

POLICEJNÍ AKADEMIE ČESKÉ REPUBLIKY V PRAZE

DIPLOMOVÁ PRÁCE

2023

Bc. JAN JANÍČEK

POLICEJNÍ AKADEMIE ČESKÉ REPUBLIKY V PRAZE

Fakulta bezpečnostně právní

Katedra kriminalistiky

Vybrané metody zkoumání povýbuchových zplodin zábavné pyrotechniky

Diplomová práce

Selected methods of examination post-blast residues from fireworks

Master thesis

VEDOUCÍ PRÁCE

Doc. Ing. Jaroslav Suchánek, CSc.

AUTOR PRÁCE

Bc. Jan Janíček

PRAHA

2023

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že předložená práce je mým původním autorským dílem, které jsem vypracoval samostatně. Veškerou literaturu a další zdroje, z nichž jsem čerpal, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Havířově, dne 16. 2. 2023

Bc. Jan Janíček

Poděkování

Děkuji Doc. Ing. Jaroslavu Suchánkovi, CSc. za vedení a cenné připomínky. Děkuji za materiálně technické zabezpečení spol. Pyromoravia, a spol. Devap, dále Kriminalistickému ústavu, a OKTE Praha Policie ČR za umožnění přístupu do laboratoří, a pomoc při práci.

V Havířově, dne 16. 2. 2023

Bc. Jan Janíček

ANOTACE

Cílem této diplomové práce je seznámení s pojem povýbuchových zplodin, jejich vzniku při výbuchu výbušné slož, jejich složení, charakteristika a odlišnost od povýstřelových zplodin. V teoretické části je popsán mechanismus vzniku povýbuchových zplodin, a možná místa jejich nálezu při kriminalisticky relevantních událostech. Pozornost bude věnována kriminalistickému významu těchto zplodin, a metody kriminalistickotechnického zkoumaní objektů povýbuchových zplodin, jejich vyhledávání, zajišťování, a možnostech taktického využití při vyšetřování trestné činnosti spojené s užitím zábavné pyrotechniky. Zmíněna bude i legislativní úprava legálního používání zábavné pyrotechniky, a kazuistika jejího zneužití. Praktická část je věnována praktickému ověření jedné ze dvou metod detekce a zobrazení povýbuchových částic z místa experimentálně provedeného výbuchu, prostřednictvím metody elektronové mikroskopie.

Klíčová slova: výbušná pyrotechnická slož * výbuch * povýbuchové zplodiny * zábavná pyrotechnika * elektronový mikroskop * iontová chromatografie

SUMMARY

The aim of master thesis is to introduce the concept of post-blast residues, their formation during explosion of an explosive composition, their composition, characteristics and difference from gun shot residues. The theoretical part describes the mechanism of post-blast residues formation, and possible places of their discovery during criminally relevant events. Attention will be paid to the criminalistic significance of these residues, and methods of criminalistic examination of objects of post-blast residues, their search, collecting, and the possibilities of tactical use in the investigation of criminal activities associated with the use of fireworks. The legislative regulation of the legal use of fireworks and the case study of their misuse will also be mentioned. The practical part is devoted to the practical verification one of two methods of detection and display of post-blast residues from the site of an experimentally performed explosion, by means of electron microscopy.

Key words: pyrotechnic composition * blast * post-blast residues * fireworks * electron microscope * ion chromatography

OBSAH

ÚVOD.....	9
1. ZÁKLADNÍ LEGISLATIVNÍ ÚPRAVA PYROTECHNICKÝCH VÝROBKŮ.....	12
1.1. Klasifikace pyrotechnických výrobků podle z. č. 206/2015	12
1.2. Zacházení s pyrotechnickými výrobky	15
1.2.1. Hospodářský subjekt nebo osoba s odbornou způsobilostí mohou prodávat pouze pyrotechnické výrobky	15
1.2.2. Povinností hospodářského subjektu nebo osoby s odbornou způsobilostí je skladovat pyrotechnické výrobky	16
1.3. Skladování pyrotechnických výrobků	16
1.3.1. Základní povinnosti pro zacházení s pyrotechnickými výrobky	17
1.3.2. Kontrola pyrotechnických výrobků	18
2. KAZUISTIKA.....	19
2.1. Případy ze zahraničí.....	19
2.1.1. Útok na policejní komisařství v Champigny-sur-Marne, Francie	19
2.1.2. Útok na hlídkující policisty o Silvestrovské noci, Hamburg, Německo.....	19
2.1.3. Útok na policistu v Southwicu, Sunderland, Velká Británie	20
2.2. Případy z České republiky	20
2.2.1. Vážné zranění ruky Sokolovsko.....	20
2.2.2. Vystřelené oko Olomouc	20
2.2.3. Zranění více osob v Moravskoslezském kraji	21
3. VÝBUCH OBECNĚ	22
3.1. Dělení výbušnin	22
3.1.1. Třaskaviny	23
3.1.2. Trhaviny	23
3.1.3. Střeliviny	24
3.1.4. Pyrotechnické slože	25

3.2.	Pyrotechnické výrobky	25
3.2.1.	Kompaktní ohňostroje	26
3.2.2.	Římské svíce	27
3.2.3.	Kulové pumy	28
3.2.4.	Dělobuchy	29
4.	KRIMINALISTICKÁ ODVĚTVÍ ZKOUMAJÍCÍ POVÝBUCHOVÉ ZPLODINY.....	30
4.1.	Kriminalistická pyrotechnika	30
4.2.	Kriminalistická chemie	31
5.	ZNALCI A ZNALECKÉ VÝSTUPY	32
5.1.	Znalec	32
5.2.	Znalecký posudek	33
5.3.	Odborné vyjádření.....	35
6.	PYROTECHNICKÉ STOPY POVÝBUCHOVÝCH ZPLODIN.....	36
6.1.	Kriminalistický význam stop povýbuchových zplodin.....	37
6.2.	Termogenické částice	38
6.2.1.	Povýbuchové částice.....	38
6.2.2.	Povýstřelové částice	39
6.2.3.	Rozdíly mezi povýbuchovými a povýstřelovými částicemi	41
6.2.4.	Odlišnosti povýbuchových zplodin zábavné pyrotechniky	42
6.2.5.	Povýbuchové zplodiny trhavin.....	42
6.2.6.	Zajišťování objektů zkoumání po výbuchu	43
7.	METODY ZKOUMÁNÍ ÚŽÍVANÉ K ANALÝZE PBR.....	44
7.1.	Analýza povýbuchových zplodin elektronovým mikroskopem	45
7.1.1.	Příprava vzorků k analýze elektronovým mikroskopem	46
7.2.	Iontová chromatografie.....	48

8. PRAKTICKÁ ČÁST	51
8.1. Experimentální odpal vybraných druhů zábavné pyrotechniky	51
8.1.1. Římská svíce	51
8.1.2. Kompaktní ohňostroj	52
8.1.3. Dělobuch	52
8.1.4. Kulová puma	52
8.2. Zajištění a analýza pyrotechnických stop povýbuchových zplodin	53
8.3. Výsledky analýzy stop elektronovým mikroskopem a další zjištěné poznatky	54
8.3.1. Vzorky č. 1,2,3, zajištěné z cíle zasaženého účinkem římské svíce.	56
8.3.2. Vzorky č. 4,5,6, zajištěné z cíle zasaženého účinkem kompaktního ohňostroje.	57
8.3.3. Vzorky č. 7,8,9, zajištěné z cíle zasaženého účinkem dělobuchu.	58
8.3.4. Vzorky č. 10,11,12, zajištěné z cíle zasaženého účinkem kulové pumy.	58
ZÁVĚR	60
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ	62
SEZNAM OBRÁZKŮ	65

ÚVOD

Tématem této práce jsou vybrané kriminalistickotechnické metody zkoumání částic povýbuchových zplodin, vznikajících při výbuchu, zde konkrétně zábavné pyrotechniky, jakožto stop odrážejících vnitřní strukturu objektu. Povýbuchové zplodiny, stejně jako povýstřelové zplodiny, jsou příslušné ke zkoumání kriminalistické laboratoři pracoviště anorganické chemie. V České republice se zabývá výzkumem, vývojem a aplikací kriminalisticko-vědních metod Kriminalistický ústav, se sídlem v Praze, jehož pracovníci jsou uznávanými vědci a skutečnými profesionály kriminalistické vědy jak v oblasti teoretické, tak zároveň praktické. Na aplikaci kriminalisticko-vědních metod na lokální úrovni se starají Odbory kriminalistické techniky a expertiz, při krajských ředitelstvích policie v osmi krajích České republiky. Experti na těchto útvarech policie, které se zkráceně označují jako OKTE, jsou spolu s techniky výjezdu, pro změnu skutečnými dělníky či řemeslníky kriminalistiky. U těchto útvarů pak policejní orgán zabývající se vyšetřováním trestné činnosti dožaduje provedení znaleckého posudku či odborného vyjádření z oboru kriminalistiky, zkoumáním stop zajištěných na kriminalisticky významných místech. Prakticky všechna odvětví kriminalistiky (např. daktyloskopie, trasologie, biologie, balistika a chemie) zabývající se analýzami, významně využívají při vyšetřování trestných činů, tzv. Locardův princip výměny, který říká, že při kontaktu dvou předmětů vždy dochází k vzájemnému přenosu materiálu. Důsledkem Locardova (Dr. Edmond Locard 1877–1966) výměnného principu v kriminalistice je, že jakákoli činnost, kterou jedinec provede v rámci páchaní trestné činnosti vede k vytvoření důkazů ve formě stop. Síla takových důkazů spočívá ve schopnosti odhalit, identifikovat a pochopit informace poskytnuté pro dopadení jednotlivce nebo obnovení okolností spáchaného trestného činu. Chemické analýzy, mezi něž patří i analýza povýbuchových zplodin, poskytují vyšetřujícím orgánům policie odpovědi na pokládané otázky, které zajišťují platnou identifikaci a přiřazení zdroje důkazů nalezených na místě kriminalisticky relevantní události.

Výbušné materiály, mezi které patří i zábavná pyrotechnika, představují vážné nebezpečí, protože mohou být nezákonně použity k hromadnému ohrožení veřejného pořádku, k ničení majetku a ke zranění nebo usmrcení osob. Detekce povýbuchových zplodin a identifikace výbušnin tak zůstává zásadní pro zajištění veřejné bezpečnosti, bezpečnosti infrastruktury a posílení boje proti terorismu a extrémismu. Po výbuchu může nalezení a analýza povýbuchových zplodin, či jejich nosičů, poskytnout důležité kriminalistické informace pro následné vyšetřování, zejména v případech, kdy existují, a na místě činu nebyly nalezeny žádné jednoznačně identifikující daktyloskopické či biologické stopy (např. DNA). Chemické složení, velikost a stupeň poškození nosičů stop, odebraných na místě po výbuchu mohou poskytnout potřebné informace pro vyhodnocení výbuchu, a rekonstrukci výbušného zařízení, a situace na místě události. Povýbuchové zplodiny obsahují nezreagované a zreagované chemické látky tzv. produkty hoření z původního výbušného (energetického materiálu), což poskytuje potřebné informace o tom, co se stalo, a informace k identifikaci složení výbušné náplně použité v zařízení. Zkoumáním povýbuchových zplodin, je neidentifikační zkoumání.

Neidentifikační zkoumáním se rozumí zkoumání nesměřující bezprostředně k identifikaci konkrétní osoby či věci. Cílem je zodpovědět na dodatečné otázky, ohledně druhové, skupinové příslušnosti, složení, kvality či kvantity ve stopě předloženého materiálu. V obecné rovině se neidentifikační zkoumání zabývá mechanismem vzniku stop, mechanismem události trestného činu nebo okolnostmi, které napomohly k jeho spáchání.¹

Cílem této práce je seznámit s platnou legislativní úpravou legálního nakládání a užívání zábavné pyrotechniky. Zmíněny v kazuistice budou i případy zneužití či užití v rozporu s platným právem, jak ze zahraničí, tak z České republiky. Popsán bude rovněž pojem výbuchu, jeho druhy, a dále pak základní skupiny výbušných chemických materiálů se zaměřením na pyrotechnické slože, jakožto výbušné směsi generující při vlastní činnosti – chemické reakci, povýbuchové zplodiny, které jsou předmětem zájmu této práce. Definovány budou termogenické částice,

¹ KONRÁD Z., PORADA V., STRAUS J., SUCHÁNEK J., *Kriminalistika. Teorie, metodologie a metody kriminalistické techniky*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2014, ISBN 978-80-7380-535-7, s. 72

jejich charakteristika a složení, kterými právě částice povýbuchových zplodin a povýstřelových zplodin jsou, a jak se od sebe odlišují. Vybrané metody jsou dvě nejvíce v praxi aktivně používané, které budou rovněž charakterizovány a popsány.

V praktické části, pak budou uvedeny poznatky a informace z analýzy povýbuchových zplodin, z vlastních experimentálně provedených odpalů zábavné pyrotechniky, s cílem poskytnout obrazovou dokumentaci povýbuchových zplodin konkrétních typů zábavné pyrotechniky, která je uvedena v teoretické části.

1. ZÁKLADNÍ LEGISLATIVNÍ ÚPRAVA PYROTECHNICKÝCH VÝROBKŮ

Z pohledu legálního tedy dovoleného užívání zábavné pyrotechniky jsou v rámci tuzemské právní úpravy, stěžejní tyto akty:

- Zákon č. 206/2015 Sb., o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice)
- Nařízení vlády č. 208/2015 Sb., o technických požadavcích na pyrotechnické výrobky a jejich uvádění na trh.

A dále pak:

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/29/EU, o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání pyrotechnických výrobků na trh ze dne 12. června 2013
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2007/23/ES, o uvádění pyrotechnických výrobků na trh ze dne 23. května 2007

1.1. Klasifikace pyrotechnických výrobků podle z. č. 206/2015

Pyrotechnický výrobek

je výrobek obsahující výbušné látky nebo směs výbušných látek určené k produkci tepla, světla, zvuku, plynu, kouře, nebo kombinace těchto efektů pomocí samoudržujících se exotermických chemických reakcí.²

Pyrotechnické výrobky se zařazují do těchto kategorií:

- a) zábavní pyrotechnika do kategorie F1, F2, F3 nebo F4,
- b) divadelní pyrotechnika do kategorie T1 nebo T2,

² § 3 odst. 1 písm. a) Zákon č. 206/2015 Sb. *Zákon o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice)*

c) ostatní pyrotechnické výrobky do kategorie P1 nebo P2. ³

Zábavní pyrotechnika

je pyrotechnický výrobek určený k zábavním účelům; zábavní pyrotechnika se rozděluje do kategorií F1, F2, F3 nebo F4.

