probíhají v Dobroticích u Holešova nebo v Býchorech u Kolína. [17]

Psovod na pozici specialisty musí splňovat 3 roky praxe ve služební kynologii Policie ČR. Také být držitelem osvědčení o úspěšném absolvování specializačního kurzu pro psovody specialisty na vyhledávání výbušnin. Dále služební pes pro výkon vyhledávání výbušnin musí mít vhodné povahové vlastnosti. Základem je vhodný temperament, vyrovnaná povaha, nebojácnost v místnostech, cizím prostředí, na frekventovaných místech, jako jsou nádraží, stadiony apod.

2.4.2 Služební pes

Pes pro zařazení mezi služební musí být v majetku policie nebo přidělen k plnění úkolů policie na základě smlouvy o výpůjčce. Tito psi mají přidělené evidenční číslo a označování jsou mikročipem.

Tito psi jsou dále zařazeni do určité úlohy a kategorie, která vyjadřuje stupeň cvičenosti psa, jeho schopnosti a upotřebitelnosti při výkonu služby. Zařazení do určité kategorie je rovněž podmíněno dosažením určitého bodového hodnocení v rámci přezkušování ze souboru disciplín, stanoveného pro danou úlohu. Služební psi se dělí do kategorií rozpracování, hlídkoví, pátrací, specialisté, strážní. [20]

3 ELEKTRONICKÝ NOS

Na rozdíl od lidského nosu, jehož sliznice obsahují statisíce až miliony receptorových buněk, elektronický nos obsahuje přibližně pět až sto chemických sensorů, které se mohou ručně vyměnit z důvodu detekované látky, kterou chceme pomocí umělého nosu zjistit. Mozek tyto signály organizuje do vzorů a umožňuje lidem detekovat, identifikovat a pamatovat si různé pachy a vůně. Elektronický nos funguje obdobně, dokáže nejen detekovat pachy, ale také je identifikovat. Detektory obsahují např. čip s 32 senzory i více. Sensory jsou složeny z pravidelně rozmístěných vodivých částic v polymerové mřížce. Plyny, které interagují s těmito kompozitovými částmi, nutí polymer expandovat a zvyšovat tak elektrický odpor kompozitu. Tato změna odporu vytváří charakteristický signál podobně jako signál, který vysílají do mozku čichové receptory. Pole sensorů vytvoří vzor z elektrických signálů. Ve srovnání s lidským nosem není možné snížit automaticky počet signálů k jednomu. [21]

Pokud je složka uvolňující se ze zkoumané látky v databázi softwaru zařízení, pak se může signál zpracovat v reálném čase. Na rozdíl od lidského nosu musí být elektronický nos adaptován pro každou aplikaci. To může odhalit jednoduché molekuly, ale nemůže zjistit některé složité molekuly v nízké koncentraci. [22]

Během posledních dvaceti let došlo k enormnímu zájmu o detekci pachů pomocí elektronického vybavení. To vedlo ke komercializaci tzv. elektronických nosů, které obvykle obsahují řadu částečně selektivních sensorů s vhodným rozpoznávacím softwarem. Čichové senzory se využívají k různým aplikacím v průmyslu od zabezpečení jakosti potravin až po lékařskou diagnostiku, či vyhledávání výbušnin. Hlavním problémem pro aplikaci sensorů založených na čichu pro detekci výbušných látek je velmi nízká mez detekce těchto látek a to 10^9 až 10^{12} . I když je v tomto směru pro detekci výbušnin značný potenciál, není nepravděpodobné, že by v blízké budoucnosti elektronické nosy nahradily nejrozšířenější metodu pro detekci výbušnin IMS. Spíše mohou být považovány za doplňkové technologie používané pro screening neznámých látek.

3.1 Princip

Elektronický nos v podstatě zahrnuje řadu elektrochemických sensorů s částečnou citlivostí na chemické sloučeniny a vhodný rozpoznávací systém, který je schopen rozpoznávat jednoduché nebo složité pachy (viz Obrázek 1).

Základní architektura elektronického nosu je znázorněna na obrázku 1. Signály od jednotlivých chemických senzorů jsou zpracovány a výsledný otisk pachu je porovnán s databází vzorků uložených v paměti. Tyto přístroje používají celou řadu snímacích materiálů, jako jsou oxidy kovu, polymery piezoelektrické senzory nebo tranzistory s chemickým senzorem atd.

Senzory s polovodiči na bázi oxidů kovů – molekuly analyzované látky vyvolávají v tenkém oxidovém filmu oxidačně-redukční chemickou reakci, která se projeví změnou vodivosti senzoru. Před další analýzou musí dojít ke zpětné reakci. Aby tato reakce proběhla, je třeba senzor ohřát. Tyto senzory pro jejich malou citlivost nelze použít pro detekci výbušnin jako je TNT a další s nižší hodnotou tenze par. [10]

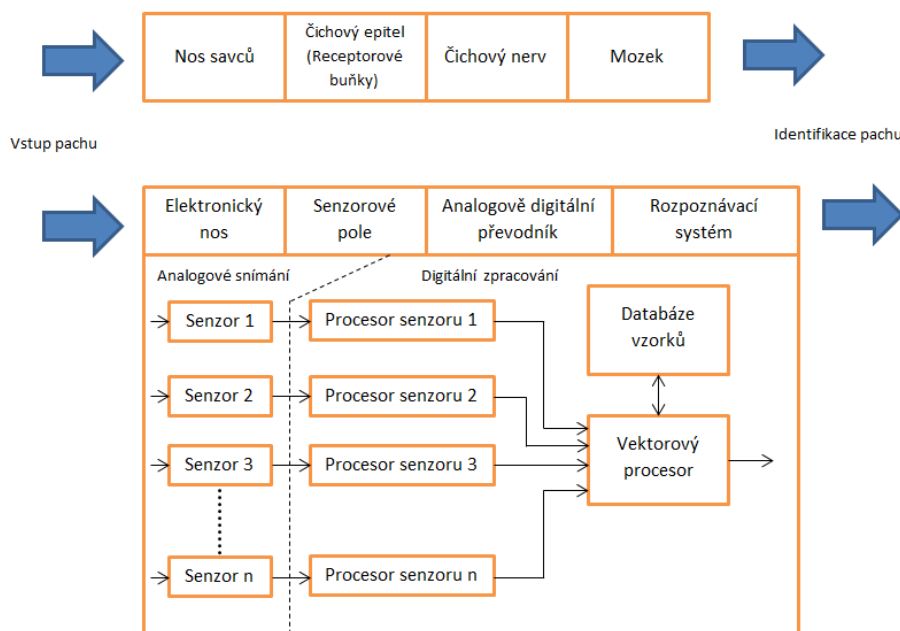
Senzory s vodivými polymery - Jejich funkce je obdobná jako u senzorů s polovodiči na bázi oxidů kovů, mají větší citlivost, ale jsou více ovlivňovány vzdušnou vlhkostí.

Piezoelektrické senzory - Tyto senzory využívají změny vlastní frekvence piezoelektrického krystalu, na jehož povrch se navázala určitá chemická látka. Změny frekvence jsou vyhodnocovány vyhodnocovací elektronikou. Složitost a vysoká cena elektronické části jsou hlavní nevýhodou piezoelektrických senzorů, jejich citlivost, selektivita, stabilita, rozsah pracovních teplot i odolnost vůči vlhkosti jsou ale lepší než u ostatních senzorů.

Tranzistory s chemickým senzorem (ChemFET) - Zesílení těchto tranzistorů je závislé na tom, jaká látka je absorbována na řídicí elektrodě. Výhodou tranzistorů ChemFET je to, že je lze snadno integrovat do elektronických obvodů. Rychlost odezvy je ovšem nižší než u jiných senzorů, protože analyzovaná látka musí proniknout do povrchové vrstvy elektrody. Podstatnou nevýhodou je také to, že okruh výrobců těchto tranzistorů je velmi úzký.

Receptory s vláknovou optikou - tyto receptory využívají fluorescence, k níž dochází při reakci fluorescenční látky nanesené na optickém vláknu s analyzovanou látkou.

Neselektivní receptory - Elektronické nosy mohou využívat i neselektivní receptory (spektrometr, plynový chromatograf apod.). Informaci o analyzované látce nedostáváme v tomto případě z toho, který receptor z matice receptorů s různou citlivostí a selektivitou je aktivován, ale z tvaru výstupního signálu senzoru.



Obrázek 1. Blokové schéma - nos savce (nahore) a elektronický nos (dole)

Přístroj nasává vzorky z okolního prostředí, a proto je pro ně důležitým faktorem tenze par detekovaných látek. Tlak nasycených par je u energetických látek velice nízký, až na několik výjimek, což je znázorněno v (Tabulka 1).

Tyto hodnoty však představují koncentraci výbušniny ve vzduchu za podmínek dosažení rovnováhy. Reálná situace na letištích či při detekci v terénu představuje podmínky, za kterých je dosažení rovnováhy prakticky nemožné a skutečná koncentrace ve vzduchu je oproti té rovnovážné výrazně nižší. Tenze par látek je funkcí teploty, v některých případech jsou značné rozdíly již v poměrně úzkém rozsahu teplot. [26]

Tabulka 1. Tenze par výbušnin [10]

Látka	Tenze par při 25 °C
NM	3200
TATP	7,87
NG	$3,07 \cdot 10^{-2}$
2,4 - DNT	$1,47 \cdot 10^{-2}$
2,4,6 - TNT	$8,40 \cdot 10^{-4}$
AN	$6,70 \cdot 10^{-4}$
Tetryl	$7,60 \cdot 10^{-7}$
RDX	$1,47 \cdot 10^{-7}$
PETN	$5,07 \cdot 10^{-8}$
HMX	$4,40 \cdot 10^{-12}$

Velkým problémem pro tyto přístroje je rovněž způsob uložení a konečné složení trhaviny. Tenze par RDX v plastické trhavině C-4 je při 25°C stonásobně menší než u čisté formy. Proto musí být elektronické nosy určené na vyhledávání výbušnin vysoce senzitivní. Jako vhodná se osvědčila separační metoda plynové chromatografie a dále spektrometrie iontové mobility.

