

**Střední odborná škola požární ochrany a Vyšší odborná škola  
požární ochrany**

**Pionýrů 2069, 738 02 Frýdek-Místek**

# **ABSOLVENTSKÁ PRÁCE**

**Michal Hradil**

**Frýdek-Místek, 2024**

**Střední odborná škola požární ochrany a Vyšší odborná škola požární ochrany**

**Pionýrů 2069, 738 02 Frýdek-Místek**

**Obor vzdělání: 39-08-N/..-Požární ochrana a bezpečnost práce**

**Vzdělávací program: Prevence rizik a záchranářství**

# **Analýza současného využití detekční techniky bojových chemických látek v ČR a ve světě**

**Vypracoval: Michal Hradil**

**Vedoucí práce: pplk. Ing. Marek Hütter, Ph.D.**

**Frýdek-Místek, 2024**



Prohlašuji, že jsem absolventskou práci na téma **Analýza využití detekční techniky bojových chemických látek v ČR a ve světě** vypracoval samostatně. Veškeré prameny, z nichž jsem při zpracování čerpal, v práci řádně cituji a jsou uvedeny v seznamu použité literatury a pramenů.

Frýdek-Místek, červen 2024

.....

Beru na vědomí, že absolventská práce je majetkem SOŠ PO a VOŠ PO (ustanovení § 60 odst. 1 zákona č.121/200 Sb., autorský zákon), bez jejího souhlasu nesmí být nic z obsahu práce publikováno.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své absolventské práce ve studijní knihovně SOŠ PO a VOŠ PO.

Frýdek-Místek, červen 2024

.....

## Anotace

Práce vytváří ucelenou mapu aplikace detekční techniky bojových chemických látek, využívané u vybraných bezpečnostních složek, analyzuje rozdíly v metodách, materiálech a postupech detekce a ochrany. Dále je zpracována rešerše předmětné problematiky ve světě. V praktické části jsou vytvořeny návrhy na zlepšení a zefektivnění systému detekce bojových chemických látek.

## Klíčová slova

Detekce, bojová chemická látka, chemická zbraň

## Anotation

The thesis creates a comprehensive map of the application of the detection technique of chemical warfare agents, used by selected security forces and analyze the differences in methods, materials and procedures of detection and protection. Furthermore, a research of the subject issue in the world is elaborated. In the practical part, proposals are made to improve and streamline the system of detection of chemical warfare agents.

## Key words

Detection, chemical warfare agents, chemical weapon system

# Obsah

1. Úvod.....	1
2. Právní předpisy.....	2
3. Vymezení pojmů .....	4
4. Historie.....	5
5. Ženevské úmluvy .....	7
6. Rozdělení bojových chemických látek.....	9
6.1. Letální látky .....	9
6.1.1. Všeobecně jedovaté:.....	9
6.1.2. Dusivé.....	10
6.1.3. Nervově paralytické .....	11
6.1.4. Zpuchýřující .....	12
6.2. Neletální látky .....	13
6.2.1. Dráždivé .....	13
6.2.2. Dočasně zneschopňující .....	13
6.2.3. Psychoaktivní .....	14
6.2.4. Se speciálním účinkem.....	14
7. Individuální ochrana proti BCHL .....	15
8. Historie detekce.....	16
9.1. Jednoduché detekční prostředky .....	20
9.1.1. DETEHIT .....	20
9.1.2. PP3 papírky .....	20
9.1.3. Detekční trubičky .....	20
9.2. Prosávače .....	22
10. Elektronické detekční přístroje .....	23
10.1. X-AM 5000 .....	23

10.2 X-AM 7000 .....	23
10.3. GDA 2 .....	24
10.4. GDA-P.....	24
10.5. AP4C .....	24
10.7. Polyvector III G999E .....	25
10.9. ALTAIR 5X .....	28
10.10. Tiger XT.....	29
10.11. GID 3.....	29
10.12. RAID-M100 .....	30
11. Spektrometry .....	31
11.1. Hmotnostní spektrometry .....	31
11.2. Infračervené spektrometry.....	31
12. Přenosné chemické laboratoře .....	33
13. Současná detekční technika, využívaná Hasičským záchranným sborem MSK.....	34
14. S-LOV-CBRN .....	36
15. Možné podoby nalezených podezřelých předmětů .....	37
15.1. Souprava OL-1 (respektive OL-2, 3, 4) .....	37
15.6. Reichtopf.....	39
15.7. Cvičná munice Německé armády Übungreinzungas.....	39
16. Výsledek provedené analýzy .....	41
17. Závěr.....	43
18. Zdroje .....	45
19. Seznam obrázků.....	47

## Poděkování

Na samotném počátku této práce bych rád poděkoval mému vedoucímu práce, panu pplk. Ing Marku Hütterovi Ph.D. za metodické vedení mé práce. Dále por. Jiřímu Omaníkovi a por. Romanu Jechovi za umožnění nahlédnout na prostředky a postupy využívané armádou ČR pro detekci a obranu proti bojovým chemickým látkám.