Zábavní pyrotechnika se dělí na

a) kategorii F1, do níž patří zábavní pyrotechnika, která představuje velmi malé nebezpečí a má zanedbatelnou úroveň hluku, a která je určena pro použití na omezených plochách, včetně zábavní pyrotechniky určené k použití uvnitř obytných budov,

b) kategorii F2, do níž patří zábavní pyrotechnika, která představuje malé nebezpečí a má nízkou úroveň hluku a která je určena pro venkovní použití na omezených plochách,

c) kategorii F3, do níž patří zábavní pyrotechnika, která představuje středně velké nebezpečí, je určena pro venkovní použití na otevřených prostranstvích a jejíž úroveň hluku nepoškozuje lidské zdraví,

d) kategorii F4, do níž patří zábavní pyrotechnika, která představuje velké nebezpečí, je určena pro použití pouze osobami s odbornou způsobilostí a jejíž úroveň hluku nepoškozuje lidské zdraví.

Označení CE

je označení, kterým výrobce vyjadřuje, že pyrotechnický výrobek je ve shodě s příslušnými požadavky stanovenými harmonizačním předpisem Evropské Unie, který upravuje připojování tohoto označení. ⁴

Věkové hranice a další omezení

Subjekt nebo osoba s odbornou způsobilostí zpřístupní pyrotechnický výrobek (zábavní pyrotechniku) pouze osobě, která dosáhla věku

- 15 let u pyrotechnických výrobků (zábavní pyrotechniky) kategorie F1

³ § 4 odst. 2 písm. a) až c) Zákon č. 206/2015 Sb. *Zákon o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice)*

⁴ § 15 Zákon č. 206/2015 Sb. *Zákon o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice)*

- 18 let u pyrotechnických výrobků (zábavní pyrotechniky) kategorie F2
- 21 let u pyrotechnických výrobků (zábavní pyrotechniky) kategorie F3.

Pyrotechnické výrobky (zábavní pyrotechniku) kategorie F1, F2 nebo F3 lze zpřístupnit právnické osobě nebo podnikající osobě pouze prostřednictvím osoby, která splňuje danou věkovou hranici.⁵

Pyrotechnické výrobky (zábavní pyrotechniku) kategorie F4 lze dodávat na trh nebo jinak zpřístupnit pouze osobám s odbornou způsobilostí. Za osobu s odbornou způsobilostí se považuje fyzická osoba, která splnila zákonné podmínky k vydání osvědčení o odborné způsobilosti pro zacházení s pyrotechnickými výrobky podle zákona č. 206/2015 Sb. Osvědčení o odborné způsobilosti k zacházení s pyrotechnickými výrobky vydává Český báňský úřad.⁶

Označení pyrotechnického výrobku musí obsahovat

- a) údaje o výrobcí, je-li výrobce usazen v Evropské Unii, nebo údaje o dovozci, není-li výrobce usazen v Evropské Unii,
- b) název, druh, číslo a šarži nebo sérii pyrotechnického výrobku,
- c) registrační číslo pyrotechnického výrobku,
- d) minimální věkovou hranici,
- e) kategorii pyrotechnického výrobku,
- f) návod k použití,
- g) čistý obsah výbušných látek,
- h) dobu použitelnosti,
- i) u zábavní pyrotechniky kategorií F3 a F4 rok výroby a údaje o bezpečné vzdálenosti u pyrotechnických výrobků, u kterých je to vhodné.⁷

Na zábavní pyrotechnice musí být dále uvedeno:

⁵ § 5 odst. 1) Zákon č. 206/2015 Sb. *Zákon o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice)*

⁶ § 5 odst. 2,3) Zákon č. 206/2015 Sb. *Zákon o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice)*

⁷ § 13 odst. 2) Zákon č. 206/2015 Sb. *Zákon o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice)*

- a) u kategorie F1, je-li to vhodné, údaj „pouze pro venkovní použití“ a minimální bezpečná vzdálenost,
- b) u kategorie F2 údaj „pouze pro venkovní použití“ a případně minimální bezpečná vzdálenost,
- c) u kategorie F3 údaj „pouze pro venkovní použití“ a minimální bezpečná vzdálenost,
- d) u kategorie F4 údaj „pouze pro použití osobami s odbornou způsobilostí“ a minimální bezpečná vzdálenost.⁸

1.2. Zacházení s pyrotechnickými výrobky

Pod pojmem zacházení s pyrotechnickými výrobky, jsou myšleny především obecné požadavky na skladování, skladování v provozovnách, zajištění bezpečnosti, a stánkový prodej.⁹

1.2.1. Hospodářský subjekt nebo osoba s odbornou způsobilostí mohou prodávat pouze pyrotechnické výrobky

- a) u kterých byla posouzena shoda,
- b) které jsou označeny označením CE,
- c) v původním balení výrobce,
- d) za podmínky dodržení věkové hranice,
- e) které jsou označeny příslušnou kategorizací, a
- f) u kterých nebyla překročena doba použitelnosti.¹⁰

⁸ § 13 odst. 3) Zákon č. 206/2015 Sb. *Zákon o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice)*

⁹ Nařízení vlády č. 32/2014 Sb., *Nařízení vlády o zacházení s pyrotechnickými výrobky*

¹⁰ § 24 odst. 1) Zákon č. 206/2015 Sb. *Zákon o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice)*

1.2.2. Povinností hospodářského subjektu nebo osoby s odbornou způsobilostí je skladovat pyrotechnické výrobky

- a) podle návodu k použití a označení a pokynů uvedených na výrobku nebo na nejmenším balení pyrotechnického výrobku určeného k prodeji nebo podle požadavků výrobce, nebo pokud jsou pyrotechnické výrobky skladovány v přepravních obalech, tak podle bezpečnostních označení a pokynů uvedených na přepravním obalu,
- b) odděleně od hořlavých a hoření podporujících látek,
- c) takovým způsobem, aby bylo zabráněno jejich samovolnému pádu a aby bylo zamezeno jejich neúmyslné iniciaci nebo zážehu,
- d) v suchu a takovým způsobem, aby jejich teplota nepřesáhla 40 °C, pokud není v označení nebo bezpečnostních pokynech uvedených na výrobku nebo na nejmenším balení pyrotechnického výrobku určeného k prodeji uvedeno jinak,
- e) v původních přepravních obalech výrobce nebo dovozce nebo v nejmenším balení pyrotechnického výrobku určeného k prodeji a
- f) takovým způsobem, aby jejich neúmyslnou iniciací nebo zážehem bylo minimalizováno ohrožení života a zdraví osob nebo majetku a aby skladovací podmínky neohrožovaly soulad výrobku se základními bezpečnostními požadavky na pyrotechnické výrobky. ¹¹

1.3. Skladování pyrotechnických výrobků

Pyrotechnické výrobky se skladují ve skladu, příručním skladu nebo v prodejní místnosti, pouze pokud byly tyto prostory k tomuto účely povoleny podle právního předpisu.

¹¹ § 26 odst. 1) Zákon č. 206/2015 Sb. *Zákon o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice)*

Mimo sklad nebo příruční sklad může hospodářský subjekt nebo osoba s odbornou způsobilostí skladovat nebo mimo prodejní místnost prodávat a skladovat pouze pyrotechnické výrobky (zábavní pyrotechnika) kategorie F1.

V prodejní místnosti se mohou skladovat pyrotechnické výrobky v množství obsahující nejvýše 80 kg čisté hmotnosti výbušných látek.

V příručním skladu se mohou skladovat pyrotechnické výrobky v množství obsahující nejvýše

a) 300 kg čisté hmotnosti výbušných látek, pokud se všechny nacházejí v původních přepravních obalech výrobce nebo dovozce, označených v souladu s Evropskou dohodou o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR) klasifikačním kódem 1.4 G, z nichž nejvýše jeden takový obal každého druhu výrobku může být otevřen,

b) 200 kg čisté hmotnosti výbušných látek, pokud nejsou splněny podmínky písmene a), nebo

c) 750 kg čisté hmotnosti výbušných látek, při skladování v kombinaci podle písmene a), anebo b) společně s pyrotechnickými výrobky nacházejícími se v původních přepravních obalech výrobce nebo dovozce, které jsou označeny v souladu s Evropskou dohodou o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR) klasifikačním kódem 1.4 S.¹²

1.3.1. Základní povinnosti pro zacházení s pyrotechnickými výrobky

- s pyrotechnickými výrobky je nutno zacházet tak, aby bylo minimalizováno riziko ohrožení života, zdraví, majetku nebo životního prostředí;

- pyrotechnické výrobky lze skladovat a prodávat v souladu s bezpečnostním označením na pyrotechnickém výrobku a návodem k použití připojeném k pyrotechnickému výrobku;

¹² § 27 odst. 1, 2) Zákon č. 206/2015 Sb. Zákon o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice)

- pyrotechnické výrobky lze skladovat pouze ve skladech a prodávat v provozovnách, které splňují technické požadavky na územně technické, účelové a stavebně technické řešení staveb a které byly schváleny podle stavebních předpisů;
- v prodejních stáncích mohou být prodávány pouze pyrotechnické výrobky kategorie F1.

1.3.2. Kontrola pyrotechnických výrobků

Kontrolu dodržování povinností stanovených zákonem č. 206/2015 Sb. vykonává Český úřad pro zkoušení zbraní a střeliva (ČÚZZS), Český báňský úřad, oznamující orgán, Česká obchodní inspekce a příslušný obvodní báňský úřad.

Český úřad pro zkoušení zbraní a střeliva kontroluje, zda pyrotechnický výrobek splňuje požadavky podle právního předpisu (zákon č. 206/2015 Sb.), splňuje uvedení na trh, nemá technickou vadu a neohrožuje zdraví, bezpečnost, majetek nebo životní prostředí. Zároveň rozhoduje o stažení pyrotechnických výrobků z trhu z důvodu technické vady, pokud zjistí prokazatelné ohrožení zdraví nebo bezpečnosti jejich uživatelů.

Účast Policie České republiky je vyžadována v případech, kdy jsou pyrotechnické výrobky uloženy na zvláštních místech např. v zaparkovaných autech, v uzamčených kontejnerech, kam nemá Český úřad pro zkoušení zbraní a střeliva samostatně přístup.

Předpokládané zajišťování pyrotechnických výrobků (zejména zábavní pyrotechniky) se realizuje ve spolupráci (v případě nebezpečí z prodlení po předchozí konzultaci) s Pyrotechnickou službou Policie ČR, která zajistí případné konzultace s příslušným správním orgánem, kterým je Český úřad pro zkoušení zbraní a střeliva, a popřípadě i ve spolupráci s ním dále zajistí odpovídající manipulaci s pyrotechnickými výrobky, jejich skladování, znalecké či odborné zkoumání, případně zničení.¹³

¹³ Hlava XI a XII Zákon č. 206/2015 Sb. Zákon o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice)

2. KAZUISTIKA

2.1. Případy ze zahraničí

Z vlastní analýzy veřejně dostupných internetových zdrojů, je patrné, že zneužití zábavné pyrotechniky k nezákonným aktivitám v zahraničí, není neobvyklý fenomén. Pravidelně se vyskytují informace o užití zábavné pyrotechniky k útokům a výtržnostem osobami pod vlivem omamných látek, či jiného rozrušení. Stále častější pak jsou útoky na službu konající policisty. Kdy v některých zemích, kde jsou různé předměty a nástroje výrazněji regulovány, jako je např. Francie a Německo je taková dostupná a volně prodejná zábavná pyrotechnika, jediným prostředkem pro boj s bezpečnostními silami na větší vzdálenost. Ve většině případů důsledky těchto útoků, zůstávají v oblasti značných materiálních škod, vážných zranění, a zatím podle zjištěných informací bez ztrát na životech.

2.1.1. Útok na policejní komisařství v Champigny-sur-Marne, Francie

Útok davu, na policejní komisařství v Pařížském předměstí, Champigny-sur-Marne, Francie, dne 11.10.2020. Byly použity kompaktní ohňostroje, a kulové pumy vystřelované z výmetných trub. Bez obětí na životech, škody značné, zničená policejní stanice a několik policejních automobilů.¹⁴

2.1.2. Útok na hlídkující policisty o Silvestrovské noci, Hamburg, Německo

Policisté hlídkující v ulicích německého přístavního města Hamburg, byli dne 31.12.2022, napadeni opilými výtržníky, za užití dělobuchů, římských svící a raket. Případ se naštěstí obešel bez zranění.¹⁵

¹⁴https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/pariz-predmesti-champigny-sur-marne-utok-na-policejni-stanici.A201011_121958_zahranicni_kha (cit. 11.1.2023)

¹⁵<https://www.novinky.cz/clanek/zahranicni-chteli-nas-zabit-popisuji-nemecti-policiste-utoky-behem-silvestrovske-noci-40418958> (cit. 11.1.2023)

2.1.3. Útok na policistu v Southwicku, Sunderland, Velká Británie

Policista prověřující oznámení byl v Southwicku dne 8.11.2022, spolu se svědkem napaden skupinou osob, za užití kompaktního ohňostroje. Policista utrpěl zranění na paži a trupu, svědek utrpěl ztrátu sluchu.¹⁶

2.2. Případy z České republiky

V České republice je situace oproti zahraničí, kde častěji bývá zábavná pyrotechnika používána k agresivním útokům, klidnější a dochází zde podle dostupných zdrojů, spíše ke zraněním, vzniklým z důvodu neodborné manipulace, pro nadbytek alkoholu v krvi, nebo nedostatek obezřetnosti a zkušeností při nízkém věku uživatele zábavné pyrotechniky. A to zejména v období okolo Vánoc a konce roku, kdy jsou tyto prostředky "výbušné" zábavy nejvíce dostupné v běžném prodeji.