3.1.1 Plynová chromatografie

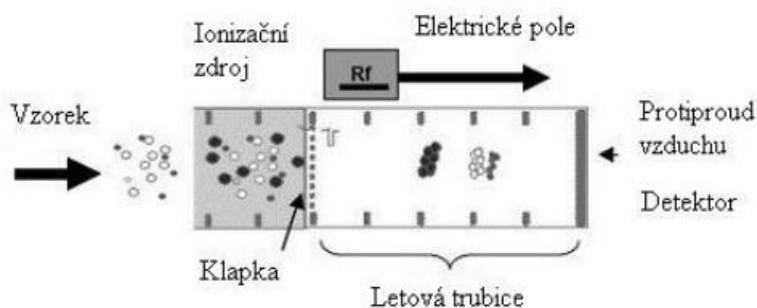
U této metody je vzorek ve formě plynu nebo těkavé kapaliny dávkován do proudu plynu a jednotlivé jeho složky vzorku se separují v kapilární koloně, v níž dochází k separaci na základě rozdílné intenzity interakcí se stacionární fází. Jako hnací plyn se používají inertní plyny, nejčastěji dusík nebo helium. Stacionární fází je nejčastěji kapalina tvořící tenký film na vnitřní straně kapiláry. V závislosti na síle, kterou se jednotlivé složky vzorku pohybují na stacionární fází, se liší časem, po který konkrétní složka setrvá v koloně. Tato veličina se nazývá retenční čas a pro dané instrumentální uspořádání a konkrétní látku je konstantní. Separované složky jsou postupně detekovány detektorem. Chromatogram se skládá ze soustavy větších a menších píků náležící jednotlivým složkám. Složka je identifikována podle vzdálenosti středu píku od startu a její množství lze určit z výšky nebo plochy píku. Za nejdůležitější části plynového chromatografu lze považovat kolonu a detektor. Kapilární kolony jsou obvykle vyráběny z taveného křemene a pro zvýšení mechanické odolnosti jsou potaženy polyimidovou, nebo teplotně odolnější hliníkovou vrstvou. Tato metoda se často v elektronických nosech používá v kombinaci s detektorem povrchové akustické vlny. [33]

3.1.2 Spektrometrie iontové mobility

Spektrometrie iontové mobility je jedna z nejvíce používaných metod detekce výbušnin. Touto metodou je možné charakterizovat vzorek kvalitativně i kvantitativně. Metoda IMS je vhodná k detekci stopového množství výbušnin a je charakteristická časově rozlišeným vychylováním toků iontů v plynné fázi v prostředí elektrického pole za atmosférického tlaku. [5]

Celé zařízení se skládá z injektoru, reaktoru molekul a iontů, spektrometru unášení iontů a detektoru. Vzorek je nosným plynem (dusík nebo suchý vzduch při atmosférickém tlaku) dopraven do reaktoru, kde je vystaven ionizujícímu záření a jednotlivé molekuly jsou proměněny v ionty (viz Obrázek 2). Jako ionizační zdroj je běžně použit ^{63}Ni , který produkuje

β částice. Novější konstrukce někdy využívají ^{241}Am , který produkuje α částice a γ záření. Molekuly běžně sledovaných výbušnin vytváří záporně nabitě ionty. Ionty jsou urychleny elektrickým polem a vstupují do letové trubice. Čas letu až po dopad na detektor je pro jednotlivé molekuly specifický. Kvantitativním ukazatelem je pak intenzita signálu detektoru. [6, 35]



Obrázek 2. Schématické znázornění principu IMS [40]

Radioaktivní povaha tohoto ionizačního zdroje může v některých způsobech aplikace působit problémy týkající se bezpečnosti a vlivu na životní prostředí, proto se výrobci detektorů snaží zaměřit na alternativní možnosti ionizace bez použití radioaktivních izotopů.

Ionty pak pokračují pomocí elektrického pole do unášecí oblasti. Protiproud přehřátého plynu způsobí separaci iontů podle jejich mobility. Spektrum je znázorňováno jako závislost iontového proudu unášecím plynem. Pomocí IMS lze detekovat většinu běžných výbušnin, jako DNT, TNT, NG, EGDN, RDX, HMX, PETN a TATP. Detekční limity se pohybují řádově ve stovkách nanogramů. [6]

3.1.3 Infračervená spektroskopie

Infračervená spektroskopie je další z analytických metod, která umožňuje zkoumat vzorek prakticky v jakémkoli stavu, ať už se jedná o kapalinu, práškové vzorky nebo plyny a využívá elektromagnetické vlnění z oblasti od viditelného záření po mikrovlnnou oblast. Základním kritériem při výběru vhodné techniky je zabezpečit, aby v době přípravy a měření vzorku nedocházelo k jeho reakci nebo jiným změnám vlivem prostředí. [11]

Infračervené spektrum lze rozdělit do tří hlavních oblastí:

- Blízké infračervené spektrum (700 – 2500nm)
- Střední infračervené spektrum (2500 – 5×10^4 nm)

— Vzdálené infračervené spektrum ($5 \times 10^4 - 1 \times 10^6 \text{ nm}$)

Nejvíce využívanou oblastí je střední infračervené spektrum. Podstatou této spektroskopické metody je průchod infračerveného záření přes studovanou látku. Podle toho, zda je dopadající záření absorbováno nebo emitováno, rozlišujeme absorpční a emisní infračervenou spektroskopii. U absorpční spektroskopie může hmota o určité energii pohltit foton, naopak u emisní spektroskopie může foton vyzářit. Při průchodu infračerveného záření vzorkem dochází ke změnám vibračního (zvětšení amplitudy vibrace molekuly) nebo rotačního (zrychlení rotace molekuly) stavu molekuly v závislosti na změnách dipólového momentu molekuly (tj. vektorová veličina orientovaná od kladného k zápornému pólu, popisující nesymetrické rozdělení elektrického náboje.) Při vibraci se vazba mezi atomy chová jako pružina, na které vázané atomy vibrují. Energie vibrací závisí na hmotnosti vázaných atomů a na pevnosti vazby. Při rotaci molekula rotuje kolem svého těžiště. Energie rotace závisí na hmotnosti vázaných atomů a na délce vazby. [11]

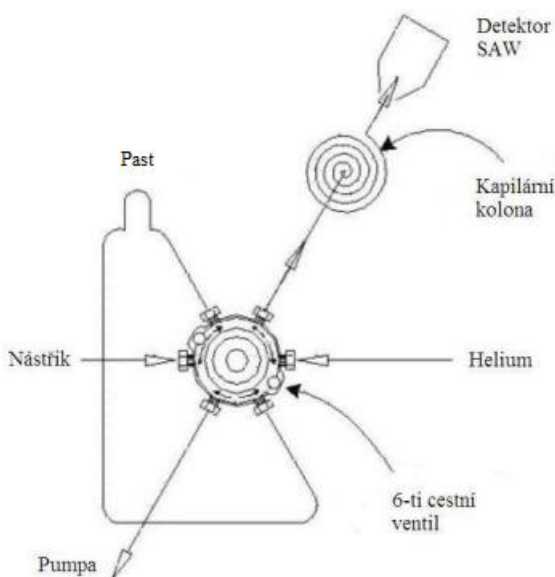
3.2 Detekce výbušnin pomocí přístroje Znose

Společnost ElectronicSensors Technology vyrábí přístroj Znose model 4600 pro přenosnou detekci toxických látek a výbušnin v téměř reálném čase. Tento přístroj využívá pro analýzu pachů plynové chromatografie v kombinaci s detektorem povrchové akustické vlny (SAW detektor). Plynová chromatografie je dnes velice používanou a rozšířenou metodou v oblasti analytické a organické chemie.

3.2.1 Princip

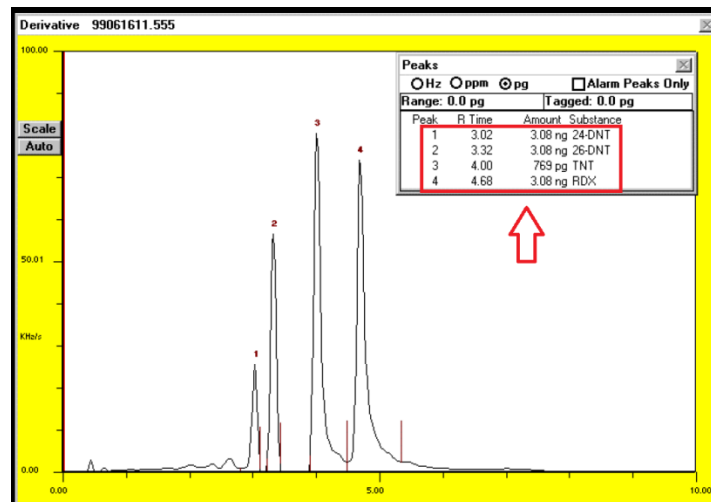
Elektronický nos se skládá ze dvou oddílů. První oddíl tvoří tlaková lahvička s heliem, kapilární kolona a patentovaný SAW detektor, který zaznamenává změnu vlastností akustické vlny šířící se po povrchu piezoelektrického krystalu v závislosti na přítomnosti látek absorbovaných na povrchu krystalu. Aplikace časově proměnného pole způsobí mechanickou deformaci krystalu a následnou tvorbu akustické vlny. Druhou část tvoří vyhřívaný vstup vzduchu a pumpa, která zajišťuje kontinuální průtok analyzovaného vzduchu. Mezi těmito oddíly se ještě nachází adsorpční kolona, která je dle polohy šesti-cestního ventilu (viz. Obrázek 3.) součástí jedné nebo druhé sekce. Přístroj pracuje ve dvou krocích. V prvním kroku je šesti-cestní ventil v poloze, kdy studovaný vzduch prochází adsorbční kolonou a dochází ke koncentrování molekul analytu. V druhém kroku je kolona začleněna mezi zdroj helia a kolonu a dochází k desorpci. Vzorek je tlačěn kolonou nosným plynem

heliem, který tvoří mobilní fázi. Když je směs, obsahující různé složky uvedena do kolony, tyto složky se pohybují kolonou různými rychlostmi, závislých na interakci složek se stacionární fází. Výsledkem je, že každá složka opustí kolonu v jiném „retenčním čase“ (R_t), a tak se dosahuje separace. Složky odcházející z kolony jsou detekovány detekčním zařízením, která vytváří signál, jehož intenzita je úměrná koncentraci složky ve směsi. [24, 33]