# Seznam použitých zkratk

AČR - Armáda České republiky

BCHL - bojová chemická látka

CBRN - chemical, biological, radioactive, nuclear

CHP - chemický průkazník

DMV - dolní mez výbušnosti

HZS - Hasičský záchranný sbor

JPO - jednotka požární ochrany

MSK - Moravskoslezský kraj

OOPP - osobní ochranné pracovní prostředky

PID - photo ionisation detector

Ppb - parts per bilion

PPLA - protiplynový automobil

# 1. Úvod

Pojem bojová chemická látka začal rezonovat společností během první světové války. To ovšem neznamená, že jeho kořeny nesahají mnohem hlouběji. Právě zmíněná první světová válka byla historicky prvním hromadným použitím těchto látek a od té doby je společnost poznamenána hrůzami, jimi způsobenými. Ačkoliv vnímám, že rozsáhlé použití chemických zbraní v civilizovaném světě je, vzhledem k dohodnutým úmluvám, kterým se zavázali největší držitelé chemických zbraní, otázkou historie, je tato hrozba stále aktuální. Použití a skladování chemických zbraní nebývá pouze v kompetenci armád, ovšem, jak nedávná historie napovídá, je aktuální hrozbou především ze strany terorismu a dle dostupných zdrojů v jisté míře i v aktuálně probíhajících bojových konfliktech, jako například na Ukrajině, kde došlo během prvních dvou let války ke zhruba 600 prokazatelným případům použití bojových chemických látek. Proto jsem přesvědčen, že by tato problematika neměla být podceňována, neboť jednotky požární ochrany by byly v případě použití chemických zbraní jistě využívány a to ihned v prvním sledu. Odvětví bojových chemických látek je v odborné přípravě zdatně opomíjeno, proto vnímám tuto práci jako příležitost se v tomto oboru zdokonalit.

Cílem této práce je zmapovat dostupné informace o bojových chemických látkách a o detekčních přístrojích, vhodných k jejich detekci na místě zásahu a na základě dostupných informací analyzovat aktuální využití současné detekční techniky ve zbytku světa. Tyto informace následně implementovat do potřebné struktury, zpracovat výčet dostupných prostředků, které budou následně zhodnoceny pro jejich klady, zápory a možnou rentabilitu pořízení pro HZS. Na základě dostupných informací o BCHL a provedené analýzy navrhnou možnou aktualizaci technických prostředků pro jejich detekci a ochranu proti nim v užívání HZS MSK. První část práce se krátce zabývá historií bojových chemických látek, jejich vývinem napříč historií a jejich rozdělením. Tato část práce je klíčová pro následné porozumění zbytku tématu. Druhá, a hlavní část práce, analyzuje nejvýznamnější detekční prostředky, užívané zprvu v historii a následně v současnosti a dle dostupných informací vyhodnocuje využitelnost jednotlivých přístrojů pro případné využití u jednotek požární ochrany.

## 2. Právní předpisy

V této kapitole budou uvedeny a krátce popsány základní právní předpisy, týkající se činnosti jednotek požární ochrany při zásazích na nebezpečnou látku, nebezpečných látek jako takových či výrobě a používání bojových chemických látek.

- **Zákon č. 320/2015 Sb. o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů**

Zákon stanoví úkoly a povinnosti Hasičského záchranného sboru České republiky jakožto organizace a rovněž práva a povinnosti jeho příslušníků. [1]

- **Zákon č. 350/2011 Sb. o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů**

Zákon přebírá předpisy Evropské unie a navazuje na ně. Upravuje práva a povinnosti osob při výrobě, klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování, uvádění na trh, používání, vývozu a dovozu chemických látek nebo látek obsažených ve směsích či předmětech. Dále stanovuje správnou laboratorní praxi a působnost správních orgánů při zajišťování ochrany před škodlivými účinky látek a směsí. [2]

- **Zákon č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů**

Zákon stanovuje složky integrovaného záchranného systému, vymezuje jejich působnost, stanovuje práva a povinnosti fyzických a právnických osob při mimořádné události a stanovuje úkoly územních samosprávních celků při mimořádné události a přípravě na ni [3]

- **Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky a o změně některých zákonů**

Zákon, na základě předpisů EU, stanovuje povinnosti právnickým a podnikajícím fyzickým osobám při využívání objektů, ve kterých jsou umístěny nebezpečné látky. [4]



- **Zákon č. 219/1999 Sb., o ozbrojených silách České republiky**

Zákon stanovuje postavení a úkoly ozbrojených sil České republiky včetně jejich členění a řízení. Dále stanovuje vybavení vojenským materiálem a upravuje použití vojenské zbraně vojáky. [5]

- **Pokyn č. 6/2017 Sb., generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky ze dne 31. ledna 2017, kterým se vydává Řád chemické služby Hasičského záchranného sboru České republiky v souladu s § 24 odst. 1 zákona č.133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů, a vyhláškou č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění vyhlášky č. 226/2005 Sb.**

- **Zákon č. 19/1997 Sb., o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní a o změně některých zákonů**

### 3. Vymezení pojmů

Cílem této kapitoly je definovat užité pojmy a definice, mající v této práci důležitou roli.

**Nebezpečná látka** je *nebezpečná chemická látka (...) mající jednu nebo více nebezpečných vlastností.* [6]

**chemická zbraň:** Je zbraňový systém, obsahující jako složku bojovou chemickou látku a slouží k její dopravě k cíli. Můžeme si mezi nimi představit dělostřelecké granáty, střely, miny, pumy či rozstříkovací systémy. Nepůsobí materiální škody, jejich účel je výhradně eliminace lidské síly.

**bojová chemická látka:** dříve nazývaná také bojová otravná látka, je hlavní složkou chemické zbraně. *Jedná se o toxickou látku nebo chemická substance (chemický prvek, sloučenina nebo jejich směs, případně laborovaná do speciální munice) pro použití v boji a operacích s cílem toxickými účinky snížit bojeschopnost vojsk protivníka nebo způsobit zdravotní i nenávratné ztráty.* [7]

**detekce** je zjišťování přítomnosti určité látky v kontrolovaném prostoru nebo vzorku

**dekontaminace** je *soubor metod, postupů, organizačního zabezpečení a prostředků k účinnému odstranění nebezpečné látky (kontaminantu, nebo snížení škodlivého účinku kontaminantu na takovou bezpečnou úroveň, která neohrožuje zdraví a život osob a zvířat, a jeho likvidace.* [8]

**chemický průzkum** je *soubor činností vedoucí k detekci, charakterizaci, identifikaci nebo stanovení nebezpečné látky a interpretace interpretace naměřených údajů a dalších zjištěných okolností* [8]