2.2.1. Vážné zranění ruky Sokolovsko

Dne 28.12.2019 vážné zranění ruky mělo za následek použití zábavní pyrotechniky na letišti v Krásně na Sokolovsku v pátek večer. Na místě zasahovaly dvě jednotky hasičů, které asistovaly záchranné službě při zajištění přistání vrtulníku pro transport zraněného mladého muže.¹⁷

2.2.2. Vystřelené oko Olomouc

Dne 1.1.2023 dvě hodiny po novoroční půlnoci přivezla záchranná služba do olomoucké fakultní nemocnice ženu, již rachejtle doslova roztrhala oko. „Došlo k tomu při domácí manipulaci s pyrotechnikou zakoupenou v kamenném obchodě,

¹⁶ <https://www.bbc.com/news/uk-england-tyne-63559457> (cit. 11.1.2023)

¹⁷ <https://www.regionzapad.cz/zpravodajstvi/krasno-zabavni-pyrotechnika-vazne-zranila-mladeho-muze-150287/> (cit. 1.2.2023)

svou nešťastnou roli v tom sehrál i příliš krátký knot. Rachejtle tak byla odpálena jiným směrem, než měla, a došlo k devastujícímu zranění ženina oka a obličeje.¹⁸

2.2.3. Zranění více osob v Moravskoslezském kraji

Dne 1.1.2023 při odpalování zábavní pyrotechniky se zranili čtyři muži a dva chlapci. „U mužů se jednalo o lehká nebo středně těžká poranění hlavy. U dvanáctiletého chlapce pak šlo o zranění prstů horní končetiny a o dva roky starší hoch utrpěl poranění oka a obličeje,“ řekl mluvčí záchranné služby Lukáš Humpl.¹⁹

¹⁸<https://www.fnol.cz/aktuality/vystrelene-oko-utrzene-prsty-zdravotnici-z-fakulni-nemocnice-olomouc-bojuji-za-zakaz-ci-omezeni-zabavni-pyrotechniky> (cit. 1.2.2023)

¹⁹<https://www.fnol.cz/aktuality/vystrelene-oko-utrzene-prsty-zdravotnici-z-fakulni-nemocnice-olomouc-bojuji-za-zakaz-ci-omezeni-zabavni-pyrotechniky>

3. VÝBUCH OBECNĚ

Výbuchem se nazývá děj, při němž dochází k náhlému uvolnění energie. Výbuch je provázen zvukovým, tepelným a světelným efektem. V důsledku uvolnění energie dojde k prudkému stlačení plynů (jak vzniklých výbuchem, tak okolního vzduchu) a jejich následnému působení na okolí tlakovou vlnou. Do tlakové vlny se přenáší rozhodující část výbuchu.²⁰

V praxi se mohou vyskytovat různé druhy výbuchů. Jsou to výbuchy fyzikální, vznikající například roztržením tlakových nádob, střetem rychle letících těles s překážkou, elektrickým výbojem, výbuchy nukleární apod. Předmětem této práce jsou především výbuchy chemické, které jsou charakterizovány vývinem tepla a velkého objemu expandujících plynů, z chemických reakcí a samovolným šířením chemické reakce výbušninou.²¹

Existují dva základní druhy výbušné přeměny v případě chemického výbuchu:

- explozivní hoření, které se šíří poměrně malými rychlostmi (centimetry až metry za sekundu)
- detonace, která se šíří vysokou rychlostí (několik tisíc metrů za sekundu)²²

3.1. Dělení výbušnin

Výbušniny se dělí na třaskaviny, trhaviny, střeliviny, a pyrotechnické slože, ke kterým se zpravidla řadí i podomácku vyrobené výbušniny.²³

²⁰ KONRÁD Z., PORADA V., STRAUS J., SUCHÁNEK J., Kriminálnístka. Teorie, metodologie a metody kriminalistické techniky. 2. aktualizované vydání, Plzeň: Aleš Čeněk, 2021, ISBN 978-80-7380-869-3, str. 260

²¹ NOVOTNÝ J., *Vybrané kapitoly z teorie výbušnin*, Pardubice: VŠCHT v Pardubicích, 1987, str. 5-18

²² BARTOŠ J., MEČÍŘ R., *Příručka pro střelmistry*, Praha: SNTL, 1970, str. 10

²³ DENKSTEIN J., *Chemie a technologie základních výbušnin*, VŠCHT v Pardubicích, 1987, str. 6

3.1.1. Třaskaviny

Třaskaviny jsou velmi citlivé výbušniny, které mají své použití ve formě iniciátorů (roznětky, rozbušky, palníky, a další). K jejich iniciaci postačuje relativně malá intenzita podnětu, jako je úder, plamen, tření, elektrická jiskra, teplo apod. Po své iniciaci jsou schopny předat potřebnou energii střelivě nebo trhavině a zajistit tak očekávanou funkci střeliva, munice nebo nálože. Nejběžnější třaskaviny jsou fulminát rtuťnatý, azid olovnatý, azid stříbrný, trinitrorezorcinát olovnatý a tetrazen. Průmyslová výroba třaskavin je jednou z nejrizikovějších výroby vůbec. Jsou vyráběny pouze takové třaskaviny, které jsou v rámci přijatelných rizik ještě použitelné pro průmyslovou výrobu. Existuje však řada třaskavin podstatně citlivějších než třaskaviny zmíněné; ty ale nelze z bezpečnostních důvodů průmyslově vyrábět. V některých případech jsou však vyráběny amatérsky, přičemž velmi často dochází k nežádoucím výbuchům s příslušnými následky na zdraví.²⁴

3.1.2. Trhaviny

Trhaviny jsou určeny k trhacím pracím a dále jako účinná složka různých druhů vojenské munice. K výbuchu jsou přiváděny zpravidla pomocí rozbušek, jiný způsob roznětu, není v praxi typický. Některé z trhavin, jako například TNT při zapálení plamenem většinou hoří bez většího nebezpečí výbuchu, jiné zejména některé průmyslové trhaviny nelze zapálit vůbec. Trhaviny se dělí na vojenské (trinitrotoluen -TNT, pentrit, hexogen a další), a na průmyslové (například Danubit, Permonex a další), které jsou používány v hospodářské činnosti, například v dolech, lomech, při terénních úpravách apod. Vojenské trhaviny, jsou zpravidla chemická individua nebo jejich směsi s malým počtem složek, průmyslové trhaviny jsou obvykle směsi látek, které mají takové vlastnosti, aby za podmínek, pro které jsou určeny, vykazovaly potřebné výbušninářské a bezpečnostní parametry při ekonomicky únosných nákladech na výrobu. Složení průmyslových trhavin se liší podle účelu, kterému mají sloužit. Převažující složkou (60-90 %) je dusičnan amonný. Ten je doplněn řadou příměsí jako dřevěnou moučkou, minerálními nebo

²⁴ PORADA V. a kol., *Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty*, 2. aktualizované vydání, Plzeň: Aleš Čeněk, 2019, ISBN 978-80-7380-741-2, str. 418

parafínovými oleji a dalšími. Vojenské trhaviny (zejména pentrit) se používají i v bleskovicích, které slouží k přenosu detonace od jedné nálože ke druhé. Relativně samostatnou skupinu trhavin tvoří plastické trhaviny. Svůj název dostaly podle toho, že vlastní výbušnina je rozptýlena v trvale plastickém pojivu a je proto velmi dobře tvarovatelná. Pojivo bývá tvořeno různými druhy syntetických kaučuků. Vlastní výbušninou jsou vysoce brizantní látky, tj. Pentrit, hexogen nebo oktogen. Pro svoji vysokou účinnost, snadnou tvarovatelnost a snadné dávkování včetně možnosti zhotovení napodobenin různých neškodných předmětů jsou velmi často zneužívány k teroristické činnosti. Plastickou trhavinou vyráběnou v České republice je známý Semtex vyráběný v několika druzích. Nebezpečí plastických trhavin vedlo po delším mezinárodním úsilí k přijetí mezinárodní dohody o značkování výbušnin, která se v současnosti uvádí do života.²⁵

3.1.3. Střeliviny

Střeliviny jsou charakterizovány explozivním hořením. Používají se jako prachové náplně do nejrůznějších druhů nábojů, dále jako náplně zápalnic, zpoždovačů a dalších pyrotechnických objektů. Střeliviny lze iniciovat všemi druhy iniciačních podnětů. V různých nábojích při výstřelu dodávají střele potřebnou kinetickou energii, u zápalnic, zpoždovačů a dalších podobných objektů se využívá možnost zajištění poměrně přesné doby hoření, která dovoluje vytvoření časového roznětu. Původním mnoho set let známým druhem střeliviny je černý prach, který byl zhotovován jako směs dusičnanu draselného, dřevěného uhlí a síry. Tato střelivina je v současné době využívána pouze v zápalnicích a zpoždovačích a při střelbě z historických zbraní a jejich replik. Současnými typy střelivin jsou bezdýmné prachy (nejčastěji nitroglycerinové, nitrocelulosoové, diglykolové nebo nitroguanidinové), které jsou běžně užívány v nejrůznějších druzích nábojů, případně i jako pohonná hmota různých raketových střel.²⁶

²⁵ PORADA V. a kol., *Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty*, 2. aktualizované vydání, Plzeň: Aleš Čeněk, 2019, ISBN 978-80-7380-741-2, str. 418

²⁶ PORADA V. a kol., *Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty*, 2. aktualizované vydání, Plzeň: Aleš Čeněk, 2019, ISBN 978-80-7380-741-2, str. 417

3.1.4. Pyrotechnické slože

Pyrotechnické slože jsou směsi celé řady látek (oxidovadel, hořavin, pojidel, barvotvorných látek, dýmotvorných látek a dalších), které po vhodné iniciaci spolu exotermně reagují. Využívají se k vytváření zvukových, světelných, dýmových a dalších jevů a efektů. Mají použití v civilní oblasti, zejména jako ohňostrojné prostředky nebo různé prostředky k vytváření požadovaných efektů ve filmu nebo v televizi, ale i ve vojenské oblasti například při vytváření dýmových clon, jako signální náboje, osvětlovací prostředky pro noční osvětlení terénu a další. Pyrotechnické slože lze v řadě případů zhotovit poměrně jednoduše i v amatérských podmínkách. Účinnost řady domácí zhotovených pyrotechnických složí je dostatečná ke způsobení těžkého zranění nebo i usmrcení osoby při neopatrné manipulaci. Amatérská příprava je krajně nebezpečná, protože jí zpravidla provádějí osoby bez dostatečné znalosti problematiky a bez dostatečné znalosti technologie, která musí být při zhotovování těchto složí bezpodmínečně dodržena (Suchánek a kol. 1999).²⁷

3.2. Pyrotechnické výrobky

Pyrotechnické výrobky z pyrotechnických složí, slouží jak bylo uvedeno, k mnoha účelům, v tomto případě k zábavě, a vzhledem k relativně snadné dostupnosti, jsou mezi širokou veřejností oblíbené a hojně rozšířené, především v podobě dělobuchů, světlic, kompaktních ohňostrojů, kulových pum, římských svící apod. Věnovaná pozornost na tyto prostředky zábavné pyrotechniky tak má v současnosti i výhledově, mimo jiné i vzhledem k uvedeným případům ze zahraničí, značný kriminalistický význam, zejména v případech, kdy nejsou užity v souladu s platným právem, například jako útočné prostředky.

²⁷ PORADA V. a kol., *Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty*, 2. aktualizované vydání, Plzeň: Aleš Čeněk, 2019, ISBN 978-80-7380-741-2, str. 418

3.2.1. Kompaktní ohňostroje



Obrázek č. 1 - kompaktní ohňostroj (zdroj: vlastní)

Kompaktní ohňostroj neboli kompak, je jeden z velmi oblíbených výrobků zábavné pyrotechniky. Jedná se o soustavu různého počtu výmetnic (papírových trubic), různých kalibrů (průměrů), s nabitou (naládovanou) pyrotechnickou složí sestavenou do požadovaného zvukově-světelného efektu vystřelované do požadované výšky nad kompaktem. Jednotlivé výmetnice, jsou sestaveny a slepeny do baterie, o půdorysu zpravidla čtverce, obdélníku či víceúhelníku. Výmetnice jsou propojeny zápalnou šňůrou (stopinou), která po iniciaci plamenem zajistí postupné odpálení všech výmetnic a vytvoření žádaného efektu. Kompakty jsou rozděleny do skupin, podle různých kritérií (počtu ran, druhu efektů, množství slože atp.).

3.2.2. Římské svíce



Obrázek č.2 - římská svíce (zdroj: vlastní)

Římská svíce, je ruční nebo stacionární pyrotechnický výrobek tvaru podlouhlého papírového válce (výmetnice), ve kterém jsou, v řadě za sebou, instalovány světelně-zvukové efektní prvky, v podobě světlic nebo dělobuchů. Po iniciaci zápalné šňůry plamenem, následně během několika sekund dojde k postupnému vystřelení všech instalovaných efektů do vzdálenosti 10 až 15 metrů. Efekty jsou aktivovány buď okamžitě po opuštění výmetnice, nebo v bezpečné vzdálenosti, aby nedošlo k ohrožení uživatele. Ruční římské svíce jsou vybaveny zpravidla osmi až dvaceti ranami, a statické až stovkou ran.

3.2.3. Kulové pumy



Obrázek č.3 - kulová puma (zdroj: vlastní)

Kulová puma je pyrotechnický výrobek, který konstruován k vyvolání výškového světelného a zpravidla i zvukového efektu. Puma se skládá ze zápalné šňůry, která vede do výmetné části, zpoždovače, rozmetné výbušné složky, obklopené efektovémi prvky v podobě světlic a dělobuchů v jedné nebo několika vrstvách pro vytvoření žádaného efektu, spojené v jeden celek několika vrstvami lepeného papíru. Kulová puma se vkládá do pevně instalovaných výmetnic různých kalibrů, přičemž musí ležet na jejím dně výmetnou částí směrem dolů. Zápalná šňůra odpovídající délky, musí být umístěna ven z výmetnice, tak aby bylo možné provést její iniciaci plamenem s dostatečným časovým intervalem potřebným pro vzdálení se do bezpečné vzdálenosti. Výmetnice kulových pum bývají v případě profesionálních instalací ohňostrojů často sestavovány do baterií, a kulové pumy pak jsou iniciovány elektrickými palníky ovládanými odpalovacím pulsem (vícenásobnou elektrickou rozněnicí).