Obrázek 3. Princip činnosti Znose detektoru [36]

Naměřená data jsou odeslána pomocí bezdrátového modemu do počítače, kde jsou zpracována specializovaným softwarem a porovnána s údaji v databázi. Detektor je schopen detekovat běžné výbušniny jako je TNT, RDX a PENT. Výrobce udává, že je přístroj schopen detekovat tyto látky v koncentraci desítek piktoqramů na mililitr. Nicméně PETN a RDX mají malou tenzi par a proto je jejich detekce pomocí výparů značně ztížena. Výstup z počítače je zobrazen na Obrázku 4. Obsluha tohoto přístroje má přehled nejen o nalezených látkách, ale také o jeho množství, což je znázorněné v červeném rámečku. [10]



Obrázek 4. Výstup z analýzy Znose [36]

3.3 Detekce pomocí VaporTracer2

Firma GE security vyrábí ruční detektor umožňující detekci drog a výbušnin a to na základě analýzy výparů nebo stěru (viz Obrázek 4). Příruční zařízení IMS pracuje při pokojové teplotě, je navrženo na základě požadavků bezpečnostních sil, pro které je podstatná rychlá a přesná analýza. Významná vylepšení přístroje VaporTrace2 rozšířila jeho schopnosti a zvýšila výkonnostní standard ručních stopových detektorů. Klíčový byl vývoj desorberu, který je možno připevnit na vstup detektoru a slouží k uvolnění pohlcených látek. Tento desorber zlepšil detekci výparů, ale umožnil i výbornou stopovou detekci částic. Přístroj může nasávat výpary stop pašovaných látek, stejně jako analyzovat neviditelné částice, které byly odebrány otěrem z podezřelého povrchu, jako je pokožka, zavazadla, části automobilu, identifikačních karet atd. [40]



Obrázek 5. VaporTracer2 [40]

3.4 Detekce pomocí přístroje Explonix

Tento mobilní detektor výbušnin založený na infračervené spektroskopii vyvinula česká firma R. S. Dynamics. Ke kladům tohoto výrobku patří rychlá a spolehlivá detekce a identifikace stopových množství specifikovaných výbušnin a radioaktivních látek. Přístroj poskytuje okamžitou identifikaci všech trhavin a radioaktivních látek v jednom měření. Přístroj v tzv. vapour modu reaguje do 1 sekundy, což je při práci na letišti naprosto určující parametr. Aby nedocházelo k zahlcení přístroje, musí předseparační jednotka odstranit nežádoucí rušivé látky jako jsou parfémy, pot a nejrůznější organické látky včetně všech ropných produktů a uhlovodíků a poté selektivní analytický proces rozdělí exploziva do skupin (volatilní, plastická exploziva) a uvnitř každé skupiny selektivně identifikuje konkrétní výbušninu. Zvládne detekovat a identifikovat všechny plastické trhaviny a to i bez přítomnosti značkovačů, které jsou v přístroji detekovány separátně. Explonix je extrémně odolný proti zahlcení širokým spektrem rušivých látek. Přístroj může být ovládán a servisován přes internet. Dále je pro aplikaci na letištích vybaven integrovanou čtečkou čárových kódů. [41]

3.5 Srovnání biologického a elektronického nosu

Uvedené fyzikální, fyzikálně chemické principy využívané pro detekci výbušnin jsou hlavním východiskem i pro budoucí elektronické nosy sloužící pro detekci výbušnin. V současné době je velkým problémem většiny výrobků jejich doba reakce. Znose i VaporTracer2 potřebují pro vyhodnocení vzorku minimálně 8 sekund, což je velký problém při větším množství objektů, které je potřeba preventivně prověřit na přítomnost výbušnin. Navíc oba tyto přístroje porovnávají vzorky s daty uloženými v paměti a už se naskytne otázka, jak zareagují na výbušninu, které jsou vyrobené v domácích podmínkách a mají specifické složení. Tento problém se netýká pouze přístrojů.

Karolína Černá ve své diplomové práci provedla průzkum způsobu vyhodnocování výparů výbušnin psy. Ze závěru práce vyplývá, že pes vyhodnocuje výbušninu spíše synteticky. A své tvrzení podložila výzkumem, ve kterém bylo pět psů naučeno vyhledávat vzorek šupinkového TNT (2,4,6 – trinitrotoluen o čistotě 99,5%), následně byli psi nasazeni na vyhledávání vzorku německého TNT z roku 1939 (složení 2,4,6 – trinitrotoluen 80% a hexogen 20%), ten však ani jeden z pěti psů neoznačil. Z toho vyplývá, že při výcviku psů je nutné používat vzorky výbušnin od různých výrobců, s různými komponenty, v různém procentuálním složení. [39]

Další experiment, kde se testovala výdrž a spolehlivost provedli pracovníci firmy Explosia v roce 2002. Testu se účastnilo šest psů, kteří pocházeli ze speciálních kynologických skupin Policie ČR a USA. Test byl prováděn na výbušninách HMX, RDX, Permonex, TNT, Semtex H, Semtex 1A, Semtex 1A + DMNB, PENT, NG SP, Perunit, DMNB. Nutno podotknout, že většina výrobců elektronických nosů považuje výbušniny RDX a PENT za velmi obtížně detekovatelné pro malé množství výparů, které se uvolňují do okolí. Tento výzkum prověřil nejen schopnost psů vyhledat tyto výbušniny, ale zašel mnohem dále. Byla prokázána schopnost detekce těchto trhavin ve směsi 90% Al_2O_3 (oxid hlinitý) a 10% výbušniny, dále detekce otisků prstů kontaminovaných výbušninou nebo povrchů či zavazadel, ve kterých byla výbušnina. Výsledky byly nečekaně dobré (ve srovnání s detektory, na kterých byl proveden test účinnosti v VÚPCH) a psi vycvičenými v ČR, dosahovali úspěšnosti až 100%. Dále experiment prokázal schopnost psů pracovat po dobu nejméně 90 – 120 minut. [2]

4 ALTERNATIVNÍ MOŽNOSTI DETEKCE

Obavy týkající se vnitřní bezpečnosti vedly k rozvoji výzkumu nových metod detekce výbušnin, ale i další rozvoj a zdokonalení stávajících metod, zvýšit jejich citlivost a umožnit jednodušší a levnější identifikaci stop výbušnin. Tradiční bezpečnostní opatření na letištích zahrnuje detektory kovů pro identifikaci zbraní, které mohou být skryté ve spojení s rentgenovým přístrojem sloužící k prohlížení obsahu zavazadla. Velkým problémem je, že výbušné látky nejsou snadno zjištělné použitím konvenčních přístrojů. Teroristické skupiny se adaptovaly na tyto postupy a vyvarovaly se použití kovových předmětů. Fyzikální postupy k odhalování těžkých látek, jako například iontová mobilní spektrometrie spojená se stěry, je v praxi vhodná pro vytipování potenciálně nebezpečných zavazadel. Detekce stopového množství výbušnin ze vzduchu je velmi obtížná, zejména pokud jsou v uzavřených vzduchotěsných obalech. Rostoucí využívání výbušnin na bázi peroxidu vedlo ke zkoumání možností detekce těchto výbušnin. Mnoho chemických identifikačních technik slouží k identifikaci uhlíku a dusíku ve výbušninách a tato metoda není vhodná k detekci výbušnin na bázi peroxidu, jako je např. Hexogen.

4.1 Možnosti spektrometrie pro detekci výbušnin

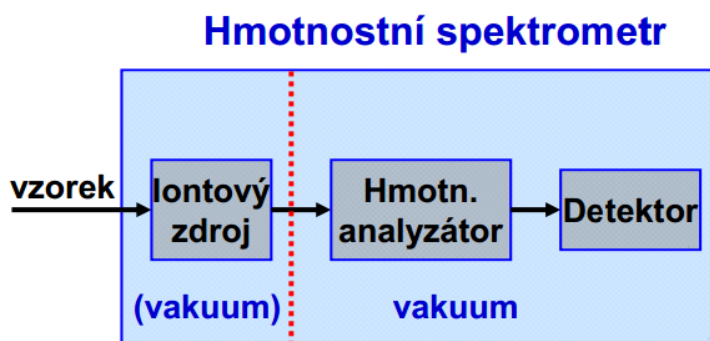
Princip většiny spektrometrických metod spočívá v nasátí vzorků ze vzduchu do hmotnostního spektrometru. Tyto vzorky jsou následně ionizované. Výsledné ionty oddělené díky elektrickému a magnetickému poli rozřídí hmotnostní analyzátor podle poměru hmotnosti k náboji, nebo podle kinetické energie.