## 4. Historie

Využití jedu, jakožto prostředku k eliminaci lidské síly, zdaleka není vynálezem moderní doby. Své prvopočátky má tato myšlenka již v dobách starověku. Tehdy se ovšem využívalo výhradně přírodních látek, u kterých byly zjištěny jedovaté účinky. Látky bývaly jak rostlinného, tak živočišného původu a postupem času se začaly objevovat i směsi několika jedovatých látek. Jed byl do těla protivníka dopravován především šípy či šipkami, případně kontaktně čepelí s naneseným jedem. Jedy se z listů, bobulí, larev či dokonce výměšků žab dostávají například dlouhou tepelnou úpravou či drcením. Tyto metody jsou dodnes využívány mnohými etnickými skupinami v Africe či Amazonii pro lov či obranu teritoria a patří mezi ně například jedovatý kožní výměšek žáby *Dendrobates azureus* [9], zvané také Pralesnička, či jed kurare. Postupem času se tyto primitivní metody vyvíjely a začínaly být využívány čím dál kreativnější postupy. Za zmínku stojí například hnijící mrtvoly zvířat, záměrně umísťované do vodních toků, zásobujících města, či dokonce metání těchto mrtvol, napadených morem, či samotné obsahy žump přes protivníkovy hradby, jak tomu bylo například v roce 1422 během obléhání hradu Karlštejna. Tehdy nešlo o zabití protivníka, avšak jeho intoxikování, což mělo za následek účinky například nevolnosti a střevní potíže. Tyto aspekty bývaly dostačující pro podlomení morálky vojsk a samotné obrany hradu. Využití chemických substancí pro jejich letální účinky se v moderní době očekává především v plynném skupenství. Tato metoda je rovněž prověřena časem a prvním doloženým využitím této formy boje bylo okolo roku 200 našeho letopočtu. Zapálené nádoby se sírou a živíci byly tehdy využity Peršany jako obrana proti Římským vojskům, postupujícím tunely do jimi obléhaného města Dura. Významným skokem kupředu ve vývoji chemických látek byla doba rozvoje průmyslu na přelomu 19. a 20. století, kdy se začalo uvažovat na využitím kouře nejen pro jeho maskovací účinky, ovšem také pro jeho dusivý efekt. Začaly se objevovat první dýmové granáty, střely či dělostřelecké granáty, plněné toxickou látkou.

Následná první světová válka, tehdy označována za válku velkou, byla prvním rozsáhlým konfliktem s hromadným využitím této formy zbraní. První armádou, hromadně využívající těchto prostředků, byla armáda Francouzská. Ta využívala náboje plněné ethylbromacetátem, který byl později přidáván i do dělostřeleckých granátů, ovšem tento způsob se minul účinkem. Jako prvním úspěšným použitím bojové chemické látky je všeobecně znám útok

německých vojsk proti francouzským jednotkám u Belgického města Yprés, dne 22. dubna 1915. Ten byl veden tzv. vlnovým útokem, který spočíval v umístění tlakových lahví s chlorem podél frontové linie. Chlor byl z lahví vypuštěn vypouštěcím ventilem, jakmile začal vát vhodný vítr. Vhodné podmínky nastaly onoho dne okolo šesté hodiny večerní, kdy začal vítr dosahovat síly 2 až 3 metry za sekundu a byl dostatečně silný k dopravě plynu až na nepřátelské pozice. Proti tomuto způsobu boje do té doby neexistovala vhodná ochrana a jeho účinky tedy byly fatální. Zasaženo bylo na 15 000 osob, z toho 5000 smrtelně. První použití tohoto způsobu boje se odehrálo již téhož roku v lednu proti Ruským vojskům. Tato událost se však zcela minula účinkem, neboť účinky chloru byly zastaveny mrazivým počasím a Ruská strana útok ani nezaznamenala. Tímto experimentem odstartovala éra vlnových útoků, kterých Německá armáda během první světové války učinila takřka 50. Bezprostředně s příchodem plynových útoků začaly obě strany intenzivně pracovat na zásobení vojsk ochrannými prostředky a na možných formách detekce. Začínající chemický útok měli za úkol zpozorovat tzv. plynoví pátrači, kteří měli následně informovat o blížícím se nebezpečném plynu. S nástupem ochranných prostředků začínal být chemický způsob boje neúčinný. Ovšem do té doby, než přišlo na bojiště Německo s plynem, který vstupuje do organismu nejen dýchacími cestami, ale i kůží. Proti tomuto plynu tedy neexistovalo účinné ochrany a odstartoval éru zpuchýřujících látek. Tento plyn byl pojmenován Yperit podle místa, kde byl poprvé použit, již zmíněného města Yprés v Belgii. Jeho možné následky jsou vyobrazeny na snímku č. 1 níže.



*Obrázek 1: spojenečtí vojáci zasaženi Yperitem, který u nich způsobil slepotu. Béthune, Francie, 10.4. 1918 [10]*



**Úmluva o zákazu vývoje, výroby, hromadění zásob a použití chemických zbraní a jejich zničení (1992)** mezinárodní smlouva, kterou se státy zavazují nevyvíjet, nevyrábět, nehromadit, nepřechovávat a nepřevádět chemické zbraně, jakož i nečinit vojenské přípravy k jejich využití a nenapomáhat nikomu k uvedeným činnostem, nevyzývat ani nepodněcovat k nim. Tato úmluva měla doplnit nedostatky původní úmluvy z roku 1925. V této úmluvě přibyly například zákazy využívat v boji látky, určené pro potlačování nepokojů, ovšem nejvýznamnější změnou byla závazná likvidace všech nahromaděných zásob bojových látek a zákaz jejich vývoje a výroby. Stanovena byla rovněž kontrolní opatření. Likvidace chemických zbraní měla být zcela hotova do roku 2012, ovšem likvidace v současné době stále probíhají, neboť se z různých důvodů nepodařilo splnit stanovené termíny. Ponechána smí být pouze drobná množství látek, určená k výcviku obrany či k vývoji detekčních a ochranných prostředků, jak je tomu mimo jiné i na našem území.