3.2.4. Dělobuchy



Obrázek č.4 - dělobuch (zdroj: vlastní)

Dělobuch je pyrotechnický výrobek, jehož účelem je vytvoření silného zvukového efektu, podobného výstřelu z hlavňové zbraně, většinou i se zábleskem. Dělobuch se skládá ze zápalnice nebo třecího iniciátoru (podobného hlavičce sirky), válcového těla z papírového kartónu, ucpávek a náplně pyrotechnické slože. Po zapálení začne nejdříve hořet zápalnice, která přenesení plamen až do nitra k náplni kde dojde k iniciaci pyrotechnické slože. Uvnitř pak dochází účinkem výbuchového hoření k exponenciálnímu hromadění horkých plynů, které nemají kam uniknout, což vede po dosažení maxima, k roztržení obalu a uvolnění nahromaděného tlaku a tepla do atmosféry, v podobě výbuchu. Výbuch je pak doprovázen silným třeskem a zábleskem.

4. KRIMINALISTICKÁ ODVĚTVÍ ZKOUMAJÍCÍ POVÝBUCHOVÉ ZPLODINY

Zkoumáním povýbuchoových zplodin se zabývají dvě kriminalistická odvětví, a to kriminalistická pyrotechnika a kriminalistická chemie. Do problematiky zkoumání kriminalistické pyrotechniky, spadá mimo jiné především zkoumání stop na objektech zasažených výbuchem, a stop fragmentů (pozůstatků) výbušného zařízení. Problematice kriminalistické chemie, pak náleží zkoumání chemických reziduí, jenž mají charakter chemických stop či mikrostop, zajištěných na místě výbuchu.

4.1. Kriminalistická pyrotechnika

Kriminalistická pyrotechnika je vědní obor kriminalistické techniky zkoumající zákonitosti vzniku a zániku stop při používání výbušných systémů při páchání protispolečenské činnosti s cílem vypracovat účinné metody a prostředky potřebné pro plnění úkolů na tomto úseku kriminalisticko-bezpečnostní praxe.

Nejobecněji lze říci, že kriminalistická pyrotechnika se zabývá takovými objekty, které mohou být přivedeny k výbuchu a dále zkoumá objekty, které s výbuchy bezprostředně souvisejí. Kriminalistická pyrotechnika zkoumá také účinky výbuchu na okolí a její důležitou součástí je praktická činnost, zaměřená na vyhledávání výbušnin a výbušných objektů, zabránění jejich výbuchu a případně jejich zneškodnění a konečně na prověřování, zda objekt výbušninu neobsahuje.²⁸

²⁸ KONRÁD Z., PORADA V., STRAUS J., SUCHÁNEK J., Kriminalistika. Teorie, metodologie a metody kriminalistické techniky. 2. aktualizované vydání, Plzeň: Aleš Čeněk, 2021, ISBN 978-80-7380-869-3, str. 259-260

4.2. Kriminalistická chemie

Kriminalistická chemie se zabývá zkoumáním vnitřní stavby širokého spektra látek, se kterými se lze setkat v kriminalistické praktické činnosti. Kriminalistická chemie je fakticky aplikací chemických poznatků pro potřeby kriminalistiky. Počet zkoumaných látek je obrovský a nelze je taxativně vyjmenovat. Pro ilustraci se uvádějí pouze nejtypičtější (nejfrekventovanější) skupiny chemických sloučenin, které se v kriminalistické praxi vyskytují a pro případy zkoumání dalších látek se postupuje ad hoc s využitím příslušných laboratorních postupů. Možnosti zkoumání v oblasti kriminalistické chemie jsou limitovány dostupnými chemickými metodami a dostupnou laboratorní technikou. Obecně platí, že kriminalistická zkoumání v oblasti kriminalistické chemie nevedou v procesu kriminalistické identifikace k individuální identifikaci, ale pouze k určení skupinové příslušnosti.²⁹

Odvětví kriminalistické chemie se pak dále dělí na další pod-odvětví, a to odělení organické chemie, a odělení fyzikální chemie. Odělení organické chemie zkoumá mimo jiné například drogy, jedy, ale také část oblasti povýbuchových zplodin z výbuchů vojenských a průmyslových trhavin. Oddělení fyzikální chemie je zde potom stěžejní při zkoumání tzv. termogenických částic povýbuchových zplodin, které budou popsány dále.

²⁹ KONRÁD Z., PORADA V., STRAUS J., SUCHÁNEK J., *Kriminalistika. Teorie, metodologie a metody kriminalistické techniky*. 2. aktualizované vydání, Plzeň: Aleš Čeněk, 2021, ISBN 978-80-7380-869-3, str. 248

5. ZNALCI A ZNALECKÉ VÝSTUPY

Zkoumání částic povýbuchových zplodin provádějí v rámci kriminalisticko-technické činnosti policie kriminalističtí znalci služebně zařazení u příslušného organizačního článku Policie ČR, jenž má status znaleckého ústavu. Výstupy znalecké činnosti jsou převážně formulovány ve znaleckých posudcích nebo odborných vyjádřeních.

5.1. Znalec

Znalec je osobou se speciálními odbornými vlastnostmi a zkušenostmi. Jedná se o osobu rozdílnou od procesních stran a orgánů činných v trestním řízení, která je zpravidla přibrání za účelem konkrétní skutečnosti důležité pro trestní řízení, jejíž objasnění vyžaduje takových odborných znalostí a zkušeností.³⁰

V České republice je znalcem (resp. soudním znalcem), fyzická osoba zapsaná do seznamu znalců vedeného Ministerstvem spravedlnosti a oprávněná k výkonu znalecké činnosti. Kromě znalců – fyzických osob jsou k výkonu znalecké činnosti oprávněné též znalecké kanceláře a znalecké ústavy.³¹

Obsahem znalecké činnosti je provádění tzv. znaleckých úkonů, tedy zejména zpracování a podání znaleckého posudku, jeho doplnění nebo vysvětlení, a činnost, která bezprostředně směřuje k podání znaleckého posudku, jeho doplnění nebo vysvětlení.

³⁰ NOVOTNÝ, F. a kol. *Trestní právo procesní*. 2 vyd. Plzeň: Aleš Čeněk, 2017. ISBN 978-80-7380-677-4, str.

³¹ § 5 odst. 1 zákona č. 254/2019 Sb. o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech

Znalec je vždy jmenován pro konkrétní obor, odvětví a specializaci a jeho znalecké oprávnění je omezeno pouze na obor, odvětví a specializaci zapsané v seznamu znalců.³²

Status znalce se tedy vždy vztahuje k rozsahu jeho znaleckého oprávnění, a pokud znalec provede znalecký úkon v oboru, odvětví či specializaci, v nichž není zapsán, nebude pro účely tohoto úkonu považován za znalce. Po splnění všech náležitostí, vykonává znalec svou činnost v rámci své specializace, celostátně.

Primárním právním aktem upravujícím znaleckou činnost, je zákon č. 254/2019 Sb. o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech, a dále pak vyhláška č. 503/2020 Sb., o výkonu znalecké činnosti, vyhláška č. 504/2020 Sb., o znalečném, a především tedy zákon č. 141/1961 Sb., trestní řád, který znalce a jeho schopnosti pro účely trestního řízení přímo vyžaduje.

5.2. Znalecký posudek

Znalecký posudek, je vedle výpovědi obviněného a svědka, ohledání a několika dalších, důkazem v trestním a dalších řízeních (správní, občanské). Znalecký posudek může vypracovat a podat pouze znalec, který je uveden v seznamu znalců.³³

Důkaz je v případě soudního i správního řízení věc nebo postup, které mohou přispět k objasnění projednávané věci v rámci dokazování, například výpověď, ohledání či rekonstrukce atd. Důkazní prostředek je pak přímo konkrétní věc, která slouží k prokázání určité skutečnosti, je tedy prostředkem k získání důkazu.

Znalecký posudek, je tedy důkazním prostředkem, zejména v řízení před soudem, jehož účelem je získat informace, které jsou pro dané řízení podstatné, a které závisí na odborných znalostech. Vypracovává jej znalec, zhodnocení je ale úkolem soudce, nebo jiné osoby, která vede řízení. Znalci totiž nepřísluší provádět

³² § 16 odst. 1 písm. b) zákona č. 254/2019 Sb. *o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech*

³³ Seznam znalců dostupné na: <https://seznat.justice.cz/>

hodnocení důkazů a řešit právní otázky. Znalecké posudky mohou být vyžádány také od různých vědeckých ústavů, vysokých škol, či jiných, k tomu oprávněných, institucí, a to zejména ve vyjímečných a zvláště obtížných případech. Jestliže se znaleckým posudkem přezkoumává jiný znalecký posudek, označuje se jako revizní znalecký posudek.

Požadavek na vypracování znaleckého posudku zadává opatřením příbrání znalce³⁴, v rámci přípravného trestního řízení ten orgán činný v trestním řízení, který považuje znalecký posudek za nezbytný pro rozhodnutí, kdy typicky se jedná o policejní orgán, pokud byla věc vrácena k došetření, státní zástupce, a v řízení před soudem předseda senátu, stejně tak jej ale může předložit účastník tohoto řízení. Pokud byl takový účastnický posudek vypracován soudním znalcem, zapsaným v seznamu znalců, má všechny náležitosti, a obsahuje doložku znalce o tom, že si je vědom následků vědomě nepravdivého znaleckého posudku, přihlíží se k němu stejně, jako ke každému jinému znaleckému posudku.

V zadání znaleckého posudku se formulují otázky a vymezuje úkol, které má znalec zodpovědět. Znalec v něm pak nejdříve popíše zkoumanou skutečnost (tzv. nález), a poté formuluje svůj závěr, či odpovědi na zadané otázky (samotný posudek). Není-li vypracován elektronicky ve formátu PDF/A, je listinný znalecký posudek svázan, jednotlivé strany jsou očíslovány, a sešivací šňůra připevněna k poslední straně a přetištěna znaleckou pečeti, která obsahuje malý státní znak, jméno znalce a jeho obor. Na této poslední straně je také připojena znalecká doložka, která obsahuje označení seznamu, v němž je znalec zapsán, označení oboru, v němž je oprávněn podávat posudky, a číslo položky, pod kterou je znalecký posudek zapsán v evidenci posudků.³⁵

³⁴ § 105 zákona č. 141/1961 Sb., *trestní řád*

³⁵ § 39–61 vyhlášky č. 503/2020 Sb., *o výkonu znalecké činnosti*

5.3. Odborné vyjádření

Odborné vyjádření nemá nikde stanovené přesné formální náležitosti jako je jeho obsah, forma atd., nemusí (ale může) být vypracováno znalcem nebo znaleckým pracovištěm, ani není výsledkem znalecké činnosti. Jde o odborné vyjádření osoby znalé, tzn. odborníka k určité dílčí otázce (odborného pracovníka). Existenci odborného vyjádření zmiňuje trestní řád³⁶. Typickým příkladem z policejní praxe, je odborné vyjádření kriminalistického odborného pracovníka, nebo znalce zařazeného na Odboru kriminalistické techniky a expertiz pod některým z krajských ředitelství Policie, ohledně zodpovězení otázek, zda jsou v předložené stopě přítomny částice povýbuchových zplodin a jaké je jejich chemické složení. V rámci dokazování pak má odborné vyjádření povahu listinného důkazu³⁷.

Z hlediska obsahu je odborné vyjádření mnohem stručnější, než znalecký posudek. Zatímco u odborného vyjádření orgán činný v trestním řízení prioritně zajímá odpověď na položenou otázku, u znaleckého posudku jsou důležité, z hlediska posuzování jeho věrohodnosti a objektivity, i postupy, a měřidla, na základě kterých znalec dospěl k odpovědi na položenou otázku. Proto je z výše uvedených důvodů vypracování odborného vyjádření mnohem méně časově náročnější, než vypracování znaleckého posudku. Formálně je vzhled odborného vyjádření až na některé detaily se znaleckým posudkem totožný, ale není to povinnost.

³⁶ § 105 odst. 5 zákona č. 141/1961 Sb., *trestní řád*

³⁷ § 112 zákona č. 141/1961 Sb., *trestní řád*

6. PYROTECHNICKÉ STOPY POVÝBUCHOVÝCH ZPLODIN

Pyrotechnické stopy, se kterými se lze setkat v kriminalistické praktické činnosti lze rozdělit na několik skupin, přičemž pouze některé z nich spadají do skupiny kriminalistických stop, které odrážejí vnitřní stavbu objektu. Patří sem především povýbuchové zplodiny a dále některé střepiny či obdobné části (zbytky) vybuchlých předmětů, pokud umožňují provést jejich materiálové zkoumání. Neopomenutelnou skupinou těchto stop tvoří i nalezené nevybuchlé výbušniny, a to ať již v původním balení nebo různým způsobem oddělené části. Týká se to všech skupin výbušnin, tedy např. výbušnin průmyslových i vojenských. Nevybuchlé výbušniny mohou být v podmínkách kriminalistické praktické činnosti nalezeny na nejrůznějších místech a jejich přítomnost může být též různým způsobem maskována (kamuflována), čímž se stává často obecně více nebezpečná. Ze statistik není zřejmá jasná převaha některé skupiny pyrotechnických stop, se kterými se lze v kriminalistické praktické činnosti častěji setkat. Odborně nejnáročnější (s ohledem na posuzovanou skupinu kriminalistických stop) je požadované zkoumání povýbuchových zplodin a různých střepin, které nelze hodnotit podle jejich vnějších znaků vytvořených zpravidla při legální výrobě (např. firemní a typové označení, rýhování, barevné značení, tvarové charakteristiky apod.).³⁸

Mechanismus vzniku povýbuchových zplodin jako velmi frekventované skupiny zmíněných stop souvisí s rychlostí výbuchu (danou především formou výbušné přeměny), tedy s rychlostí výbušné přeměny a tlakovými poměry v okamžiku její iniciace. Rychlost výbušné přeměny je obecně v naprosté většině případů natolik vysoká, že dříve, než je veškerá výbušina chemicky přeměněna dojde k jejímu částečnému rozptýlu v nezreagované (nezměněné) podobě do okolí. Tato skutečnost nebyla v ještě poměrně nedávné minulosti známa. Toto rozptýlení

³⁸ SUCHANEK J, *Kriminalistické stopy obsahující informaci o vnitřní stavbě (strukturu) objektu*, Jaroslav SUCHÁNEK 2005, Str. 59, ISBN 80-7251-181-5

chemicky nezměněných mikroskopických podílů výbušniny zajistí v průběhu výbuchu vzniklé velké množství plynů o vysokém tlaku. Při výbuchu může dojít (podle druhu výbušniny) i k jejímu částečnému odpaření a následnému zkondenzování v určité vzdálenosti od centra výbuchu. Povýbuchové zplodiny lze zcela běžně nalézt na nejrůznějších objektech, zpravidla v podobě vizuálně patrných tmavých až černých ožehů. Ve větších vzdálenostech od centra výbuchu nemusí být povýbuchové zplodiny okem patrné (mají latentní charakter), a to zejména na povrchu zemin, vozovkách a rostlinném pokryvu, tedy obecně na površích, které mají podobnou barvu jako povýbuchové zplodiny.³⁹

Při zkoumání těchto stop z míst výbuchů jako kriminalisticky relevantních událostí je velmi důležitá spolupráce s pyrotechnickou službou PČR, která je garantem bezpečnosti a bez kontroly pyrotechnika nelze dané stopy zkoumat. Předmětem pyrotechnického zkoumání však není jen bezpečnost, ale rovněž popis účinků dané výbušniny či celého systému, které jsou charakteristické pro určitou skupinu výbušnin.