4.1.1 Hmotnostní spektrometrie

Tato metoda byla úspěšně v různých formách použita k detekci výbušnin kvůli její specifčnosti při identifikování sloučenin a rychlosti dokončení analýzy. Avšak náklady na zařízení a velikost zařízení zapříčinila jen zanedbatelné rozšíření této technologie v bezpečnostní aplikaci. Hmotnostní spektrometrie odděluje a analyzuje chemické složení látky podle jejich hmotnosti k náboji.

Hmotnostní spektrometr se skládá ze tří základních částí (viz. Obrázek 6). Iontový zdroj slouží především k převedení neutrálních molekul analytu na nabitě částice (tzv. ionizace). Konstrukce se liší podle použité ionizační techniky. Další nezbytnou součástí je hmotnostní analyzátor sloužící k rozdělení iontů v plynné fázi za vysokého vakua podle poměru

hmotnosti a náboje. Třetí částí hmotnostního spektrometru je detektor, rozlišující ionty podle jejich relativní intenzity (četnosti) jednotlivých iontů. [7]

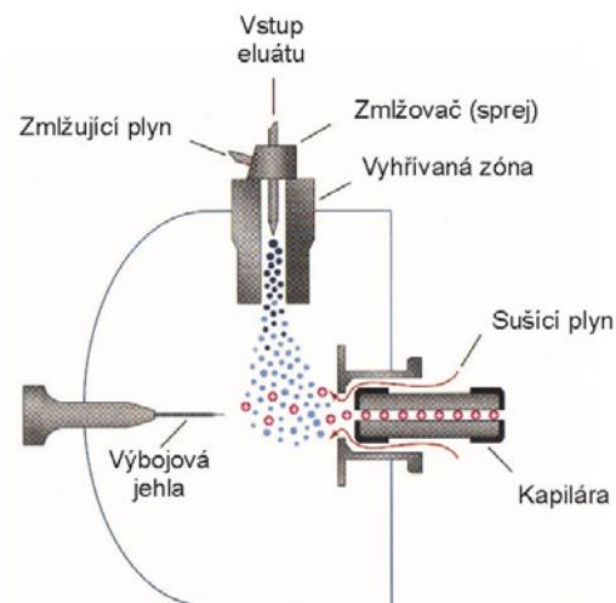


Obrázek 6. Blokové schéma hmotnostního spektrometru [7]

Hmotnostní spektrometr se používá pro bezpečnostní aplikace nebo forenzní analýzy vzorků. Zlepšují se techniky zavádění vzorků do hmotnostního spektrometru. Cílem je nejen zlepšení selektivity vůči materiálu, ale také odstranění nutnosti předběžné koncentrace vzorků před analýzou. Také miniaturizace a snížení nákladů jsou klíčové oblasti výzkumu. Jedna z ionizačních metod, které byly zkoumány pro aplikaci detekce výbušnin je APCI – chemická ionizace za atmosférického tlaku.

4.1.1.1 Chemická ionizace za atmosférického tlaku

Eluát je na konci kapiláry zmlžen do vyhřívané zóny (viz. Obrázek 7), na výbojovou elektrodu je vloženo vysoké napětí 3-4kV, čímž vzniká koronový výboj. Výbojem jsou nejdříve ionizovány molekuly mobilní fáze, protože jsou v obrovském přebytku a následně ion-molekulárními reakcemi jsou ionizovány molekuly analytu. Vzniklé ionty jsou elektrodami usměrněny do analyzátoru. Protiproud sušícího plynu, nejčastěji dusíku, slouží k rozbití případných nekovalentních klastrů. [6]



Obrázek 7. Chemická ionizace za atmosférického tlaku [6]

Pomocí této metody se dají zjistit koncentrace 2,4,6 – trinitrotoluen (TNT) $3\text{pg}/\text{dm}^3$. Pro menší koncentrace a detekci výbušnin s malou fragmentací lze využít metody ionizace laserem.

4.1.1.2 Ionizace laserem v přítomnosti matrice

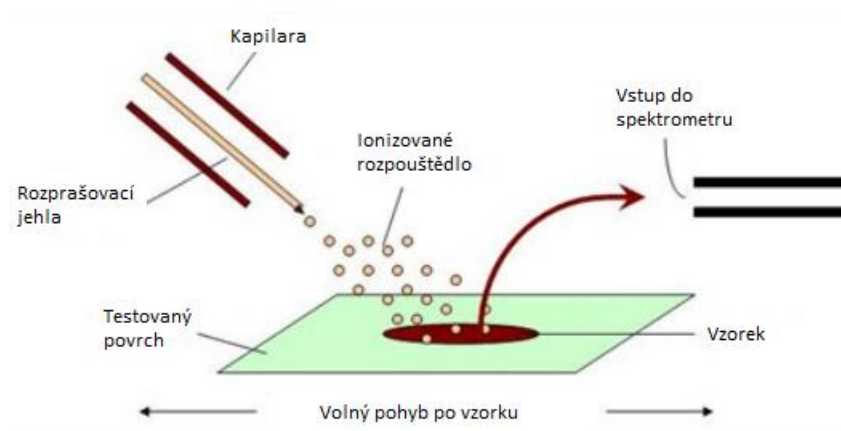
Patří mezi náročnější metody ionizace, protože je potřeba k analytu na destičce přidat matici. Využívá se proto off-line spojení, eluát ze separační kapiláry je „sbírán“ na vzorkovací destičku, kde je k němu přidána vhodná matrice. V ionizační komůrce je destička ozářována laserem, který způsobí desorpci matrice a její ionizaci. Tyto ionty pak deprotonizují molekuly analytu v plynné fázi. Tato technika může být vhodná i pro ionizaci vysokomolekulárních látek, protože dochází k tvorbě jednoho i vícenásobně nabitých iontů. [42]

Za účasti matrice lze dosáhnout detekce 2,4 – dinitrotoluen (DNT) $90\text{ až }130\text{ ng}/\text{dm}^3$. Tato technika je však vhodná pouze pro molekuly s ionizační energií nad $10,49\text{eV}$. [5]

4.1.1.3 Desorpční ionizace elektrosprejem

Kombinuje ESI a desorpční ionizační techniky. Je určena spíše pro menší molekuly. Rozdíl oproti klasické metodě ESI je v umístění vzorku, který je umístěn před špičkou DESI pod vhodným úhlem ke kapiláře a vstupu do MS (Obrázek 8, 9). Kapilárou je přiváděno, zamrzováno ionizované rozpouštědlo. Vzorek lze použít bez jakékoliv úpravy např. kus rost-

linné či živočišné tkáně. Typickou aplikací této metody je rychlé monitorování výbušnin, drog.



Obrázek 8. Schéma práce DESI [7]

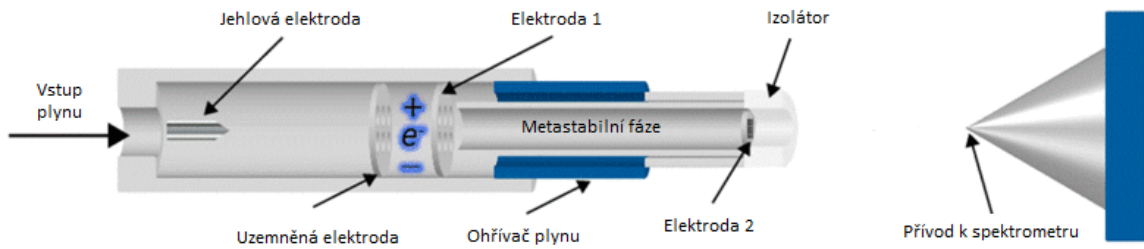


Obrázek 9. Vzorek z prstu pomocí DESI [7]

4.1.1.4 *Přímá analýza v reálném čase*

Analýza velmi blízká DESI, ionizace nastává po kolizi molekul s atomy helia nebo dusíku v excitovaném stavu. Jedná se o přímou analytickou metodu, tzn. vzorky není potřeba upravovat před vlastní analýzou, lze použít k analýze pevného, kapalného či plynného vzorku.

Tato technologie je testována na různé povrchy, jako je oblečení, beton. Také u této metody není potřeba vzorek upravovat. [5]

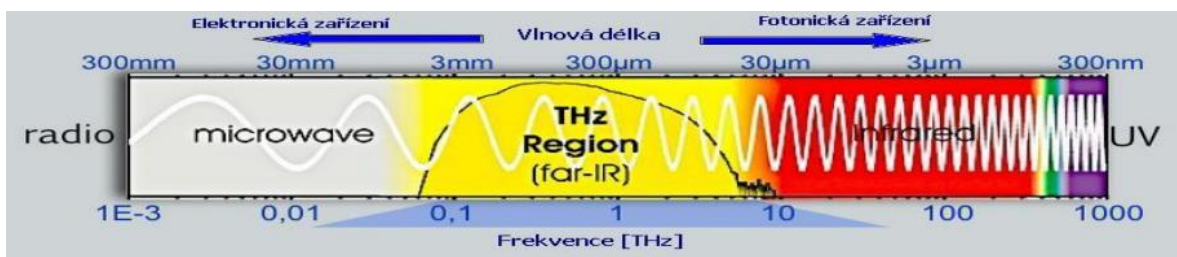


Obrázek 10. Přímá analýza v reálném čase [34]

4.1.2 Terahertzová spektroskopie

Existence terahertzových vln je známa teprve až od začátku 20. století. Dlouhou dobu zůstávalo toto záření mimo stranu zájmu kvůli technickým potížím při jeho generování a detekci. Za posledních 20 let došlo v terahertzových systémech k revoluci. Výzkum v této oblasti přinesl nové technologické pokroky, především nové a výkonnější zdroje, díky kterým se rozšířil potenciál a profil systémů THz. Terahertzová technologie se stala velmi atraktivní oblastí výzkumu se zájmem z různých odvětví. [9]

Terahertzové vlny v elektromagnetickém spektru (viz Obrázek 11) vyplňují oblast mezi mikrovlnným a infračerveným zářením. Jejich vlnová délka začíná na 30 μ m a končí na 3mm. Což odpovídá frekvenčnímu pásmu v rozmezí 0,1 až 10 THz.