## 6. Rozdělení bojových chemických látek

Bojové chemické látky můžeme dle účinků na lidský organismus obecně rozdělit na dvě kategorie. Mezi ně se řadí látky letální, tedy smrtelné a neletální, tudíž nesmrtící. Možné vstupy látek do organismu jsou inhalací, tedy vdechnutím, orálně, tedy požitím, absorpcí skrze sliznice, tudíž například prostřednictvím očí a absorpcí kůží. Účel letálních látek je na první pohled znám. Za úkol mají usmrtit protivníka, čemuž dochází zpravidla obzvláště nehumánním způsobem.

Neletální látky mají za úkol dočasně či trvale zneschopnit protivníka. Pod zneschopněním si můžeme představit například nadměrné slzení, kašel či halucinace, což způsobí neschopnost bojovat a klást odpor, ovšem nikoliv usmrcení. Tento účinek se však může lišit dle koncentrace, doby expozice či subjektivním příznakům konkrétní zasažené oběti a může tedy mít za následek i smrt.

### 6.1. Letální látky

#### 6.1.1. Všeobecně jedovaté:

Jedná se o látky, které jsou pro lidský organismus obzvláště nebezpečné i v nízkých koncentracích. U postižených jedinců narušují základní životní funkce svou schopností postihnout centrální nervovou soustavu a blokovat vnitřní výměnu kyslíku.

- **Kyanovodík:** Je bezbarvá a silně těkavá kapalina, zapáchající po hořkých mandlích. Vyskytuje se ve zplodinách hoření některých plastů. Jedná se o velmi silný jed, ovšem svůj potenciál bojové chemické látky naplno nevyužil, jelikož se jedná o látku lehčí, než vzduch a silně se odpařující. Nechvalně byl ovšem využit Německem ve druhé světové válce jako hlavní složka jedu Cyklon B. Kyanovodík je jednou z látek, které unikly do ovzduší během katastrofy v Indickém Bhópálu v roce 1984. V současnosti je využíván například jako deratizační přípravek.

- Chlorkyan: Jedná se o bezbarvý plyn, vstupující do těla sliznicí a dýchacími cestami. Je obzvláště nebezpečný svou schopností procházet filtry ochranných masek. Účinky na lidské tělo má stejné jako kyanovodík, ovšem navíc způsobuje i otok plic.

### 6.1.2. Dusivé

Jedná se o látky, vstupující do těla inhalací, proto bývají užity především v podobě plynu nebo aerosolu. Jejich účinky na lidský organismus zasahují především dýchací ústrojí. Při intoxikaci dochází k edému plic, doprovázenému zvýšenou tvorbou kapaliny na stěnách plic. Uvnitř plic se tvoří puchýře naplněné krevní plazmou, případně krví, které mohou popraskat a plíce zasažené osoby zaplnit kapalinou. Účinky dusivých látek rostou s fyzickou aktivitou, kdy se zasažená osoba zadýchává. Příznaky intoxikace se nemusí nutně projevit ihned, byla-li postižená osoba intoxikována v klidu, mohou se příznaky začít objevovat až za 30 minut či dokonce až po několika hodinách. Tato doba se nazývá *skrytá latence* [12]. Dusivé látky bývají zpravidla silně těkavé. Lze u nich tedy počítat s poměrně rychlým odpařováním.

- Fosgen: Jedná se o jednu z nejpoužívanějších bojových chemických látek v první světové válce vůbec. Dle některých zdrojů má na svědomí až 80% všech ztrát způsobených chemickými látkami. Jedná se o chemickou látku, stále v hojném množství vyráběnou a využívanou za průmyslovými účely. Tato látka je rovněž obsažena ve zplodinách hoření v případě požáru plastů. Fosgen vzniká při smíšení chloru a oxidu uhelnatého za doprovodu slunečního světla.
- Chlorpikrin: Byl využit Německou armádou v 1. Světové válce. Kromě dýchacích cest vstupuje do organismu také absorpcí přes kůži. Vyvolává zvracení a kašel, což způsobuje nutnost zasažených vojáků sundat plynové masky. Při vyšších koncentracích způsobuje edém plic a smrt. V současnosti je využíván jako pesticid. Vyskytuje se v podobě bezbarvé a olejnaté kapaliny.



### 6.1.3. Nervově paralytické

Jedná se o vysoce toxické látky v podobě organických sloučenin Fosforu, tedy organofosfátů. Obvykle jsou skladovány v podobě bezbarvé kapaliny bez zápachu a mají bohaté využití v průmyslu. Jsou přidávány zejména do hydraulických kapalin, nehořlavých úprav povrchů či v zemědělství jako insekticidy. Americká armáda na svých instruktážních videích popisuje postup kontaminace nervově paralytickou látkou následovně. Zasažený voják nejprve pocítí nadměrnou sekreci hlenu v dýchacích cestách, což by se dalo přiřadit k silné rýmě a zvýšenou míru pocení a slinění. Následuje rozostřené vidění, které vzápětí doprovází třes, stupňující se až v nekontrolovatelné křeče, doprovázené disfunkcí svalstva a to včetně srdce a dýchacích orgánů. Tyto symptomy vedou až k bezvědomí a smrti. Nervově paralytické látky se dají zpravidla rozdělit do dvou kategorií:

- G látky: Látky ve formě těkavé čiré kapaliny, bez výraznějšího zápachu. Do těla vstupuje dýchacími cestami a vyznačuje se nepřilíš dlouhou stálostí v terénu, která se pohybuje okolo 12-24 hodin [12] Mezi představitele těchto látek patří například:

Sarin: čirá kapalina bez zápachu. Nejvyšší toxicitu vykazuje po vdechnutí, ovšem vstupuje do organismu všemi cestami.