6.1. Kriminalistický význam stop povýbuchových zplodin

Stopy povýbuchových zplodin mají charakter stop materiálních, odrážející vnitřní stavbu, přinášející informace o objektu a jeho skupinové příslušnosti. Z kriminalistickotechnického hlediska zkoumání stop povýbuchových zplodin nevede k individuální identifikaci objektu (osoby, věci), která stopu vytvořila. Zkoumání stop povýbuchových zplodin má však kriminalistickotaktický význam, jenž spočívá v podání informace o stopě a skupinové příslušnosti původce stopy.

³⁹ SUCHANEK J, *Kriminalistické stopy obsahující informaci o vnitřní stavbě (strukturu) objektu*, Jaroslav SUCHÁNEK 2005, Str. 59, ISBN 80-7251-181-5

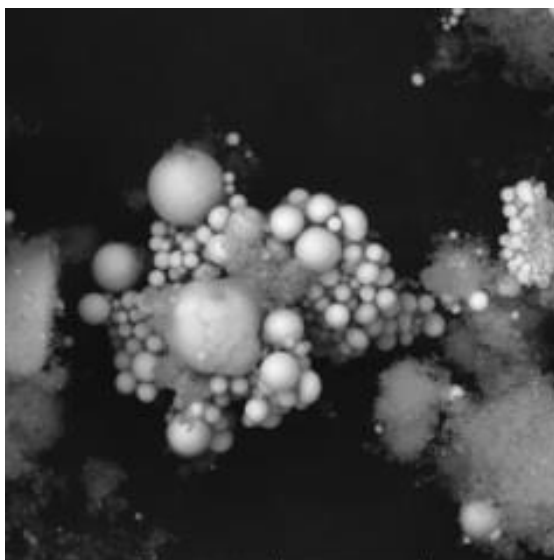
6.2. Termogenické částice

Termogenické částice jež jsou podskupinou pyrotechnických stop, vznikají při fyzikálně-chemických procesech, kdy při reakci nastane okamžité zvýšení teploty a tlaku. Typicky se jedná o částice povýbuchových zplodin, částice povýstřelových zplodin, a částice airbagů. Ve forenzní praxi se jedná především o částice mikroskopické (mikrostopy), a na základě jejich detekce je možné prokázat způsob spáchání trestného činu (střelnou palnou zbraní, výbušninou, dopravní nehoda atd.). Chemické komponenty vnitřní stavby částic není možné v řadě případů identifikovat jednoznačně z povrchu a často jsou významné i fáze, které krystalizují v dutinách částic. Významná je i morfologie stavby stěn částic, která je rovněž v řadě případů charakteristická. Všechny tyto informace jsou důležité pro jednoznačné zařazení částice do příslušné druhové kategorie.

6.2.1. Povýbuchové částice

Povýbuchové zplodiny se označují PBR, z anglického post-blast residues, jedná se o mikrostopy, jejich velikost je o průměru 0,5 – 5 μm , a pocházejí z pyrotechnické složky výbušnin, která prošla některým druhem výbuchové přeměny, během které je reagující materiál vystaven působení vysoké teploty a tlaku. Jsou charakteristické svým tvarem a chemickým složením po různých pyrotechnických složích výbušnin. Částice povýbuchových zplodin zábavné pyrotechniky z hlediska anorganických chemických prvků nejčastěji obsahují draslík a síru, dále pak antimon, baryum, chlór, křemík, měď, olovo, stroncium, titan, uhlík, vápník, zinek, železo, a jedná se o směsi. Rozměrově jsou částice povýbuchových zplodin shodné s částicemi povýstřelových zplodin.⁴⁰

⁴⁰ DALAL A., SETHI J. R., GANGWAR U., *Analysis of Post-Blast Residues in Soil Sample by 1H qNMR Spectroscopy*, Propellants, explosives, pyrotechnics, 12/2022, Ročník 47, Číslo 12, str. 17



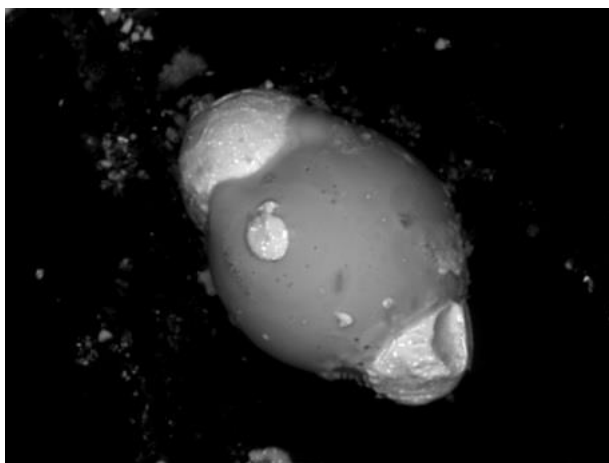
Obrázek č. 5 – částice povýbuchové zplodin (zdroj: Chem. Listy 113/2019)

Tvarově jsou částice povýbuchové zplodin převážně sférického tvaru s různou mírou sféricity, ale nejsou neobvyklé i tvary mnohostěnné.⁴¹

6.2.2. Povýstřelové částice

Povýstřelové zplodiny se označují GSR, z anglického gunshot residues, jsou stejně jako povýbuchové zplodiny mikrostopami, jejich velikost je o průměru 0,5 – 5 μm , a pocházejí ze zážehové složky zápalky náboje. Chemickým složením zážehových složek zápalek náboje, z hlediska chemických prvků, obsahují nejčastěji olovo, antimon, cín, baryum, síru, vápník, křemík, titan, zinek a samozřejmě další chemické prvky, kdy nejvíce v tomto směru, záleží na výrobci dané zápalkové směsi. Ve složení povýstřelových zplodin je také možné nalézt menší množství mikročástic, které pocházejí z povrchu střely, ale i částice, resp. mikročástice z nábojnice, tyto ale nejsou termogenického původu, a zkoumají se jinými metodami. Tyto obsahují měď, nikl, zinek, železo, olovo, a popřípadě další kovy.

⁴¹ KOSANKE K.L., DUJAY R.C., KOSANKE B.J., *Characterization of pyrotechnic reaction residue particles by SEM/EDS*, J. Forensic Sci. 48 (2003) str. 531–537



Obrázek č. 6 - částice povýstřelových zplodin (zdroj: vlastní)

Povýstřelové zplodiny jsou kovové, ale i nekovové částice, kdy tyto zplodiny mají v praxi velmi malé, často submikroskopické rozměry. Přitom oblak, který je tvořený vypařenými sloučeninami prvků na vzduchu kondenzuje velmi rychle, utvářejí se velmi malé kulovité částice, tyto částice obsahují různé kombinace přítomných prvků. Vznik povýstřelových zplodin je takový, že jejich existence je podmíněna hořením zážehové složky zápalky a prachové náplně střely. S tím velmi úzce souvisí průchod střely hlavní zbraně, neboť tyto zplodiny unikají po výstřelu hlavní a závěrem zbraně v plynném skupenství, a přitom vytvoří oblak zplodin.

Částice povýstřelových zplodin vznikají hořením, resp. oxidací zápalkové složky a složky náboje po jejich iniciaci a dále interakcí zplodin těchto procesů s dalšími stavebními prvky náboje, a to za teplot kolem 1500–2000 stupňů Celsia a tlaků cca 10^4 kPa.⁴²

Povýstřelové zplodiny, zbraň opouštějí nejen ústím hlavně, ale i závěrem nábojové komory a netěsností zbraně, jedná se směs plynů ze zápalky a materiálu střely a nábojnice. Tyto plyny, vznikající v okamžiku výstřelu v nábojové komoře při teplotách až 2600 C (u speciálního střeliva až 3800 C) a tlaku až 10^4 kPa, po opuštění zbraně kondenzují a ulpívají na předmětech a osobách v okolí zbraně. V poslední době přicházejí v úvahu i povýstřelové zplodiny chemických složek z nábojky tzv. expanzních zbraní. Před ústím zbraně se kromě výše uvedených

⁴²FOJTÁŠEK L., KOTRLÝ M., KOLÁŘ P., DANIŠ I.: *Povýstřelové zplodiny – metody jejich zajišťování a důkazní hodnota výsledků analýzy*, Praha: Odborná sdělení KÚP, 2/2000, str. 8

zplodin vyskytují i zbytky chemické složky ve formě kapének a dále zbytky plastových kontejnerů.⁴³

Tyto plyny v okolí zbraně kondenzují v kulovité částice o velikosti pod 0,020 mm a volně ulpívají na osobách a předmětech v okolí zbraně až do vzdálenosti 5 m (záleží na počastí, směru větru, zda je střelba v uzavřené místnosti apod.). Nejvíce částic ulpívá v bezprostřední blízkosti zbraně. Chemické složení části odpovídá chemickému složení zápalky (složky i obalu), střely a nábojnice – jedná se o různou kombinaci prvků: Pb, Sn, Sb, Ba, Cu, Ni, Si.⁴⁴

6.2.3. Rozdíly mezi povýbuchovými a povýstřelovými částicemi

Morfologie částic vznikajících z anorganických komponent výbušnin, iniciátorů, pyrotechnických složek atd., je charakterizována vysokým stupněm sféricity a relativně omezeným velikostním rozpětím. Poměrně nápadná je morfologická příbuznost s ostatními termogenickými částicemi, zejména pak s částicemi povýstřelových zplodin. Rozdílně od povýstřelových částic mají povýbuchové zplodiny větší špičatost, a i sféricita vykazuje rozdílný koeficient. Tato skutečnost vyplývá z velmi výrazně, menší množiny, složení výchozích komponent (třaskaviny s obsahem těžkých kovů) a podmínek vzniku částic povýstřelových zplodin. Celkově ovšem mají oba druhy částic mnoho společných rysů, daných relativně blízkými tlakově-teplotními podmínkami vzniku. Oba druhy částic jsou převážně duté, v případě částic povýbuchových zplodin se vyskytují krystalické struktury jiného než primárního prvku i uvnitř či na povrchu vlastní částice. Dalším rozdílným kritériem je, že povýstřelové zplodiny mají jiné zastoupení prvků, které je dané především odlišným chemickým složením výchozích komponent výbušnin.

⁴³ TEXL P., HOSPODÁŘSKÝ V., ŠVEHLA L., *Povýstřelové zplodiny – komplexní pohled*, Praha: Odborná sdělení KÚP 2/2000, str. 4

⁴⁴ TEXL P., HOSPODÁŘSKÝ V., ŠVEHLA L., *Povýstřelové zplodiny – komplexní pohled*, Praha: Odborná sdělení KÚP 2/2000, str. 4

6.2.4. Odlišnosti povýbuchových zplodin zábavné pyrotechniky

V případě částic povýbuchových zplodin zábavné pyrotechniky se prakticky vždy jedná o rezidua černého prachu, který zde zastupuje podstatnou komponentu, a dalších efektových barvicích komponent. Pevnost a celistvost obalu, intenzita slisování efektových prvků a chemické složení pyrotechnické složky, má v případě zábavné pyrotechniky, výrazný vliv na tlakové, teplotní a další podmínky výbuchu, což se promítá v reakčních rychlostech, jenž v konečném důsledku ovlivňují výsledný tvar částic povýbuchových zplodin, které zde pak mohou nabývat i jiných než sférických tvarů např. nepravidelné mnohostěny. Z hlediska chemického složení jsou majoritně zastoupeny prvky draslík a síra, minoritně pak prvky, které se do pyrotechnické složky přidávají za účelem zbarvení efektu, jako např. barium, stroncium, měď, a podobně.

6.2.5. Povýbuchové zplodiny trhavin

Povýbuchové zplodiny trhavin jsou produktem detonace, z čehož plyne, že tlakově-teplotní podmínky, jsou zcela odlišné od podmínek při kterých se generují výše zmíněné termogenické částice, které se tvoří vzhledem k výchozím podmínkám spíše při výbuchovém hoření. Zde povýbuchové zplodiny zahrnují především oxidy dusíku, amoniak, kyselinu dusičnou, oxid uhelnatý a oxid uhličitý. Tyto plyny se často označují jako dýmy. ovýbuchové zplodiny jako je oxid dusičitý je viditelný jako červenohnědá barva, ostatní v případě vyvážené nebo pozitivní kyslíkové bilance, nejsou příliš viditelné. Vzhledem k výchozím současně používaných kompozicím trhavin, je jejich detekce i zkoumání jejich povýbuchových zplodin komplikovaná. Proto jsou tyto v případě plastických trhavin, státy je produkující, dle mezinárodní dohody povinny tyto značkovat⁴⁵ pro snadnější detekovatelnost.

⁴⁵ Úmluva o značkování plastických trhavin pro účely detekce, vyhlášená pod č. 6/2003 Sb.m.s.

6.2.6. Zajišťování objektů zkoumání po výbuchu

Na místě po výbuchu, kromě předmětů a stop, které by mohly mít význam pro zjištění pachatele, se zajistí: a) předměty sloužící k identifikaci výbušné látky a povýbuchové zplodiny, b) další předměty sloužící k identifikaci konstrukčních prvků výbušného systému.

Povýbuchové zplodiny zajistí kriminalistický technik v součinnosti s kriminalistickým expertem pracoviště kriminalistické pyrotechnické nebo chemické expertizy odboru kriminalistické techniky a expertiz či Kriminalistického ústavu, popřípadě s oprávněným pyrotechnikem.