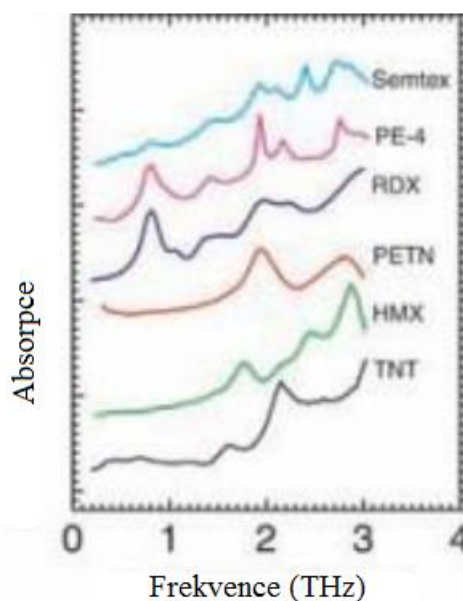
Obrázek 11. THz spektrum [9]

V bezpečnostní sféře své uplatnění terahertzové technologie nachází v oblastech se zvýšenou koncentrací osob k bezpečnému skenování osob a předmětů. Terahertzová záření prochází tenkými vrstvami nevodivých materiálů, proto dokáže odhalit kovové i nekovové předměty ukryté na těle a pod oblečením (viz. Obrázek 12). Tato technologie našla uplatnění při zabezpečení budov a letišť, ale může být použita i ke čtení obsahu cenných nebo neznámých dokumentů bez nutnosti otevření obálky. [12, 33]



Obrázek 12. Zobrazení Thz technologie v oblasti bezpečnosti [12]

Díky určení spektra nebezpečných, výbušných či omamných látek je možné provádět kontroly osob a předmětů (tašky, kufr), aniž by byly tyto předměty či osoby vystaveny zdraví škodlivému záření. Výbušné materiály silně absorbují THz záření na určitých frekvencích (viz. Obrázek 13), avšak u jiných – tzv. „terahertzových otisků prstu“ mohou být použity k identifikaci výbušniny a odlišit ji tak od oděvu nebo jiných inertních materiálů. Terahertzové technologie jsou schopny detekovat různé druhy plastických tržavin i přes oblečení, včetně PETN (Pentaerythritoltetranitrát). [11, 12]



Obrázek 13. Thz spektrum absorpce výbušnin [12]

4.2 Detekce výbušnin pomocí rentgenového záření

Dnešní rentgenové detektory výbušnin se používají zejména ke kontrole zavazadel, balíků, popřípadě i pro rentgenování nákladních vozidel. Tyto detektory využívají elektromagnetické vlnění s velmi krátkou vlnovou délkou λ (0,01 až 10 nm). Rentgenové záření ionizuje vzduch, vyvolává světélkování některých látek, způsobuje zčernání fotografického filmu a působí také na živé organismy. Záření prochází různými látkami, ale je jimi více nebo méně pohlcováno. To je následně zachyceno na stínítku nebo filmu. Tyto rentgeny jsou velice účinné. Zejména poslední generace, která dokáže určit protonové číslo, hustotu a hmotnost materiálu, dokáže na základě těchto dat určit jeho nebezpečnost. Jejich chod je částečně automatizován (rentgen dokáže sám identifikovat výbušniny). Výsledný obraz je 2D nebo 3D, což je velkou výhodou pro obsluhu a zvyšuje se tak schopnost detekce nebezpečných materiálů. [43]

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 ODDĚLENÍ SPECIÁLNÍ KYNOLOGIE PČR V PŘEROVĚ

V praktické části se pokusím nastínit postup, kterým jsou psi v kynologické skupině v Přerově cvičeni na vyhledávání výbušnin a jejich náklady na jednoho psa ve službě, ale také provedení testu ve kterém pes vyhledává a označí vybrané výbušniny při tréninku. Následující část práce byla konzultována s psovody ze skupiny speciálních kynologických činností Krajského ředitelství policie Olomouckého kraje, oddělení služební kynologie sídlící budově Obvodního oddělení Přerov II na ulici U Výstaviště. Tato skupina kynologů zabývající se výcvikem a nasazením psů vyhledávající výbušniny, akcelerační a drogy. Tito psi se mimo jiné využívají na vyhledávání výbušnin a nástražných výbušných systémů. Každý pes má své specifické zaměření, to znamená, že pes, který se specializuje na výbušniny, nemůže hledat drogy, či lidské ostatky.

5.1 Základy výcviku pro vyhledávání výbušnin u Police ČR

Speciální výcvik psa nasazovaného k vypátrávání výbušnin je zaměřen především na nalezení výbušnin, které jsou využívány k sestavení nástražného výbušného systému. V oboru kriminalistiky a policejních činností je za nástražný výbušný systém považován předmět sestavený z výbušniny nebo zápalné látky, který případně obsahuje pyrotechnický prostředek a je vybaven funkčními prostředky iniciace. Podle současné právní úpravy je velmi nesnadné definovat pojem výbušnina, neboť příslušný zákon odkazuje na jiný právní předpis, který de facto obsahuje stále se měnící seznam výbušnin a výbušných předmětů. Obecně je možno konstatovat, že výbušninami jsou chemické látky ve stavu tuhém nebo kapalném, které mají podle technických pravidel vlastnosti střelivin, trhavin, třaskavin nebo výbušných pyrotechnických složí. Mezi výbušniny lze zahrnout rovněž roznětky, bleskovice, municie a pyrotechnické výrobky. [5]

Využívání speciálně vycvičených psů k detekci výbušnin, které jsou používány k sestavení nástražných výbušných systémů, náleží především do kompetence pyrotechnické služby Policie ČR. Ta reaguje na čtyři základní formy ohrožení nástražnými systémy: [5]

- Hrozby použití nástražného výbušného systému
- Nálezy předmětů s podezřením na existenci nástražného výbušného systému
- Nález nástražného výbušného systému, u kterého nedošlo k iniciaci

- Výbuchy nástražných výbušných systémů, kterými byl ohrožen život a zdraví osob, případně které tento následek způsobily a případy způsobení materiálních škod na majetku

Speciální výcvik psů k vyhledávání výbušných látek je podle domácích i zahraničních zkušeností zaměřen především na ty výbušniny a jejich prekurzory, které jsou pro zhotovitele nástražných výbušných systémů nejnáze dostupné, a to s přihlédnutím k seznamu výbušnin již použitých, včetně zahraničních zkušeností. [5]

V této kapitole je nastíněn postup při výcviku psů pro vyhledávání výbušnin. Výcvik psů pro hledání výbušnin není pro každého, vzhledem k tomu, že nejsou běžně dostupné. Pro výcvik psů k vyhledávání výbušnin je nutné používat skutečné výbušniny, nelze použít jejich náhražky. V České republice se k nácviku používají i neoznačované výbušniny.

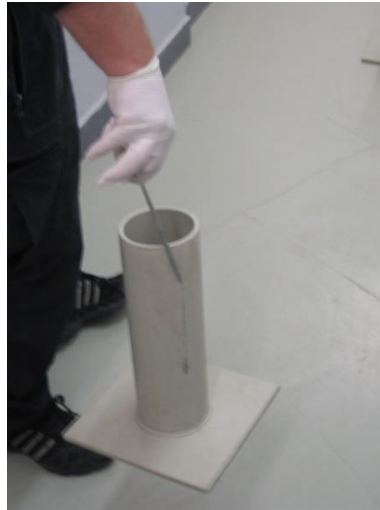
Jednotlivé fáze výcviku:

- Asociace pozitivního vjemu s výbušninou, označení
- Negativních pachy
- Generalizace, výdrž, prázdné hledání

5.1.1 Asociace pozitivního vjemu s výbušninou, označení

Asociace je způsob, jakým se psi učí. Asociace znamená, že si pes spojí co se děje s něčím jiným. Například hodně psů dokáže rozeznat, jakou bundu si oblékáte na vycházku, a kterou berete, jdete-li do práce. Asociace je základem všech nových dovedností psa.

Úkolem psovoda je v tomto případě vypěstovat u psa pozitivní vjem, když čichá k výbušnině a správně jej při tom motivovat, jak lze očekávat, odměnou je ve většině případů pamlsků nebo oblíbená hračka, kterou musí pes dostat ve správný čas, aby si pes spojil tento pozitivní vjem s konkrétním výkonem, jenž od něj požadujeme. Před samotným cvičením je zapotřebí zabezpečit výbušninu, aby nedošlo k její kontaminaci. Z tohoto důvodu je zabalena do dvou rychlouzavíracích sáčků, a když dojde ke kontaktu psa nebo psovoda s vnějším obalem, výbušninu lze snadněji zabalit do čistého obalu. Čistota výbušnin a přípravků pro její umístění (viz Obrázek 14) je v této fázi a obecně při výcviku psů pro tyto účely velice důležitá, protože pes je tvor inteligentní a začne si při výcviku „pomáhat“ pachem, kterým byla kontaminována výbušnina nebo její obal. I z tohoto důvodu se pro výcvikové účely využívají také výbušniny neobsahující značkovadlo.