Soman: Může být ve formě těkavé čiré kapaliny bez zápachu až nahnědlé kapaliny s ovocným zápachem. Cesty vstupu do organismu jsou všemi možnými způsoby s nejvyšší toxicitou při vstupu inhalací.

Tabun: čirá kapalina slabě ovocného zápachu. Jedná se o první nervově paralytickou bojovou chemickou látku vůbec. Do těla vstupuje všemi cestami, přes kůži i skrze oblečení. Nejvyšší toxicitu vykazuje rovněž při vdechnutí.

- V látky: Zpravidla se jedná o lehce viskózní, bezbarvé kapaliny, ovšem mohou být aplikovány také ve formě aerosolu či v tuhém skupenství. Oproti G látkám mají mnohem vyšší toxicitu a výrazně nižší těkavost, což značně prodlužuje jejich stálost v terénu. Ta dosahuje až řádu měsíců. Mezi nejvýznamnějšího zástupce této kategorie látek se řadí látka VX.

#### 6.1.4. Zpuchýřující

Tyto látky měly za úkol eliminovat lidskou sílu bez nutnosti kontaktu s dýchacími cestami, na základě zdokonalujících se metod ochrany dýchacích cest. Průkopníkem těchto látek byl sulfidický Yperit. Jedná se o látku, pronikající do téměř všemi cestami, zanechávající zarudnutí na místech vstupu, doprovázející tvorbu drobných puchýřků, které se později slévají do velkých puchýřů. Účinek zpuchýřujících látek se násobí s rostoucí vlhkostí. Nejvíce tedy bývají zasaženy sliznice, podpaží a oči, v závislosti na míře zasažení. Oči jsou právě nejcitlivějším orgánem, co se účinků zpuchýřujících látek týče a v již velmi drobných koncentracích par a aerosolů působí negativně projevem zánětu spojivek, otoku očních víček či v horších případech i slepotou. Při vdechnutí par Yperitu dochází k podobným účinkům jako u dusivých látek a to k tvorbě puchýřů v dýchacích cestách a na plicích, což vede k popraskání těchto puchýřů a zaplavení plic kapalinou a to vše bývá zpravidla doprovázeno svalovými křečemi, silným kašlem, horečkou a celkově velmi pomalou a bolestivou smrtí.

- Yperit: Jedná se o nažloutlou až nahnědlou kapalinu s výrazným zápachem, připomínajícím česnek či hořčici, což vedlo k lidovému pojmenování tohoto plynu hořčičný plyn. Jedná se o látku stálou, dobře pronikající porézními materiály jako beton či dřevo. V terénu je mimořádně stálý a v nízkých teplotách se jeho stálost pohybuje až v řádech dnů. Pro použití v zimních měsících býval obohacen o rozpouštědla, případně látku Lewisit, která snižovala jeho teplotu tuhnutí až na -30 °C.
- Lewisit: Vyskytuje se jako bezbarvá až nažloutlá či nazelenalá kapalina se zápachem po květinách. Má obdobné účinky jako Yperit, k němuž býval přidáván pro násobení vzájemných účinků.

## 6.2. Neletální látky

### 6.2.1. Dráždivé

S dráždivými látkami se v současnosti můžeme setkat ve výbavě policejních sborů po celém světě. Jejich užití pro bojové účely bylo zakázáno úmluvou z roku 1992, ovšem tato úmluva počítala s tolerancí těchto látek pro účely výcviku, výzkumu ochranných prostředků a především pro potlačení demonstrací. Tyto látky působí na tělo neletálně, jejich toxický účinek je tedy ve využívaných koncentracích nesmrtící a krátkodobý. Mají za úkol u zasaženého jedince vyvolat nebojeschopný stav. Dráždivé látky bývají užívány v aerosolovém skupenství a do těla vstupují všemi branami. Dle způsobu vstupu do těla se liší i jejich účinky. Při zasažení očí dochází k pálení v oblasti rohovky, pocitu cizího tělesa v oku a nadměrnému slzení. V případě zasažení kůže dochází ke svědění a pálení kůže a při inhalaci k pálení na hrudi, kýčání či kašli. Příkladem zneschopňujících látek je například slzotvorný prostředek, využívaný policejními sbory, jako CS, chlorpikrin, či Adamsit. V aktuálně probíhajících bojových konfliktech je nejčastější užití právě těchto látek a to formou granátů shazovaných z dronů.

### 6.2.2. Dočasně zneschopňující

Jsou to převážně opiáty a jiné látky, využívané pro svůj analgetický účinek. Zasažené osoby jsou utlumené, se zpomalenými reflexy či upadlé do bezvědomí. Riziko užití těchto látek je, že je velmi tenká hranice mezi účinnou a smrtelnou dávkou. Bezvědomí mohou rovněž doprovázet zástavy dechu a následné smrti udušením. Za zmínku stojí případ použití utlumující látky, (pravděpodobně fentanylu) během obléhání Moskevského divadla čečenskými povstanci v roce 2002. Zneschopňující látku tehdy využily speciální policejní jednotky k utlumení povstalců, ovšem vlivem jejich předávkování zemřelo kolem 170 osob, z toho minimálně 130 rukojmí.

### 6.2.3. Psychoaktivní

Zástupcem těchto látek je například LSD-25, což je v současnosti běžně využívaná rekreační droga. Zasaženým osobám způsobuje, mimo jiné, sucho v ústech a nepředvídatelné chování, doprovázené halucinacemi a nekoordinovanými pohyby. V polních podmínkách byl užíván formou aerosolu. Mezi další látky, spadající do této kategorie patří například amfetamin či atropin. Amfetamin byl užíván především pro jeho pozitivní účinky a to například vojáky Wehrmachtu během druhé světové války. Těm byl podáván pro jeho schopnost potlačení únavy a byl v podstatě základem pro Německou formu boje, zvanou blitzkrieg (blesková válka) při níž byli vojáci schopni urazit značné vzdálenosti bez potřeby odpočinku či občerstvení.