U povýbuchových stop zajištěných s ohledem na zjištění druhu výbušniny se zejména dbá na to, aby nedošlo ke kontaminaci z cizího zdroje. Zpravidla se nezajišťují stopy z materiálů znečištěných biologickým materiálem a ropnými produkty apod. Tyto stopy se zajistí pouze v případě absence jiných nekontaminovaných materiálů. Věnuje se pozornost výběru relevantních stop z okolí místa výbuchu.⁴⁶

⁴⁶ Závazný pokyn policejního prezidenta č. 100/2018 o *kriminalistickotechnické činnosti*

7. METODY ZKOUMÁNÍ ÚŽÍVANÉ K ANALÝZE PBR

Při zkoumání povýbuchových zplodin neboli z anglické terminologie – post blast residues zkráceně PBR, se využívají jak běžné analytické metody, tak metody instrumentální, přičemž v současnosti vzhledem k pokroku převažují instrumentální metody.

Ke zkoumání povýbuchových zplodin, je v rámci hierarchie policejní expertizní činnosti věcně příslušný výhradně Kriminalistický ústav.⁴⁷

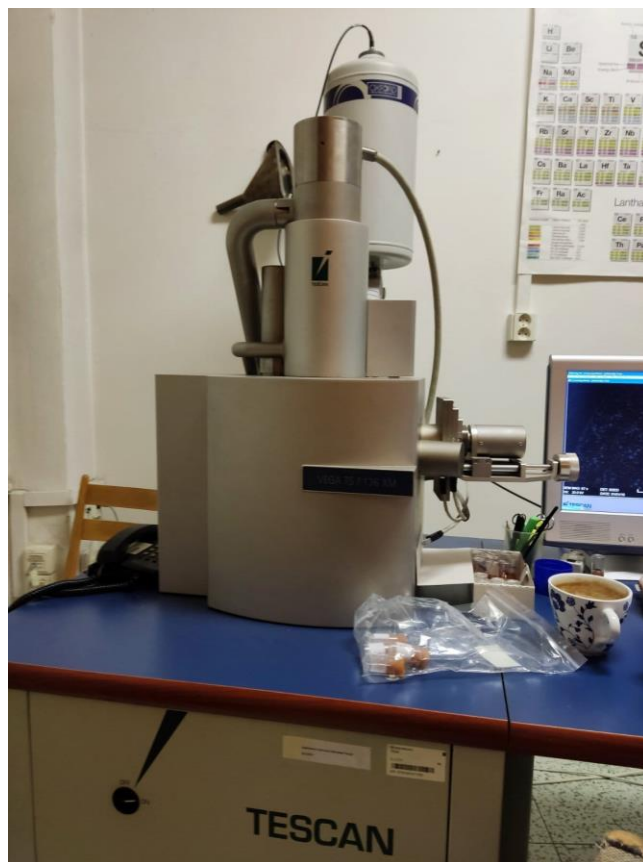
Běžnými analytickými metodami se zjišťuje především přítomnost aniontů, jako jsou dusičnany, dusitany, chloridy, chlorečnany, chromany, manganistany a další. Těmito analýzami lze prokázat i přítomnost různých doprovodných látek, především v povýbuchových zplodinách z průmyslových výbušnin nebo amatérských složí. Jedná se např. o různá plnidla, průkaz cukru, síry, škrobu, dřevěného uhlí a řady dalších látek. Nález těchto chemických sloučenin je ovšem nutné opatrně interpretovat a vyloučit jejich možný původ z jiných zdrojů, než jsou výbušniny. Naopak instrumentálními metodami, a to zejména různými druhy chromatografických metod a metodami spektrofotometrickými lze jednoznačně identifikovat nezreagované (nevybuchlé) organické podíly výbušnin (např. Kátory, flegmatizátory). V každém případě je však třeba výsledky analýz posuzovat komplexně s ohledem na další zjištěné skutečnosti a výsledky zkoumání. V úvahu při zkoumání je třeba brát i svědecky zjištěné skutečnosti o ději výbuchu (barva dýmu, zápach, kouř), výsledky zkoumání střepin, principy iniciace, možnou identifikaci vybuchlého předmětu (především munice) podle částí a další.⁴⁸

⁴⁷ Závazný pokyn policejního prezidenta č. 177/2018 *kterým se upravuje věcná, funkční a místní příslušnost znaleckých ústavů PČR*

⁴⁸ SUCHÁNEK J, *Kriminalistické stopy obsahující informaci o vnitřní stavbě (strukturu) objektu*, Jaroslav SUCHÁNEK 2005, Str. 62, ISBN 80-7251-181-5

7.1. Analýza povýbuchového zplodin elektronovým mikroskopem

Stejným způsobem jako se zkoumají ostatní termogenické částice jako např. částice povýstřelových zplodin, tedy pomocí elektronového mikroskopu, se zkoumají i částice povýbuchového zplodin zábavné pyrotechniky. Tato činnost se provádí výhradně na specializovaných pracovištích k tomu určených a vybavených tímto přístrojem. V rámci výkonu expertizní činnosti Policie ČR se jedná o pracoviště fyzikální chemie Kriminalistického ústavu v Praze.



Obrázek č. 7 - elektronový mikroskop zn. Tescan VEGA (zdroj: vlastní)

Elektronový mikroskop je v principu (elektronovou) obdobou optického (fotonového) mikroskopu. Optické čočky jsou nahrazeny elektromagnetickými čočkami a místo fotonů jsou ke zkoumání objektu použity elektrony. Rozlišovací schopnost a maximální použitelné zvětšení optického mikroskopu jsou omezeny rozsahem vlnových délek viditelného světla. Platí, že nejmenší vzdálenost dvou

objektů, které lze pod mikroskopem ještě rozpoznat, je polovina vlnové délky použitého světelného záření. Fyzikální mez rozlišovací schopnosti optického mikroskopu je tak necelých 200 nm a maximální užitečné zvětšení mikroskopu s kvalitní optikou a imerzním objektivem nepřesáhne 1500×. Vlnové délky urychlených elektronů jsou o mnoho řádů menší než vlnové délky fotonů viditelného světla. Proto má elektronový mikroskop mnohem vyšší rozlišovací schopnost a může tak dosáhnout mnohem vyššího zvětšení (až 1 000 000×). Vlnová délka elektronu je při urychlovacím napětí 10 kV pouze 0,0123 nm. Funkci čoček v elektronovém mikroskopu zastávají vhodně tvarovaná elektromagnetická pole. Pozorovaný předmět je umístěn ve vakuu a „prosvětluje se“ svazkem elektronů, který se průchodem rozptýlí a dopadne na stínítko.⁴⁹

Elektronových mikroskopů je několik typů, přičemž mezi nejvíce používané patří typy transmisní elektronový mikroskop (zkráceně TEM) a skenovací elektronový mikroskop (zkráceně SEM), přičemž základní rozdíl mezi nimi, je ten, že při užití typu TEM elektrony zkoumaným vzorkem prochází skrz, z čehož plyne, že pomocí tohoto typu lze získat informace především o vnitřní struktuře zkoumaného vzorku. Naproti tomu v typu SEM, elektrony zkoumaným vzorkem neprocházejí, detekují se odražené, a data získané jeho prostřednictvím, poskytují informace o povrchu zkoumaného vzorku. Ke zkoumání částic PBR, se nejčastěji, z uvedených důvodů a snadnější přípravy zkoumaných vzorků využívá nejčastěji typ SEM, který je konstrukčně jednodušší.

7.1.1. Příprava vzorků k analýze elektronovým mikroskopem

Stopy, ve kterých je předpoklad výskytu částic PBR, ať už se, jedná o zajištění stěrem na vatovou tyčinku dispolab, nebo gázu či upravený vysavač používaný pro vzorkování na zařízení IONSCAN, je nutné vždy přenést na vodivý materiál, aby bylo možné provést zkoumání pod elektronovým mikroskopem. Z tohoto důvodu se využívají standardizované uzavíratelné plastové kontejnerky s uhlíkovým adhezním terčíkem kruhového tvaru. Nanesení částic PBR, zajišťuje

⁴⁹ JELÍNEK P., HAPALA P., CHÁB V., *Rastrovací a tunelová mikroskopie: Jitro a poledne kouzelníků. Vesmír* [online]. 2010, roč. 89, no. 5, ISSN 1214-4029, s. 290-294

zpravidla kriminalistický technik, nebo znalec, na místě kriminalisticky relevantní události, z předmětu, kde lze výskyt částic PBR předpokládat (objekty či osoby zasažené účinkem výbuchu atd.), tzv. olepením na uhlíkový terčik v kontejnerku, je tento terčik, po zabalení a označení odeslán na příslušné expertní pracoviště, kde v laboratoři za přísných podmínek zamezujících kontaminaci, je z kontejnerku, uhlíkový terčik přenesen speciální pinzetou přenesen na podkladní desku s několika otvory přímo uzpůsobené tvaru těchto terčíků.



Obrázek č. 8 – kontejner s adhezí uhlíkovou vrstvou (zdroj: vlastní)

Podkladní deska, je vložena do zařízení, ze kterého je odčerpán vzduch na tlak blízký vakuu 10^{-4} Pa, a následně je deska pokryta nano vrstvou grafitu z odporově spáleného vlákna nad deskou. Opatření desky grafitovým nánosem, se provádí z důvodu odstínění prvků s nižší atomovou hmotností, které se na povrch dostaly při procesu zajišťování.

Následně je deska se vzorky umístěna do komory SEM mikroskopu, odkud je vyčerpán vzduch na tlak 10^{-4} Pa. Po aktivaci zdroje elektronů, je svazek elektronů elektro-magneticky zaostřen na desku a poté na jednotlivé vzorky, a je nastavena velikost rastru v jakém má paprsek snímat vzorky. Snímání probíhá nejprve v módu RTG detekce, za účelem detekce specifických chemických prvků pyrotechnické složky. V další fázi snímání je pozornost zaměřena na místa

s výskytem specifických chemických prvků, kdy dojde ke zvětšení této lokace na potřebnou velikost.⁵⁰

7.2. Iontová chromatografie

Ke zkoumání povýbuchových částic se využívá i jedna z chromatografických metod, kterou je v tomto případě iontová chromatografie.

Chromatografické metody jsou fyzikálně-chemické separační metody, jejichž podstatou je rozdělování složek směsi vzorku mezi dvě fáze, a to fází nepohyblivou (stacionární fází) a pohyblivou (mobilní fází). Tyto dvě fáze se od sebe odlišují některou základní fyzikálně-chemickou vlastností, např. polaritou. Spolu s pohybující se mobilní fází je soustavou unášen také vzorek. Dělené složky vzorku (analyty) interagují v různé míře se stacionární a mobilní fází. Analyty, které se poutají více ke stacionární fází, se pohybují pomaleji a jsou zadržovány déle než analyty, které se ke stacionární fází poutají méně. Na základě tohoto principu dochází k rozdělení složek směsi.⁵¹

⁵⁰ GOLDSTEIN J. I., *Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis*, New York, Kluwer, 2003, str. 689, ISBN 0-306-47292-9

⁵¹ Wikiskripta. wikiskripta.eu. WikiSkripta. [Online] MEFANET ISSN 1804-6517. [Citace: 19. leden 2023.] <https://www.wikiskripta.eu>.



Obrázek č.9 - iontový chromatograf zn. Metrohm 940 Professional IC Vario (zdroj: vlastní)

Iontová chromatografie (dále IC) je analytická technika, která slouží k separaci, detekci a stanovení iontů v roztocích. Umožňuje separaci kationtů a aniontů ve vodném prostředí díky různě silným coulombickým interakcím mezi nabitými ionty. IC se zařazuje do skupiny separačních metod s kapalnou mobilní fází. Mobilní fáze protéká pevnou stacionární fází umístěnou v koloně ve formě ionexových kulovitých částic o průměru jednotek mikrometrů. Kolona bývá vyrobena z nerezové oceli nebo z plastu, tzv. PEEKu, aby vydržela vysoké tlaky (v řádu jednotek MPa), které vznikají během separace. Ke generování konstantního průtoku mobilní fáze slouží vysokotlaké čerpadlo. Nástřik vzorku může být manuální (s použitím injekční stříkačky) nebo zautomatizovaný (použitím automatického dávkovače). Vzorek je nastříknut do šesticestného ventilu, ve

kterém je smyčka určitého objemu, nejčastěji kolem 20 µl. Detekce bývá zajištěna vodivostním detektorem, může být však použit i jiný detektor, např. UV-Vis.⁵²

Iontový chromatograf je určen pro analýzu látek na bázi polárního charakteru, obsahuje tříkanálový aniontový supresor ke snížení vodivosti pozadí mobilní fáze. Stacionární fází je opět jako u HPLC (High-performance liquid chromatography) specifická kolona pro určité systémy detekovatelných iontů. Díky systému dvou vysokotlakých pump lze využít vysokotlaký gradient, který umožňuje detekci určitých iontů, které by bez gradientu byly obtížně detekovatelné v nízké koncentraci.

Pro analýzu na IC byla vytvořena speciální metoda na detekci iontů chloridů, dusitanů, dusičnanů, síranů, chlorečnanů a chloristanů u po výbuchovéch zplodin nebo výbušnin s využitím koncentračního gradientu, kdy systémem v určité době prochází stoprocentní mobilní fáze pro vyplavení chloristanových iontů, bez které by nebylo možné detekovat daný ion v koncentraci kolem jednotek miligramů na litr. Předpokládá se, že při výbuchu se látky redukuje. Dochází k exotermické reakci a za vysokých teplot a tlaků se u anorganických látek mění mocnoství. Z chlorečnanu i chloristanu po výbuchu lze detekovat chlorid, kterého ve zkoumaných stopách bude markantně více, ale ve stopovém množství lze ve vzorku detekovat právě i nezreagované fragmenty chlorečnanu nebo chloristanu.

⁵² HADDAD P. R., JACKSON P. E., *Ion chromatography: principles and applications*, Elsevier, Amsterdam, 1990, ISBN: 0-444-88232-4

8. PRAKTICKÁ ČÁST

Tato část se zabývá popisem provedení experimentálního odpalu čtyř druhů zábavné pyrotechniky popsaných v teoretické části. Zajištěním stop povýbuchových zplodin, a jejich následné analýzy elektronovým mikroskopem, s cílem zobrazit částice povýbuchových zplodin zábavné pyrotechniky, s uvedením jejich spálených a nespálených komponent. Iontová chromatografická analýza nebyla v rámci této práce využita.