Obrázek 14. Přípravek pro umístění tréninkových vzorků

Na samém začátku se sáček s výbušninou nechá psem očichat a v případě, že si k ní čichne, musí být odměněn. Toto cvičení se musí opakovat, až do doby, kdy se u psa vytvoří pozitivní vjem ve spojitosti s pachem výbušniny. Postupně se zvyšuje vzdálenost výbušniny od psa, aby musel převzít iniciativu. Obtížnost je třeba zvyšovat postupně, aby pes neztratil zájem.

V další části se musí pes naučit značení nálezu psovodovi. Nález miny či výbušniny vycvičený pes nejčastěji signalizuje nehybným seděním, nebo zalehnutím, což není pro psa přirozené a musí se řádně natrénovat. Škrábání či štěkání není v těchto situacích přípustné, mohlo by inicializovat výbušninu. (viz Obrázek 15).



Obrázek 15. Pes značící nález výbušniny

V závěru této fáze výcviku by se pach výbušniny měl stát signálem pro označení výbušniny. Až bude čichat k výbušnině, dostane odměnu a hned poté povel např. sedni. Odměnu musí dostat, i když daný povel neprovede. Toto cvičení se provádí až do chvíle, kdy pes má danou techniku označování zvládnutou a provádí ji sám od sebe, jen co ucítí pach výbušniny. [1]

5.1.2 Negativní pachy

Jednou z nejdůležitějších fází a zlomový okamžik výcviku je zařazení negativních pachů do výcviku. Negativní pachy mají za úkol rozptýlit pozornost psa a dokonale prověřit jeho dosavadní výcvik a poslušnost. Při výcviku se jako negativní pachy osvědčily různé pařlisky, piškoty, ale i chemikálie, se kterými může pes přijít při práci do styku. Pro začátek je dobré začínat se dvěma negativními pachy a jedním vzorkem výbušniny. Pak můžeme postupně zvyšovat obtížnost přidáním více pachů (viz Obrázek 16), ale i jejich atraktivitou pro psa. V počáteční fázi je důležité, aby pes získal sebejistotu při vyhledávání výbušniny mezi falešnými vzorky. Pes dostane odměnu, i když správně nehlásí nález. Toto cvičení se opakuje, dokud pes spolehlivě neoznačuje vzorek s výbušninou a nalezení správně hlásí. Mezi jednotlivými cviky hledání je důležité měnit postavení vzorků. Nádoby pro umístění vzorků musí být neprůhledné, aby si pes nepomáhal zrakem a naučil se pracovat pouze čichem, proto ani sám psovod, který psa vede, neví ve kterém vzorku je ukrytá výbušnina.

Psovod svým chováním nesmí ovlivnit psa při práci. Postupně se zvyšuje počet vzorků, které musí pes očichat. Vycvičený pes pracuje až se sedmi vzorky, mezi kterými musí vyhledat výbušninu a řádně ji označit.



Obrázek 16. Příklad rozmístění a uložení negativních pachů.

5.1.3 Generalizace, výdrž, prázdné hledání

Počáteční trénink probíhá v prostorách, kde není pes rušen okolními vlivy a je zde relativní klid. Následně je třeba vyzkoušet, jak bude pes schopen a připraven vyhledávat výbušninu na rušných místech jako jsou nádraží, případně letiště, tam kde se vyskytuje větší počet lidí.

U psů, kteří vyhledávají výbušninu je důležitá jejich výdrž, což je doba, po kterou je pes schopen práce a vyhledávání. Zvýšení výdrže lze částečně dosáhnout tréninkem, ale nelze ji zvyšovat do nekonečna. Délka vyhledávání se při tréninku zvyšuje postupně a prokládá se i krátkými úkoly. Nemělo by dojít k situaci, kdy každé nové vyhledávání bude delší. V takovém případě by mohlo dojít k frustraci z vyhledávání. Sám psovod musí rozhodnout, jak dlouho bude pes pracovat. Přece jen to není stroj a i na něj dopadá únava. Opravdovou zkouškou výcviku psa je prázdné hledání. To znamená, že prohledávané vzorky neobsahují ani jeden vzorek výbušninu. Toto cvičení je velice důležité pro následné využití psa v terénu, kdy se zřídka setká s nastraženou výbušninou. V praxi nelze prázdné hledání uplatňovat neustále. Cvičné vzorky s výbušninou se mohou vyskytnout i v zavazadlech

cestujících na letištích, kde tyto výbušniny umísťují policisté do batohů a zavazadel cestujících. Tyto vzorky umožňují udržet psa v ostražitosti a povzbudit ho k dalšímu hledání.

5.2 Zhodnocení nákladů na služebního psa

Prvotním nákladem je pořízení psa. Existuje několik způsobů, jak může Policie ČR získat psa. Nejlevnějším způsobem je z vlastního chovu, evidenční cena psa v chovné stanici je 3000,- Kč. V současné době je v provozu pouze jedna chovná stanice v Domažlicích. Kromě této stanice může Policie ČR získat psa z civilního sektoru a to buď je jí darován, nebo odkoupen od majitele. Ceny za štěně se pohybují v rozmezí 3000,- Kč až 5000,- Kč. Většina psovodů preferuje nákup štěněte před vycvičeným psem a to jednak z důvodů finančních, ale také se můžou věnovat výchově psa už od útlého mládí. I když podstupují riziko, že pes bude v dospělosti trpět nejrůznějšími onemocněními. Každý pes musí projít několika vyšetřeními a také rentgenem kloubů v 6. a 12. měsíci. Cena vyšetření kloubů se pohybuje kolem 2000,- Kč. Roční náklady na vycvičeného psa jsou uvedeny v Tabulce 2, ve které nejsou zahrnuty jednorázové investice, jako je kotec, misky, očipování.

Tabulka 2. Roční náklady na psa

Náklady za psa	Odhadovaná cena (Kč)
Odčervení	600
Očkování	1000
Suché krmivo	10000-12000
Vitamíny a doplňky	1500
Obojek	150
Vodítko	180
Pamlsky	1000
Aporty	300
Přihláška ke zkouškám	500
Celkem za rok	15230 - 17230

5.3 Detekce výbušnin pomocí psa

Závěr praktické části je věnován ověření účinnosti a práce psů specializovaných na vyhledávání výbušnin. Cvičné vzorky výbušnin vyhledávala pětiletá fena Igara, která je pro tento účel vycvičena. První části vyhledávala vzorky výbušnin ze cvičných přípravků. Pro tento účel bylo vybráno šest výbušnin.

Perunit E – tato důlní skalní trhavina je klasického dynamitového typu s vysokým obsahem energie, velkou hustotou a vysokými hodnotami detonační rychlosti. Používá se na podzemních pracovištích v nevýbušném prostředí a na povrchu všude tam, kde charakter

rozpojovaného materiálu vyžaduje výkonné trhavinu (viz Obrázek 17). Od roku 2007 neobsahuje zdravotně nebezpečné nitroaromáty DNT a TNT [38]



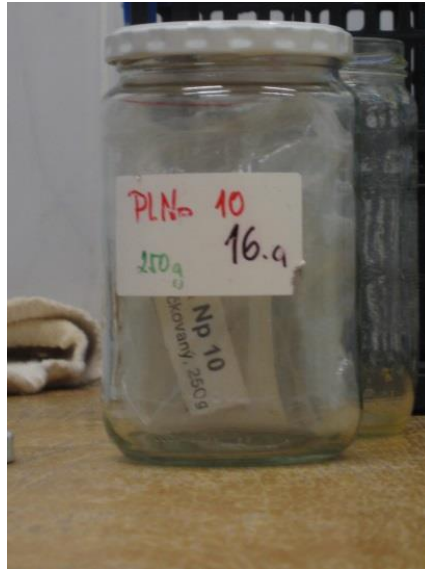
Obrázek 17. Perunit E 300g

Tritolová nálož - tritol je poměrně málo citlivou a velmi stabilní výbušninou (viz Obrázek 17). Používá se jako výbušnina ale i k přípravě tavitelných vojenských směsí. Výbušnina byla ve značné míře používána v protipěchotních minách za 2. světové války. [37]



Obrázek 18. Tritolová nálož 200g

Pl Np 10 - jedná se plastickou trhavinu, která je asi o 50% účinnější než tritol (viz Obrázek 19). Manipulace s touto trhavinou je naprosto bezpečná, není citlivá na úder, tření ani průstřel. [36]



Obrázek 19. PLNo 10 250g

Pl Hx 30 - Plastická trhavina patřící do kategorie velké účinnosti (viz Obrázek 20). Z vojenského hlediska se řadí mezi speciální ženijní náloživo. Obsahuje 40% hexogenu, 40% pentritu, 8% práškového hliníku a 12% nevybušného pojiva. [36]



Obrázek 20. Plastická trhavina Pl Hx 30 250g.