### 6.2.4. Se speciálním účinkem

Do této kategorie spadají chemické substance, které nebyly primárně vytvořeny za účelem eliminace lidské síly, ovšem pro své nebezpečné vedlejší účinky se řadí mezi bojové chemické látky. Mezi nejvýznamnějšího zástupce této kategorie spadá bezpochyby defoliant, využívaný Americkou armádou ve Vietnamu, zvaný Agent orange. Jednalo se o směs herbicidů a dioxinů, vyvinutou za účelem likvidace vegetace v džunglích ve Vietnamu pro odhalení skrytých pozic nepřítele, nanášených zpravidla postřikem z letadel a helikoptér, jak je vyobrazeno na kolorizované fotografii č. 3. Vzhledem ke svému složení, které obsahovalo nejtoxičtější dioxin vůbec, výrazně působily také na zasažené osoby, ovšem účinky nebývaly okamžité. Po expozici této látce došlo u kontaminovaných osob k výraznému nárůstu rakovin či leukemií vrozených vad a deformací u jejich potomků a to jak u Vietnamských vojáků, tak u mnoha zasažených civilistů či vojenského personálu Americké armády.



Obrázek 3: Americká helikoptéra rozprašující defoliant Agent orange nad Vietnamskou džunglí, 1967 [13]

## 7. Individuální ochrana proti BCHL

Příchod chemických látek na bojiště světové války s sebou přinesl i potřebu se před těmito látkami chránit, vzhledem k jejich devastujícím účinkům. Doposud se jednalo o látky, vstupující do těla inhalací, pomíneme-li možnost vstupu absorpcí přes kůži, která byla pouze vedlejší formou vstupu s ne tak markantními účinky. Proti těmto látkám se brzy začali vojáci chránit šátkem přes obličej. Za zmínku stojí datum 22. dubna 1915, tedy datum prvního úspěšného vlnového útoku chlorem. Jedinou jednotkou, která, po zasažení chlorem, neprchla ze svých pozic, byla Kanadská 1. divize, jejíž vojáci jako ochranu použili šátky, kapesníky a ponožky nasáklé močí. Amoniak obsažený v lidské moči vcelku úspěšně filtroval chlor a i patrné zdravotní komplikace neměly za následek ztrátu bojeschopnosti. Trvalo bezmála tři čtvrtě roku, než se na bojiště dostaly první plynové masky. Každá strana měla svůj specifický způsob ochrany dýchacích cest. Masky se od sebe lišili jak designem, tak i funkcí. Například Spojené státy Americké využívaly masku, která připomínala kapuci, s otvory pro oči, napuštěnou absorpční látkou. Nevýhodou těchto masek byla netěsnost a především fakt, že každá bojová látka vyžadovala jiný druh absorpční látky. V Praxi to tedy vypadalo tak, že mnohé absorpční látky byly mylně považovány za univerzální ochranu, což bývalo vyvráceno bohužel až při ostrých útocích, kdy byla zjištěna jejich nefunkčnost. Revolucí v ochraně byl objev ruského chemika Nikolaje Dimitrijeviče Zelenského, který začal jako filtrační vrstvu užívat zprvu klasické a později speciálně upravené, tedy aktivní uhlí, čímž udal směr, ve kterém se pokračuje dodnes. Při zásahu s přítomností BCHL je samozřejmostí užití nejvyšší možné ochrany, v prostředí JPO se tedy počítá s izolačními dýchacími přístroji a přetlakovým plynotěsným oděvem třídy 1a. V prostředí Armády ČR je ve využívání Filtrační ochranný převlek FOP 96. Jedná se o kapalino těsný ochranný oděv, zachycující páry a kapky BCHL s výhodou podstatně vyššího komfortu nositele. Oděv se skládá z několika vrstev, z nichž ta filtrační obsahuje aktivní uhlí. Nosí se společně s ochrannou maskou s filtrem, rukavicemi a návleky na obuv. Oblek FOP 96 je vyobrazen níže, na snímku č. 4.

## 8. Historie detekce

Příchod chemických zbraní na světová bojiště s sebou okamžitě přinesl nutnost detekce těchto látek. Cílem detekce bylo varovat osoby před blížícím se rizikem, aby měly dostatek času k nasazení ochranných prostředků. Navzdory tomu, že všechny využívané plyny byly výrazně zapáchající, bylo nutno nasadit ochranné masky již před prvními závany plynu, neboť i ty jsou již velmi nebezpečné. Detekce samozřejmě nesloužila pouze pro včasné varování, ovšem i pro kontinuální monitorování ovzduší a terénu z důvodu, že vojáci museli na svých pozicích setrvat, tudíž před plynem nemohli utéci. Tato potřeba plyne z faktu, že před sundáním ochranných prostředků je nutno se přesvědčit, že je prostředí bezpečné. Tato kontrola se prováděla zprvu tzv. čichovou kontrolou, kdy se odchlípla lícnice ochranné masky dvěma prsty, a nádechem nosem se zjišťoval zápach plynu, neboť každý, té doby užívaný plyn měl specifický a výrazný zápach. Tato metoda samozřejmě zdaleka není bezpečná, ani přesná, neboť při kontinuálním čichání stejné látky se čich člověka na ni stane do jisté míry imunní. Z těchto důvodů se brzy projevila nutnost detekce plynu bez potřeby sundání ochranné masky. Jedním z prvních detektorů byla tzv. Bunsenova lampa. Princip funkčnosti tohoto jednoduchého prostředku spočíval v hoření plamene acetylenového hořáku, který hořel nad kontaminovanou půdou a díky přidaných příměsí mědi a halogenových sloučenin hořel plamen zeleně. Pokud se v atmosféře nacházely stopy Yperitu, projevilo se to změnou barvy plamene na modro-zelenou. Tímto přístrojem odstartovala éra plamenspektrometrie, která je stále využívána především v armádních toximetrech. Během války se pracovalo na výzkumu barevných nátěrů, které by při expozici zpuchýřujícími látkami změnily svou barvu, ovšem tyto výzkumu nebyly dokončeny před koncem války. Mnohem efektivnější a dostupnější formou detekce bylo užití živých organismů, tedy zvířat. K tomuto účelu byli testováni psi, kanárci, papoušci či dokonce slimáci. Užití slimáků se jevílo jako velmi účinné hlavně z důvodu, že reagovali rozličně na expozici různým druhům plynů, například bylo možno díky jejich reakci rozlišit zpuchýřující látky od dusivých, konkrétně Yperit od Chlorpikrinu. [15]. Samotnou detekci plynu měli za úkol tzv. chemičtí pozorovatelé, kteří měli za úkol spustit plynový poplach. Plynový poplach vyhlašovali prostředky, k jejímž použití nebylo nutno využívat dech. Patřily mezi ně například řehtačky, gongy, zvony apod. a jeho tón měl být nezaměnitelný. Zajímavostí je, že signál ve formě úderů na kolejnici bývá pro účely chemického poplachu stále využíván a to např. v Armádě ČR. [25] Spolehlivější prostředky