8.1. Experimentální odpal vybraných druhů zábavné pyrotechniky

K provedení experimentálních odpalů byla vybrána komerční střelnice spol. Devap s.r.o., pro střelbu z ručních palných zbraní v moravskoslezském kraji. Zde byl po dohodě s majitelem, v souladu s provozním řádem při zajištění všech bezpečnostních pravidel, a v souladu s normami, dohodnut plán postupu experimentálních odpalů. Zábavná pyrotechnika byla získána darem od spol. Pyromoravia s.r.o., a její odpal byl proveden pod dozorem držitele průkazu odpalovače ohňostrojů.

8.1.1. Římská svíce

Tato byla umístěna a připevněna do modifikovaného držáku optické techniky a zaměřena na cíl v dopadové ploše střelnice. Podle návodu, zapálením zápalnice zapalovačem, iniciována a uvedena v činnost. Jako terč, v příslušné vzdálenosti posloužil pečlivě očištěný hrnec z nerezové oceli. Jehož účelem bylo simulovat objekt zasažený účinkem tohoto druhu zábavné pyrotechniky. Odpal a činnost římské svíce proběhla dle očekávání bez závad, a cíl byl zasažen, pyrotechnické stopy na cíli vznikly.

8.1.2. Kompaktní ohňostroj

Kompaktní ohňostroj byl umístěn v modifikované stoličce, s výmetnicemi orientovaným v horizontální poloze, na pevnou podložku ve volném prostoru střelnice, zatížen několika pneumatikami, a zaměřen na cíl v dopadové ploše střelnice. Podle návodu, zapálením zápalnice zapalovačem, byl kompaktní iniciován a uveden v činnost. Jako terč byla použita pečlivě očištěná část důlního pásového dopravníku z pryže armované syntetickou textilií. Odpal a činnost kompaktního ohňostroje proběhla dle očekávání bez závad, a cíl byl zasažen, pyrotechnické stopy na cíli vznikly.

8.1.3. Dělobuch

Dělobuch byl umístěn ve volném prostoru střelnice na podložku z dřevotřísky s polymerovým potahem. Nad tento byl ve výšce cca 20 cm umístěn pečlivě očištěný hrnec z nerezové oceli. Jehož účelem bylo simulovat objekt zasažený účinkem tohoto druhu zábavné pyrotechniky. Podle návodu, zapálením zápalnice zapalovačem, byl dělobuch iniciován a uveden v činnost. Odpal a činnost dělobuchu proběhla bez závad, a cíl byl zasažen, pyrotechnické stopy na cíli vznikly.

8.1.4. Kulová puma

Kulová puma byla pověšena v oblasti sedadla spolujezdce osobního automobilu, určeného k sešrotování. K záchytu pyrotechnických stop, jakožto objektu zasaženého účinkem tohoto druhu zábavné pyrotechniky, tentokrát posloužil interiér osobního automobilu. Z bezpečnostních důvodů, byla odstraněna výmetná část, a odlišně od návodu byla iniciace zápalnicí nahrazena, za dálkový elektrický odpal. Odpal a činnost dělobuchu proběhla bez závad, a cíl byl zasažen, pyrotechnické stopy na cíli vznikly.



Obrázek č. 10 – odpal kulové pumy v automobilu (zdroj: vlastní)

8.2. Zajištění a analýza pyrotechnických stop povýbuchových zplodin

Zajištění a analýza pyrotechnických povýbuchových stop, byla provedena v souladu se zavedenými postupy a metodikou policejné expertní praxe, analogicky podle příslušného závazného pokynu a standartních operačních postupů, které byly zmíněny v teoretické části. Na objektech zasažených výbuchem, nebo účinkem zábavné pyrotechniky, jsou při experimentálním ohledání patrné pyrotechnické-chemické stopy, které jsou charakteristické přítomností očazenin v barevných odstínech černé, bílé, šedivé a oranžové barvy. V některých případech očazené oblasti byly jádrem v jiném výrazně kontrastujícím odstínu. Tyto oblasti s výskytem barevně výrazných očazenin byly zvoleny jako místa k odběru stop s předpokladem výskytu částic povýbuchových zplodin. Stopy byly označeny podle pořadí zajištění po odpalu. Z povrchu většiny zasažených objektů byly odebrány vzorky olepením na adhezní uhlíkové terčíky, v jednom případě byly provedeny stěry, které následně byly laboratorně převedeny rovněž na adhezní uhlíkový terčík. Z každého jednotlivého odpalu byly zajištěny tři stopy (vzorky), celkem tedy dvanáct stop.

K analýze zajištěných stop (vzorků), byla použita metoda elektronové rastrovací mikroskopie (SEM/EDX), analogicky shodně s metodikou užívanou expertními pracovišti Policie ČR.

Analýzy byly provedeny na zařízení zn. Tescan Vega, ve spojení s energiově disperzním mikroanalyzátozem Link ISIS 300 za následujících podmínek: urychlovací napětí 20kV, rozsah 20keV, 1024 kanálů, detektor SED, BSED, zvětšení 50x-5000x.

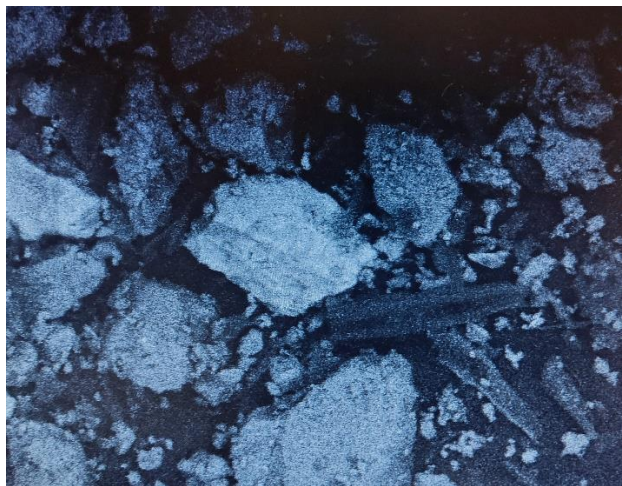
8.3. Výsledky analýzy stop elektronovým mikroskopem a další zjištěné poznatky

Naměřené výsledky analýzy stop povýbuchových zplodin zajištěných při experimentálních odpalech, jsou uvedeny níže ve čtyřech samostatných podkapitolách, rozdělených podle druhu zábavné pyrotechniky. V těchto kapitolách je uveden popis pyrotechnického efektu, obsah nespálených komponent pyrotechnické složky, čímž je myšlen obsah výbuchem nezreagovaných látek, jenž se složením přibližně blíží vstupnímu složení pyrotechnické složky jednotlivých druhů zábavné pyrotechniky. Dále zda byly zjištěny signifikantní PBR částice, kdy za signifikantní jsou považovány především částice sférického tvaru. Obsahem spálených komponent pyrotechnické složky, jsou především struskovité útvary charakteristického složení.

Vzhledem ke skutečnosti, že zábavná pyrotechnika, i většina primitivních improvizovaných nástražných výbušných systémů, zpravidla vždy obsahuje černý střelný prach, je pozornost při analýze, věnována reziduím černého prachu. V případech, jako je tento, kdy je známé vstupní složení výbušniny, byly nalezeny signifikantní rozdíly mezi výbuchy složky se střelným prachem za relativně „standartních“ tlakově-teplotních podmínek a za podmínek výrazného tlakově-teplotního působení (dostatečně pevný uzavřený obal). Bylo zjištěno, že u odpalů pyrotechnických složek s černým prachem ve snadno deformovatelném obalech (tenké papírové) dochází k jejich rychlé destrukci, bez výrazného nárůstu tlaku. Vzhledem k relativně nízké rychlosti přeměny směsi dochází k nedokonalému shoření a do okolí jsou rozmetány zbytky původních prachových zrn, které nedokonale shořely. Morfologicky se jedná o zpravidla oválná zrna, jejichž morfologie a velikost spadá do obecných rozpětí povýbuchových zplodin

popsaných v teoretické části. Morfologie je poměrně typická a tyto reliktů lze poměrně snadno instrumentálně detekovat. Chemické složení je také relativně charakteristické. Poměry intenzit síry a draslíku se pohybuje od 1:2 ve prospěch draslíku až po 1,5:2. Typickou morfologii a chemismus dokumentují níže uvedené obrázky v následujících podkapitolách. U odpalů pyrotechnických složí s obsahem černého prachu v relativně pevném obalu (zde zastoupeno kulovou pumou), který se díky nízké brisanci nedestruuje okamžitě, dochází v podmínkách vyššího tlakově-teplotního působení k úplnému shoření částic a vzniku porézní strusky, avšak se stejným poměrem síry a draslíku. Struskovité útvary částic povýbuchových zplodin jsou v tomto případě pak charakteristickým částicemi, vzniklých při vyšším tlakově-teplotním působení v některých konstrukcích výbušných zařízení.

Při analýze vzorků z experimentálních odpalů, bylo zjištěno, že u zábavné pyrotechniky, ne vždy vzniknou částice povýbuchových zplodin sférického tvaru, tyto vznikají v případě určitého rozpětí tlaku a teplot v okamžiku výbuchu, a podstatná je přítomnost určitých chemických prvků ve vstupní pyrotechnické složi. Při některých výbuších jako jsou výbuchy zábavné pyrotechniky, tak vznikají i částice povýbuchových zplodin připomínající mnohostěnné útvary.



Obrázek č. 11 – mnohostěnná částice povýbuchových zplodin černého prachu (zdroj: vlastní)

Z praktické práce při analýze povýbuchových zplodin zábavné pyrotechniky, bylo zjištěno, že tvary částic povýbuchových zplodin, jsou rozmanité, a na jejich vzhledu se podílí mnoho proměnných veličin působících při konkrétním výbuchu. Jejich správné vyhodnocení záleží vždy na znalci příslušného pracoviště

kriminalistické chemie, který v rámci své kriminalistické praxe, si tyto částice ve vzorcích zkoumaných pod elektronovým mikroskopem, postupně načte, zapamatuje a dokáže správně určit, o které z termogenických částic povýbuchových zločin se přesně jedná.

Kriminalistický znalec (expert), který se věnuje analýze povýbuchových zplodin pravidelně, pak s řemeslnou přesností umí tyto odlišně vyhlížející částice identifikovat a v návaznosti na další měření zjištěné informace, správně vyhodnotit do svého odborného výstupu. Závěr výstupu pak může mít například následující znění: *„Zkoumáním byly na všech vzorcích ze stop č. X–Y, nalezeny částice odpovídající materiálu pyrotechnických složí (pravděpodobně chloristan/chlorečnan draselný + hliník). Vzhledem k přítomnosti síry (S) a draslíku (K) lze uvažovat i o přítomnosti černého střelného prachu. U předložených stop byly/nebyly tyto závěry podpořeny aniontovou analýzou.“*

Po provedených experimentálních odpalech, byl také zjištěn i destruktivní potenciál zábavné pyrotechniky, který v případě kulové pumy umístěné v osobním automobilu je značný. Na tomto příkladu je jasně patrná smysluplnost a účelnost zákonného zařazení tohoto druhu zábavné pyrotechniky do kategorie, která omezuje dostupnost pro širokou veřejnost, a tuto zpřístupňuje jen proškolenému a prověřenému okruhu osob držících příslušné oprávnění.

8.3.1. Vzorky č. 1,2,3, zajištěné z cíle zasaženého účinkem římské svíce.

Druh pyrotechnického efektu: římskou svící postřelovaný hrnec

Popis pyrotechnického efektu:

osm různě barevných vybuchujících projektilů vystřelovaných postupně za sebou z jedné výmetnice.

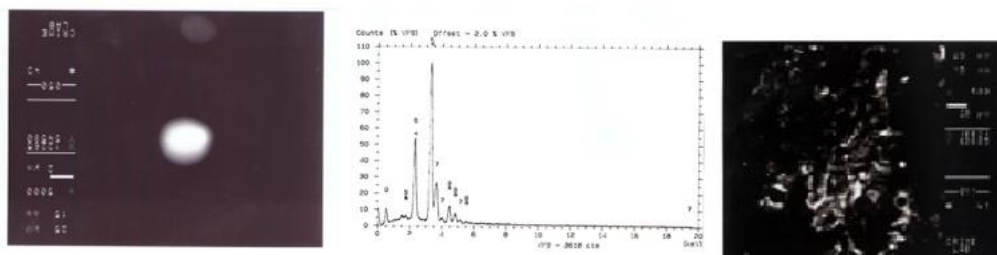
Obsah nespálených komponent pyrotechnické složky:

vzorek č. 1=Al,Si,K,Ti,Fe vzorek č. 2=Mg,K,Cl,Ba vzorek č. 3=S,K,Sr

Zjištěné signifikantní PBR částice: žádné, jedna částice Ba

Obsah spálených komponent pyrotechnické složky:

vzorek č. 1=S,Al,Si vzorek č. 2=Ca,Al,Si,K vzorek č. 3=K,S,Ba



Obrázek č. 12 - prvkové spektrum a povýbuchové zplodiny (Ba, K) římské svíce ze vzorků č.1,2,3 (zdroj: vlastní)

8.3.2. Vzorky č. 4,5,6, zajištěné z cíle zasaženého účinkem kompaktního ohňostroje.

Druh pyrotechnického efektu: kompaktním ohňostrojem postřelovaný dopravníkový pás

Popis pyrotechnického efektu:

šestnáct barevných vybuchujících efektů vystřelovaných postupně za sebou z výmetnic v baterii vedle sebe.