Semtex 1A - Plastická trhavina pro zvláštní použití na bázi nevybušného plastifikátoru, jejíž účinnou složkou je Pentrit (viz Obrázek 21). Trhavina obsahuje značkovací látku pro před výbuchovou detekci. Používá se zejména pro destrukční práce, trhací práce pod vodou (do 100 m) a speciální trhací práce a jako počínová trhavina. Trhavinu lze dělit a tvarovat. [38]



Obrázek 21. Semtex 1A 250g

Semtex 1H - Plastická trhavina pro zvláštní použití, na bázi nevýbušného plastifikátoru, jejímiž účinnými složkami jsou Pentrit a Hexogen (viz Obrázek 22). Trhavina obsahuje značkovací látku pro před výbuchovou detekcí. Používá se zejména pro destrukční práce, trhací práce pod vodou (do 100 m vodního sloupce) a speciální trhací práce. Jedná se o trhavinu typu SEMTEX® s nejvyšší detonační rychlostí. Trhavinu lze dělit a tvarovat za podmínek uvedených v návodu na její používání. [38]



Obrázek 22. Semtex H 250g

Permon 10T - Povrchová sypká amonledková trhavina s obsahem TNT (viz Obrázek 23). Klasický způsob její výroby koloběhováním zaručuje dokonalou homogenizaci komponentu a tím i vysokou a stabilní kvalitu trhaviny. Používá se k trhacím pracím na povrchu v

suchém prostředí. Je použitelná zejména v měkkých a středně tvrdých horninách. Dodává se v náložkách i volně sypaná. Neobsahuje karcinogenní DNT. [38]



Obrázek 23. Permon 10T

5.3.1 Vyhledávání výbušnin z cvičných přípravků

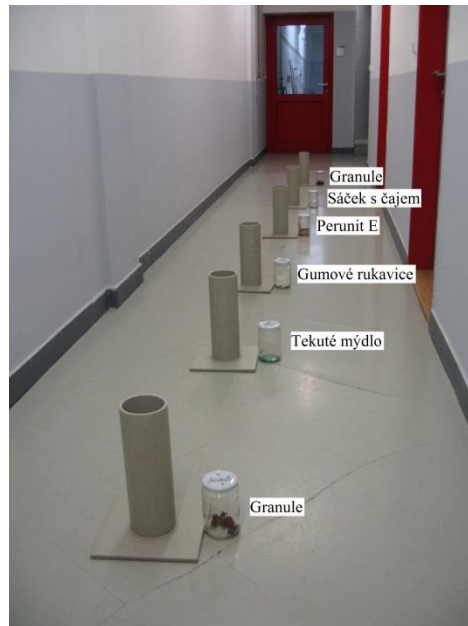
Na první části pracovní ukázky, kdy pes vyhledával výbušniny z šesti výcvikových přípravků, bylo provedeno 13 hledání, z nichž 12 obsahovalo výbušninu. Pro tento účel bylo zvoleno prvních šest uvedených výbušnin (Perunit E, Tritolová nálož, Pl Np 10, Pl Hx 30, Semtex 1A, Semtex 1H). Každou z těchto výbušnin musel pes označit dvakrát mezi klamnými pachy (viz Obrázek 24). Pozice vzorků byla určena náhodným výběrem. Psovod nebyl předem informován o pozici vzorku.



Obrázek 24. Klamně pachy

Pro ilustrační účely práce psa byl vybrán vzorek výbušnin Perunit E její umístění viz. Obrázek 25, dále na Obrázku 26 je znázorněna práce psa při prohledávání vzorků umístěných na chodbě. Pes v tomto případě pracoval zcela samostatně, v takových případech je nutné ověřit, zda na psa v objektu nebo na místě údajného uložení nálože nečeká nějaké nebezpečí v podobě pastí. V praxi se využívá i metoda, kdy pes postupuje zároveň se psovodem a ten mu ukazuje místa, která má očichat, jako jsou například škvíry mezi zásuv-

kami, nebo odložená zavazadla. V obou případech je nutné, aby pes očichal veškerá místa možného úkrytu výbušniny. Také je zde vidět pracovní oblečení psodova, ve kterém vyjíždí i k případům ohlášení možného umístění nástražného výbušného systému. Přesto, že při vyhledávání výbušnin psem může dojít k inicializaci nástražného výbušného systému, nemají tyto skupiny psodů v současné době k dispozici speciální pyrotechnické obleky, které v případě exploze chrání život a zdraví.



Obrázek 25. Umístění vzorku s výbušninou



Obrázek 26. Práce psa při hledání

Ani v jednom případě detekce výbušniny Igara nezaváhala a všechny vzorky řádně označila, při prázdném hledání nebyl označen žádný ze vzorků. Tento výsledek 100% úspěšnosti může být zapříčiněn i tím, že všechny testované vzorky byly i součástí výcviku, ale i tak je to obdivuhodný výsledek, vezmeme-li v úvahu, že při tréninku se cvičí na přibližně třech desítkách vzorků.

5.3.2 Hledání výbušnin v bednách

V druhé části musela služební fena Igara označit bednu s výbušninou Permon 10T (viz Obrázek 27) tento trénink simuluje vyhledávání výbušnin ze šuplíků, batohů a kufrů. Tyto skryše představují pro psa velice náročný úkol, protože netěsnosti ve spárách, kterými by

mohly unikat výpary výbušnin, jsou velice malé. Navíc výbušnina byla umístěna do bedny pouze 5 minut před začátkem testu, což značně ztížilo její detekci.



Obrázek 27. Výbušnina ukrytá v bedně

Z tohoto testu vyplývá, že psovodi z Obvodního oddělení Přerov II jsou na detekci výbušnin výborně připraveni a berou svou práci zodpovědně. Pro výjezdy do terénu má tato skupina přidělený speciálně upravený vůz značky Fiat, do kterého lze samostatně umístit až 4 psy. Prostor pro osádku i psy je klimatizován.



Obrázek 28. Výjezdové vozidlo kynologické skupiny specialistů

ZÁVĚR

Tato práce měla za cíl provést rešerši v oblasti biologického a elektronického nosu a jejich aplikaci pro vyhledávání výbušnin. Vycházel jsem z poznatků získaných studiem naší i zahraniční literatury, konzultacemi s psovody kynologické skupiny speciálních činností.

V první části práce jsou popsány jednotlivé skupiny pyrotechnického vzdělání. Pyrotechnické vzdělání vojenské, policejní a civilní. Pozornost je věnována i koncesované živnosti a před výbuchovému značkování trhavin.

Ve druhé části se práce zaměřuje na detekci výbušnin pomocí služebních psů. Jsou zde popsány tři základní smysly psa, které dokáže uplatnit při vyhledávání výbušnin, nejvíce využívané rasy pro detekci výbušnin, také požadavky na samotného psa a psovoda. V tomto případě dominuje Německý ovčák pro svou dostupnost z chovných stanic, ale taky pro jeho povahové vlastnosti.

V části elektronických nosů je popsán jejich základní princip zařízení určených nejen k vyhledávání výbušnin. Podle mého názoru lze považovat tyto zařízení pouze jako orientační. Přístroj Explonix vypadá velice slibně a soukromé bezpečnostní agentury jej testují na letištích v Mošnově a Praze. Otázku, zda lze v současné době psy nahradit elektronickými zařízeními, není lehké zodpovědět. Částečně se sem hodí vyjádření Pentagonu z roku 2013 týkající se problematiky detekce výbušnin, ze kterého vyplývá, že po šesti letech a devatenácti miliardách dolarů určených k nalezení technologie, která by spolehlivě dokázala odhalit přítomnost výbušniny, zůstávají psi bezkonkurenčně nejspolehlivější. Velkou výhodou psů je jejich schopnost vystopovat výbušniny v pohybu, tedy sebevražedného atentátníka, i když vynalézavost atentátníků roste a odborníci z oblasti dopravy se obávají výbušnin zamaskovaných jako implantáty v nadrech či hýždích. Takto zamaskované výbušniny nejsou schopné odhalit ani Thz skenery, které se v posledních letech objevují na letištích. Pro skenování zavazadel je rentgen pravděpodobně nejlepším způsobem jak odhalit nebezpečné látky.

V praktické části je uveden podrobný postup, kterým jsou cvičeni psi na vyhledávání výbušnin ve Skupině speciálních kynologických činností v Přerově a také pokus, při kterém služební pes vyhledával vzorek výbušniny mezi negativními pachy. Služební pes detekoval všechny vybrané výbušniny bez problémů.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KHAM, Anne Lill. *Pachové práce: království vůní*. Vyd. 1. Praha, 2012, 114 s. ISBN 978-80-7428-150-1.
- [2] KRAUSA, M a Aleksey Alekseyvitch REZNEV. *Vapour and trace detection of explosives for anti-terrorism purposes*. London: Kluwer Academic, c2004, ix, 152 p. ISBN 14-020-2716-8.
- [3] EIS, Vilém. *Pachové práce služebních psů*. 2. vyd. Praha: Magnet-Press, 1991, 97 s. ISBN 80-854-3433-4.
- [4] TUREČEK, Jaroslav. *Technické prostředky bezpečnostních služeb*. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie České republiky, 1998, 97 s. ISBN 80-859-8181-5.
- [5] GAYGILL, J.Sarah et al. *Current trends in explosive techniques*. Talanta, vol. 88, p. 14-29, ISSN 0039-9140
- [6] PROCHÁZKA, Michal. *Metody detekce energetických materiálů*. Brno, 2008. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [7] HOLČÁK, Michal. *Hmotnostní spektrometrie*. In: *Mass Spectrometry Group* [online]. 2013 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: http://holcapek.upce.cz/teaching/Mol_spek_2013/Mol_spek_prednaska6_MS.pdf
- [8] STRAUS, Jiří a František VAVERA. *Historie kriminalistické metody – odologie*. In: *Kriminalistický sborník*, 2007, ročník 51, s. 59-62
- [9] School of Electrical and Electronic Engineering. In: *Materials for terahertz science and technology* [online]. 2002 [cit. 2014-03-28]. Dostupné z: http://www.eleceng.adelaide.edu.au/thz/publications/ferguson_2002_npg.pdf
- [10] GARDNER, J.W. a Jehuda YINON. *Electronic noses and sensors for the detection of explosives*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004, 308 s. ISBN 14-020-2317-0.
- [11] VANČUROVÁ, Lucie. *Moderní spektroskopické metody ve forenzní technické analýze*. Zlín, 2013. Dostupné z: http://dspace.k.utb.cz/bitstream/handle/10563/25308/van%20Durova%20A1_2013_dp.pdf?sequence=1. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