pro detekci byly vyvinuty v meziválečném období a během druhé světové války. V tomto období se objevily první detekční papírky, jenž nesly název B-1 a byly vyvinuty ve Velké Británii. Byly vyvinuty za účelem detekce zpuchýřujících látek a vyžadovaly přímý kontakt s látkou v kapalně formě. V 70. letech minulého století byly vyvinuty *M8 Chemical Agent Detector Papers*, které byly předchůdci, a dala by se říci, že vzorem, současné podoby Calid papírků (u nás známých jako PP3). Díky testování bylo časem zjištěno, že jsou schopny detekovat i některé nervově paralytické látky a byly využívány až do šedesátých let minulého století. Krátce po těchto papírcích byly vyvinuty detekční voskové trubičky, připomínající vzhledem i strukturou současné voskové pastelky. Jejich použití se předpokládalo především pro kontrolu úniku ze střel a raket, obsahujících BCHL, ovšem dala se s nimi kontrolovat i kontaminace povrchů. Byly vhodné pro detekci jak nervově paralytických, tak zpuchýřujících látek. Během druhé světové války a v počátcích války studené byl hlavní důraz kladen na vývoj automatických zařízení, schopných rozpoznat chemický útok a v jeho počátku spustit alarm. Tato zařízení byla zprvu testována v chemických laboratořích, kde se chemické zbraně vyráběly. Fungovaly převážně na stejném systému jako Bunsenova lampa, tedy zjištění kontaminace na základě změny barvy plamene. Revolučním přístrojem v historii detekce bojových chemických látek byl bez pochybu *E33 remote sensing alarm*, respektive jeho pozdější verze E33R2, vyvinuta v letech 1950 až 1955 v USA, zachycena na fotografii č. 5. Zařízení fungovalo na principu infračerveného světla, svítícího do vzdálenosti až 274 metrů, které bylo pohlcováno případnou přítomností nervově paralytických látek, díky čemuž se dala zjistit kontaminace území. Nevýhodou zařízení byla velmi vysoká spotřeba energie a jeho váha, která činila více, než 100 kg. [15] Toto zařízení bylo předchůdcem mnoha dalších, které využívaly technologii prostupu infračerveného světla na mnohem větší vzdálenosti a s výrazně nižší hmotností. Dalším zásadním krokem kupředu bylo využití elektrochemického principu detekce u zařízení *M8 Automatic Chemical Agent Alarm*. Ten byl osazen výše zmíněným čidlem, fungujícím na principu změny elektrického potenciálu mezi dvěma elektrodami, na základě případné kontaminace elektrolytu uvnitř přístroje. Zařízení bylo zcela autonomní a mělo automatické spuštění alarmu při zjištění i velmi nízkých koncentrací. Tento přístroj byl užíván od počátku 70. let až do roku 1996. [16] Přístroj M8 byl průkopníkem elektrochemických senzorů, které jsou k vidění v současných toximetrech.



*Obrázek 4: zjednodušená vzájemná dekontaminace příslušníků AČR v ochranných oděvech FOP 96 (vpravo) zdroj: vlastní zpracování*



*Obrázek 5: Zařízení vzdálené detekce E33 z roku 1950 [15]*



Současné detekční prostředky můžeme rozdělit do kategorií dle měřených látek na:

Explozometry- měření výbušnosti látek

Toximetry- měření toxicity látek

Oxymetry- měření obsahu kyslíku

dozimetry, radiometry- Měření radioaktivity

PH metry- stanovení PH

Termokamery- měření teploty

Chemický průzkum na místě zásahu můžeme provést dvěma způsoby měření a to:

Pomocí elektronických detektorů, tedy přístrojů poháněných elektronikou, vyhodnocující přítomnost látky na základě funkce senzoru

Pomocí jednoduchých detekčních prostředků, kdy dochází zpravidla k biochemické reakci mezi měřenou a indikační látkou

Zjišťování přítomnosti látek můžeme dle rozsahu rozdělit do třech stupňů:

- Detekce - Zjišťování přítomnosti určité látky v kontrolovaném prostoru nebo vzorku
- Charakterizace – Přibližné určení druhu látky a jejích vlastností
- Identifikace – Přesné určení látky nebo jejího chemického vzorce

## 9.1. Jednoduché detekční prostředky

Tyto prostředky mají pro potřeby chemického průzkumu u jednotek požární ochrany široké zastoupení. Jedná se zpravidla o látky, obsahující sorpční vrstvu, reagující na přítomnost chemické látky změnou barvy, případně opačně, tedy zachováním stávajícího barevného odstínu.