Prvkový obsah nespálených komponent pyrotechnické složky:

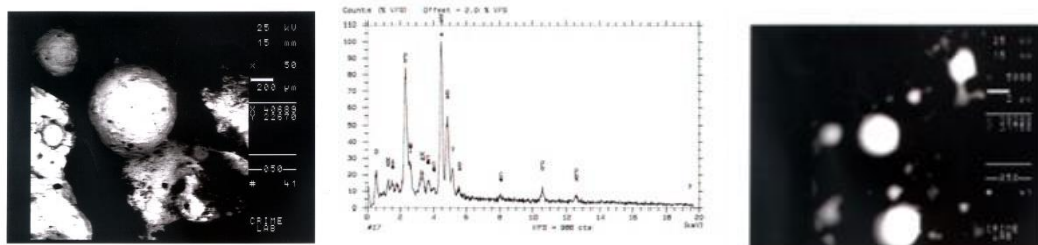
vzorek č. 4=Al,Si,S,K, Ba, Cu vzorek č. 5=Mg,Al,Cu

vzorek č. 6=Al,Si,K,Ti,Sr

Zjištěné signifikantní PBR částice: Pb, Ba

Prvkový obsah spálených komponent pyrotechnické složky:

vzorek č. 4=Pb,Ba,K vzorek č. 5=Ca,Al,Mg,Cu vzorek č. 6=K,S,Al



Obrázek č. 13 – prvkové spektrum a povýbuchové zplodiny (Pb, Ba) kompaktního ohňostroje ze vzorků č. 4,5,6 (zdroj: vlastní)

8.3.3. Vzorky č. 7,8,9, zajištěné z cíle zasaženého účinkem dělobuchu.

Druh pyrotechnického efektu: dělobuch odpálený pod hrncem

Popis pyrotechnického efektu:

hlasitý zvuk exploze provázený zábleskem.

Obsah nespálených komponent pyrotechnické složky:

vzorek č. 7=Mg,Cl,Ca,Si,Al,S vzorek č. 8=Al,Cl,K,Si,Mg,S

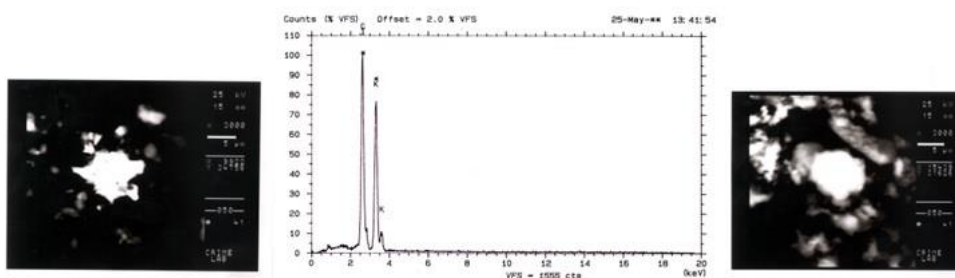
vzorek č. 9=Al, Mn, K

Zjištěné signifikantní PBR částice: žádné

Obsah spálených komponent pyrotechnické složky:

vzorek č. 7= Ca,Si,Al,S vzorek č. 8=K,Cl,Mg,S

vzorek č. 9=Mn, K, S



Obrázek č. 14 - prvkové spektrum a povýbuchové zplodiny (K, S) dělobuchu ze vzorků č. 7,8,9 (zdroj: vlastní)

8.3.4. Vzorky č. 10,11,12, zajištěné z cíle zasaženého účinkem kulové pumy.

Druh pyrotechnického efektu: kulová puma odpálená v automobilu

Popis pyrotechnického efektu:

hlasitý zvuk exploze provázený zábleskem s rozstřelem jisker.

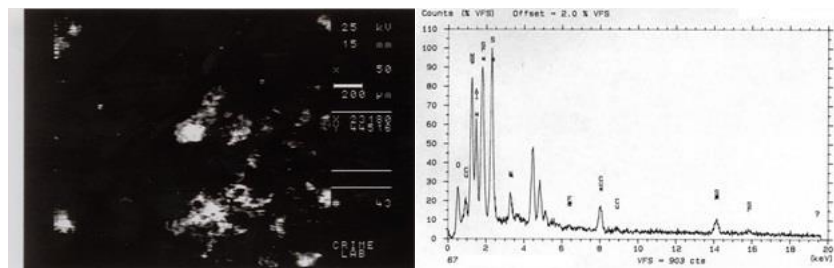
Obsah nespálených komponent pyrotechnické složky:

vzorek č.10=K,Ti,S,Cl vzorek č. 11=Mg,Si,Cl,Ca vzorek č. 12=Mg,Si,Cl,Ca

Zjištěné signifikantní PBR částice: žádné

Obsah spálených komponent pyrotechnické slože:

vzorek č.10=K,Cl vzorek č. 11=Mg,Al vzorek č. 12= Mg,Si



Obrázek č. 15 - prvkové spektrum a povýbuchové zplodiny(K) kulové pumy ze vzorků č. 10,11,12 (zdroj: vlastní)

ZÁVĚR

Práce pojednávala o vybraných metodách zkoumání povýbuchových zplodin, a to především v souvislosti s analýzou na skenovacím elektronové mikroskopu, kdy byla rozdělena na obsáhlejší teoretickou část, která byla rozdělena do sedmi kapitol, a do osmé kapitoly praktické, která měla za cíl ověřit metodu popsanou v kapitole sedmé.

Smyslem celé této práce bylo poskytnout ucelený pohled nejen na právní rámec nakládání se zábavnou pyrotechnikou, ale také i na problematiku jejího užití mimo legální oblast, s uvedením několika kazuistik, ze kterých plyne, že užití mimo dovolenou oblast práva není neobvyklé, i když v našich končinách se na rozdíl od zahraničí jedná spíše o nedbalostní události. V další části byly popsány druhy výbuchů, rozdíl mezi výbuchem samotným a výbuchovým hořením, a základní rozdělení druhů výbušnin s obsáhleším popisem pyrotechnických výrobků, a konkrétním uvedením nejčastěji užívaných typů. Zmíněno bylo zařazení zkoumání povýbuchových zplodin v rámci kriminalistiky, a kteří specialisté tato zkoumání provádějí. Podrobněji byla popsána oblast pyrotechnických stop jako povýbuchových zplodin se zaměřením na oblast termogenických částic, jako jejich podskupiny, s uvedením charakteristiky a rozdílů od povýstřelových zplodin.

Praktická část pak přinesla popis experimentálně provedených odpalů zábavné pyrotechniky, zajišťování stop povýbuchových zplodin na místě výbuchu, a jejich následnou analýzou na elektronovém mikroskopu, s uvedením obrazové dokumentace povýbuchových zplodin, a jejich prvkového spektra spálených a nespálených komponent, a další poznatků při experimentu zjištěných.

Jsem přesvědčený, že při vyšetřování výbuchů zábavné pyrotechniky a obecně i ostatních výbuchů, které jsou prakticky vždy kriminalisticky relevantní událostí, pokud v této souvislosti došlo k újmě na zdraví či materiální škodě, významně napomáhá zkoumání povýbuchových zplodin, které, ač není disciplínou identifikační, má zde, především tedy na poli expertní kriminalistické činnosti, své nezastupitelné místo. Pevně věřím, že tato práce poukázala a popsala vybrané metody zkoumání povýbuchových zplodin, seznámila se vším, co bylo avizováno

v úvodu a poskytla informace, které nejsou zcela běžně dostupné, i když z taktických důvodů ne naprosto všechny.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ZDROJŮ

MONOGRAFIE

1. **SUCHANEK J.**, *Kriminalistické stopy obsahující informaci o vnitřní stavbě (struktuře) objektu*, Jaroslav SUCHÁNEK 2005, ISBN 80-7251-181-5
2. **KONRÁD Z., PORADA V., STRAUS J., SUCHÁNEK J.**, *Kriminalistika. Teorie, metodologie a metody kriminalistické techniky*. Plzeň: Aleš Čeněk, 2014, ISBN 978-80-7380-535-7
3. **FOJTÁŠEK L., KOTRLÝ M., KOLÁŘ P., DANIŠ I.**: *Povýstřelové zplodiny – metody jejich zajišťování a důkazní hodnota výsledků analýzy*, Praha: Odborná sdělení KÚP, 2/2000
4. **JELÍNEK P., HAPALA P., CHÁB V.**, *Rastrovací a tunelová mikroskopie: Jitro a poledne kouzelníků*. Vesmír [online]. 2010, roč. 89, no. 5, ISSN 1214-4029
5. **KONRÁD Z., PORADA V., STRAUS J., SUCHÁNEK J.**, *Kriminalistika. Teorie, metodologie a metody kriminalistické techniky*. 2. aktualizované vydání, Plzeň: Aleš Čeněk, 2021, ISBN 978-80-7380-869-3
6. **NOVOTNÝ J.**, *Vybrané kapitoly z teorie výbušnin*, Pardubice: VŠCHT v Pardubicích, 1987
7. **BARTOŠ J., MEČÍŘ R.**, *Příručka pro střelmisty*, Praha: SNTL, 1970
8. **PORADA V. a kol.**, *Kriminalistika: technické, forenzní a kybernetické aspekty*, 2. aktualizované vydání, Plzeň: Aleš Čeněk, 2019, ISBN 978-80-7380-741-2
9. **TEXL P., HOSPODÁŘSKÝ V., ŠVEHLA L.**, *Povýstřelové zplodiny – komplexní pohled*, Praha: Odborná sdělení KÚ 2/2000
10. **DENKSTEIN J.**, *Chemie a technologie základních výbušnin*, VŠCHT v Pardubicích, 1987
11. **NOVOTNÝ, F. a kol.** *Trestní právo procesní*. 2 vyd. Plzeň: Aleš Čeněk, 2017. ISBN 978-80-7380-677-4

Seznam zahraničních publikací

12. **KOSANKE K.L., DUJAY R.C., KOSANKE B.J.**, *Characterization of pyrotechnic reaction residue particles by SEM/EDS*, J. Forensic Sci. 48 (2003)
13. **DALAL A., SETHI J. R., GANGWAR U.**, *Analysis of Post-Blast Residues in Soil Sample by 1H qNMR Spectroscopy*, Propellants, explosives, pyrotechnics, 12/2022, Ročník 47, Číslo 12
14. **GOLDSTEIN J. I.**, *Scanning electron microscopy and X-ray microanalysis*, New York, Kluwer, 2003, s. 689, ISBN 0-306-47292-9
15. **HADDAD P. R., JACKSON P. E.**, *Ion chromatography: principles and applications*, Elsevier, Amsterdam, 1990, ISBN: 0-444-88232-4

Legislativa

16. Zákon č. 206/2015 Sb. Zákon o pyrotechnických výrobcích a zacházení s nimi a o změně některých zákonů (zákon o pyrotechnice)
17. Nařízení vlády č. 32/2014 Sb., Nařízení vlády o zacházení s pyrotechnickými výrobky
18. Závazný pokyn policejního prezidenta č. 100/2018, o kriminalistickotechnické činnosti
19. Závazný pokyn policejního prezidenta č. 177/2018, kterým se upravuje věcná, funkční a místní příslušnost znaleckých ústavů PČR
20. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2013/29/EU, o harmonizaci právních předpisů členských států týkajících se dodávání pyrotechnických výrobků na trh ze dne 12. června 2013
21. Směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2007/23/ES, o uvádění pyrotechnických výrobků na trh ze dne 23. května 2007
22. Úmluva o značkování plastických trhavin pro účely detekce, vyhlášená pod č. 6/2003 Sb.m.s.

23. zákon č. 254/2019 Sb. o znalcích, znaleckých kancelářích a znaleckých ústavech
24. zákon č. 141/1961 Sb., trestní řád
25. vyhláška č. 503/2020 Sb., o výkonu znalecké činnosti

Internetové zdroje

26. https://www.idnes.cz/zpravy/zahranicni/pariz-predmesti-champigny-sur-marne-utok-na-policejni-stanici.A201011_121958_zahranicni_kha (cit. 11.1.2023)
27. <https://www.novinky.cz/clanek/zahranicni-chteli-nas-zabit-popisujinemecti-policiste-utoky-behem-silvestrovske-noci-40418958> (cit. 11.1.2023)
28. <https://www.bbc.com/news/uk-england-tyne-63559457> (cit. 11.1.2023)
29. <https://www.regionzapad.cz/zpravodajstvi/krasno-zabavni-pyrotechnika-vazne-zranila-mladeho-muze-150287/> (cit. 1.2.2023)
30. <https://www.fnol.cz/aktuality/vystrelene-oko-utrzene-prsty-zdravotnici-z-fakultni-nemocnice-olomouc-bojuji-za-zakaz-ci-omezeni-zabavni-pyrotechniky> (cit. 1.2.2023)
31. <https://www.fnol.cz/aktuality/vystrelene-oko-utrzene-prsty-zdravotnici-z-fakultni-nemocnice-olomouc-bojuji-za-zakaz-ci-omezeni-zabavni-pyrotechniky>
32. Wikiskripta. wikiskripta.eu. WikiSkripta. [Online] MEFANET ISSN 1804-6517. [Citace: 19. leden 2023.] <https://www.wikiskripta.eu>
33. <https://seznat.justice.cz/>

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek č. 1 - kompaktní ohňostroj (zdroj: vlastní)

Obrázek č. 2 - římská svíce (zdroj: vlastní)

Obrázek č. 3 - kulová puma (zdroj: vlastní)

Obrázek č. 4 - dělobuch (zdroj: vlastní)

Obrázek č. 5 - částice povýbuchových zplodin (zdroj: Chem. Listy 113/2019)

Obrázek č. 6 - částice povýstřelových zplodin (zdroj: vlastní)

Obrázek č. 7 - elektronový mikroskop zn. Tescan VEGA (zdroj: vlastní)

Obrázek č. 8 - kontejner s adhezní uhlíkovou vrstvou (zdroj: vlastní)

Obrázek č. 9 - iontový chromatograf zn. Metrohm 940 Professional IC Vario (zdroj: vlastní)

Obrázek č. 10 - odpal kulové pumy v automobilu (zdroj: vlastní)

Obrázek č. 11 – mnohostěná částice povýbuchových zplodin černého prachu (zdroj: vlastní)

Obrázek č. 12 - prvkové spektrum a povýbuchové zplodiny (Ba, K) římské svíce ze vzorků č.1,2,3 (zdroj: vlastní)

Obrázek č. 13 - prvkové spektrum a povýbuchové zplodiny (Pb, Ba) kompaktního ohňostroje ze vzorků č. 4,5,6 (zdroj: vlastní)

Obrázek č. 14 - prvkové spektrum a povýbuchové zplodiny (K, S) dělobuchu ze vzorků č. 7,8,9 (zdroj: vlastní)

Obrázek č. 15 - prvkové spektrum a povýbuchové zplodiny(K) kulové pumy ze vzorků č. 10,11,12 (zdroj: vlastní)