- [12] TerahertzApplications. *TerahertzLightApplications - TeraView* [online]. 2013 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://www.teraview.com/applications/index.html>
- [13] IR spektroskopie. In: [online]. [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: http://physics.ujep.cz/~mkormund/P323/ChMat_II_pr4.pdf
- [14] YINON, Jehuda. *Forensic and EnvironmentalDetectionofExplosives*. Chichester: John Wiley and Sons, 1999, 285 s. ISBN 04-719-8371-3.
- [15] 21stoleti.cz. *Jak vyčenichat výbušninu?* [online]. 2011, č. 08 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: <http://21stoleti.cz/blog/2011/08/19/jak-vyčenichat-vybusninu/>
- [16] SMRČKOVÁ, Lea. *Psi celého světa: rádce pro správný výběr psa*. 1. vyd. Praha: Grada, 2012. ISBN 978-80-247-3759-1.
- [17] DAVIS, Caroline. *Můj pes: úplný průvodce péčí o psa po celý jeho život*. České vyd. 1. Praha: Ottovo nakladatelství, 2005. ISBN 80-7360-215-6.
- [18] Pes přítel člověka. *Sluch* [online]. 2009 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: <http://pes.eu.sk/sluch/>
- [19] Cz-pes. *Jak se stát policejním psovodem a co to obnáší?* [online]. 2004 [cit. 2014-04-19]. Dostupné z: <http://www.cz-pes.cz/cl-2004030602-q-Jak-se-stat-policejnim-psovodem-a-co-to-obnasi>
- [20] Závazný pokyn č. 80/2009 Sb. Policejního prezidenta ze dne 17. Června 2009, kterým se upravuje činnost služební kynologie a služební hipologie
- [21] STETTER J.R., PENROSE W. R. "*THE ELECTROCHEMICAL NOSE*" Department of Biological, Chemical and Physical Sciences Illinois Institute of Technology - Chicago, 2001, IL 60616, USA
- [22] *Elektronický nos* [online]. 2011 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z WWW: <http://www.eufic.org/article/cs/artid/elektronicky-nos/>
- [23] Inset. *PYROTECHNICKÝ PRŮZKUM* [online]. 2014 [cit. 2014-04-24]. Dostupné z: http://www.inset.com/pyrotechnicky_pruzkum.php
- [24] Staples E. J., Viswanathan S.: *DetectionofContrabands in CargoContainersUsing a High-Speed GasChromatographwithSurfaceAcousticWave Sensor*. Ind. Eng. Chem. Res., 2008, 47(21), 8361-8367.
- [25] STAPLES, E.J. a Shekar VISWANATHAN. Engineering and Technology. *DetectionofContrabands in CargoContainersUsing a High-Speed GasChromatographwithSurfaceAcousticWave Sensor*. 2008.

- [26] Automa. *Strojové vnímání vůní a zápachů* [online]. 2000 [cit. 2014-05-10]. Dostupné z: http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=27557
- [27] MOORE, David S. Recent Advances in Trace Explosives Detection Instrumentation. *Sensing and Imaging: An International Journal*. 2007, vol. 8, issue 1, s. 9-38. DOI: 10.1007/s11220-007-0029-8. Dostupné z: <http://link.springer.com/10.1007/s11220-007-0029-8>
- [28] Armáda a vojenství. *Studie a materiály poválečné armády*. [online]. 2009 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://armada.vojenstvi.cz/povalecna/studie/21.htm>
- [29] *Pyrotechnická činnost v Armádě České republiky.: Vševojsk-16-20*. Praha, 2000.
- [30] Ministerstvo vnitra. *Vzdělávání a výcvik policistů*. [online]. 2008 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://aplikace.mvcr.cz/archiv2008/106/policie/prezidium/0611221500.html>
- [31] DOLNÍČEK, Lubor. *Specifika vzdělávání pyrotechniků Policie České republiky*. Olomouc, 2010. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci.
- [32] Olicskestrojirny a.s. - Skolicistredisko OIST. *Odborné kurzy* [online]. 2014 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.pos.cz/htm/skoleni.htm>
- [33] THz in Security and Defense. THz Communications. *MyCCNet* [online]. Copyright © Zumo Software Inc. Updated: Sep 13, 2008 [cit. 2013-04-02]. Dostupné z: https://ccnet.stanford.edu/cgi-bin/course.cgi?cc=ee392g&action=handout_download&handout_id=ID122812644922069
- [34] HOLČAPEK, Michal. MassSpectrometry Group @ University of Pardubice. In: *Ionizační techniky* [online]. 2010 [cit. 2014-04-27]. Dostupné z: http://holcapek.upce.cz/teaching/02_IonizacniTechniky.pdf
- [35] ŠESTÁK, Jozef. *Moderní metody detekce energetických materiálů*. Brno, 2009. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně.
- [36] *Estcal* [online]. 2009 [cit. 2014-05-21]. Dostupné z: <http://www.estcal.com/>
- [37] BALARYN, Jindřich. *Příručka vojáka AČR*. Vyškov, 2006.
- [38] *Explosia* [online]. 2003 [cit. 2014-05-25]. Dostupné z: <http://www.explosia.cz/>
- [39] ČERNÁ, Karolína. *Schopnost psů vycvičených na detekci výbušnin generalizovat pach TNT*. Praha, 2011. Diplomová práce. ČZU FAPPZ katedra obecné zootechniky a etologie.

- [40] *Team Trade d.o.o.* [online]. 1999 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://team-trade.si/>
- [41] *RS Dynamics* [online]. 1997 [cit. 2014-05-22]. Dostupné z: <http://www.rsdynamics.com/>
- [42] Chemické listy. In: *Ionizační techniky a rozhraní pro spojení kapilárních elektromigračních metod s hmotnostně spektrometrickou detekcí.* [online]. 2013 [cit. 2014-04-14]. Dostupné z: http://chemicke-listy.cz/docs/full/2013_12_949-955.pdf
- [43] KROČA, Josef. *Detektory výbušnin.* Zlín, 2009. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

AN	Ammoniumnitrate - Dusičnan amonný
APCI	Atmospheric pressure chemical ionisation - Chemická ionizace za atmosférického tlaku
DART	Přímá analýza v reálním čase
DESI	Desorption Electro Spray Ionization - Desorpční ionizace elektrosprejem
DNT	Dinitrotoluen
ESI	Ionizace elektrosprejem
HMX	Oktahydro - 1,3,5,7 - tetranitro-1,3,5,7 - tetrazocin
IMS	Spektrometrie iontové mobility
MALDI	Ionizace lasere v přítomnosti matrice
MV	Ministerstvo vnitra České republiky
NG	Nitroglycerin - Glycerol trinitrát
NM	Nitromethan
PETN	Pentaerythritol tetranitrát
RDX	Hexahydro - 1,3,5 - trinitro - 1,3,5-triazin
SAW	Detektor povrchové akustické vlny
TATP	3,3,6,6,9,9 - hexamethyl - 1,2,4,5,7,8 - hexaoxonan
THz	Terahertzové
TNT	Trinitrotoluen
VÚPCH	Výzkumný ústav průmyslové chemie Explosia

SEZNAM OBRÁZKŮ

Nenalezena položka seznamu obrázků.

Obrázek 1. Blokové schéma - nos savce (nahore) a elektronický nos (dole)	28
Obrázek 2. Schématické znázornění principu IMS [40]	30
Obrázek 3. Princip činnosti Znose detektoru [36]	32
Obrázek 4. Výstup z analýzy Znose [36]	33
Obrázek 5. VaporTracer2 [40]	33
Obrázek 6. Blokové schéma hmotnostního spektrometru [7]	37
Obrázek 7. Chemická ionizace za atmosférického tlaku [6]	38
Obrázek 8. Schéma práce DESI [7]	39
Obrázek 9. Vzorek z prstu pomocí DESI [7]	39
Obrázek 10. Přímá analýza v reálném čase [34]	40
Obrázek 11. THz spektrum [9]	40
Obrázek 12. Zobrazení Thz technologie v oblasti bezpečnosti [12]	41
Obrázek 13. Thz spektrum absorpce výbušnin [12]	41
Obrázek 14. Přípravek pro umístění tréninkových vzorků	46
Obrázek 15. Pes značící nález výbušniny	47
Obrázek 16. Příklad rozmístění a uložení negativních pachů	48
Obrázek 17. Perunit E 300g	50
Obrázek 18. Tritolová nálož 200g	50
Obrázek 19. PINo 10 250g	51
Obrázek 20. Plastická trhavina PI Hx 30 250g	51
Obrázek 21. Semtex 1A 250g	52
Obrázek 22. Semtex H 250g	52
Obrázek 23. Permon 10T	53
Obrázek 24. Klamné pachy	53
Obrázek 25. Umístění vzorku s výbušninou	54
Obrázek 26. Práce psa při hledání	55
Obrázek 27. Výbušnina ukrytá v bedně	56
Obrázek 28. Výjezdové vozidlo kynologické skupiny specialistů	56

SEZNAM TABULEK

Nenalezena položka seznamu obrázků.

Tabulka 1. Tenze par výbušnin [10]	28
Tabulka 2. Roční náklady na psa	49