### 9.1.1. DETEHIT

Detekuje výhradně nervově paralytické látky a to z ovzduší, povrchu techniky či výstroje, z terénu či z potravin. Skládá se plastového proužku, na němž je bílá detekční tkanina s enzymy, srovnávací žlutý etalon a indikační papírek se substrátem a činidlem. Detekce se provádí navlhčením detekční tkaniny, čímž se aktivují enzymy. Následně provedení stěru z kontrolovaného vzorku, opláchnutí tkaniny a přiložení tkaniny k indikačnímu papírku po dobu, která se liší dle skupenství měřeného vzorku. Zůstane-li indikační tkanina bílá, je na místě podezření pro přítomnost nervově paralytických látek. Nevýhodou tohoto prostředku je krátká životnost, daná životností enzymů a především doba, nutná pro vyhodnocení. Je vyráběn českou společností ORITEST spol. s.r.o. a jsou uloženy v uzavřeném obalu, který je zachycen na snímku č. 7.

### 9.1.2. PP3 papírky

Reagují s kapalinami či aerosoly nervově paralytických a zpuchýřujících látek. Jsou dodávány ve formě bločků se samolepicími listy, které lze nalepit na povrch ochranného oděvu či techniky, případně užít pro detekci namočením do detekovaného vzorku. Papírky jsou tvořeny směsí *celulose, acidobazických a lipofolních činidel* [17] a při kontaktu s detekovanou látkou dojde ke zbarvení papírku zelenou, červenou či oranžovou barvou, dle indikované látky. Nedojde-li ke zbarvení do pěti minut, považuje se, že ke kontaminaci nedošlo, nicméně zbarvení se projevuje v časovém rozmezí 4-5 vteřin. V porovnání s výrobkem DETEHIT se PP3 papírky vyznačují značnou jednoduchostí a především rychlostí použití. Na český trh jsou dodávány společností ORITEST spol. s.r.o. a právě tyto jsou zachyceny na snímku č. 6.

### 9.1.3. Detekční trubičky

Jedná se o skleněné ampule, jejíž obsahem bývá zpravidla silikagel, impregnovaný určitou chemickou látkou, která při prosávání zamořeného vzduchu ampulí vyvolá barevnou reakci na

silikagelu. Jsou určeny pro detekci plyných látek. Trubičky mohou být doplněny o menší ampulky, obsahující další chemickou látku v kapalném skupenství (například u trubiček pro detekci nervově paralytických látek se jedná o chloristan sodný a hydroxid sodný), které je nutno penetrovat jehlou a jejich obsah střepat do sorpční vrstvy silikagelu. Použití spočívá ve zlomení obou konců skleněné trubičky a následném prosávání vzduchu skrze její obsah. Nachází-li se uvnitř ampule, je nutno je propíchnout a setřepat v pořadí dle návodu výrobce. K prosávání vzduchu dochází buď pomocí ruční pumpy či elektronického prosávače. Trubičky pro detekci dělíme na kolorimetrické a délkové, přičemž ty pro detekci BCHL bývají zpravidla kolorimetrické. Detekční trubičky bývají vyráběny společnostmi ORITEST spol. s.r.o., DRÄGER safety s.r.o., a podobně. Nevýhodou těchto prostředků je výrobci udávaná přesnost měření, která činí pouhých 30%. Trubičky společnosti ORITEST spol. s.r.o. jsou vyobrazeny na snímku č. 10.



Obrázek 6: Použití PP3 papírku pro kontrolu kontaminace techniky. Pozitivní přítomnost zpuchřující látky. Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 7: DETEHIT. Zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 8: možné podoby detekčních trubiček. Konkrétně detekční trubičky společnosti Oritest ve výbavě HZSMSK. Zdroj: vlastní zpracování

## 9.2. Prosávače

Užití detekčních trubiček je spjato s prosávací vzduchu, díky kterým je detekovaný vzduch prosáván trubičkami. Prosávače můžeme pro potřeby této práce rozdělit na ruční a elektronické. Rozšířeným zástupcem ručních prosávačů je v užívání HZS MSK prosávací pumpa Dräger accuro. Tyto pumpy fungují na principu ručního stlačování měchu, případně pístu, který má zpravidla objem 100 ml. Model Dräger accuro je opatřen i odlamovačem trubiček, počítadlem stlačení a indikačním terčíkem, signalizujícím správné stlačení. Prosávače mohou být také automatické, které fungují na bázi bateriemi či externím zdrojem napájeného čerpadla, prodávajícího vzduch trubičkami, pomocí čerpadla, poháněného elektromotorkem. Výstup vzduchu z přístroje je filtrován. Výhodou těchto strojů je především jednoduchost použití, kdy není nutno dbát na počet prosátí, ovšem je pro nás důležitý samotný čas prosávání. Vcelku starým, avšak stále užívaným automatickým prosávačem je například chemický průkazník CHP-71, vyobrazen na snímku č. 9. Byl vyvinut především pro potřeby armády v osmdesátých letech minulého století. Tento přístroj je stále ve výbavě jednotek požární ochrany i ozbrojených sil, avšak na trhu je již modernější alternativa tohoto přístroje, vyráběná společností Oritest, jenž nese název CHP-05. Prosávače mohou být využity jak pro samotnou detekci na místě zásahu, tak i pro odběr vzorků pro následné vyhodnocení v laboratoři. CHP-71 může být napájen buď z elektrické sítě, případně z vlastních zdrojů při pěším průzkumu. Vlastní zdroje reprezentují 4 ks monočlánků 1,5 V.



Obrázek 9: CHP-71 včetně příslušenství ve výbavě HZS MSK zdroj: vlastní zpracování

## 10. Elektronické detekční přístroje

Tyto detekční přístroje obsahují čidla pro detekci látek, dle jejich nebezpečných vlastností, a jsou napájeny převážně akumulátory vně těchto přístrojů. Přístroje pracují autonomně. Jejich výhodou je převážně rychlá odezva měření, relativní přesnost, jednoduchost obsluhy a v neposlední řadě přednastavené alarmy, které jejich uživatele upozorní při detekování nebezpečné koncentrace měřené látky.

### 10.1. X-AM 5000

Jedná se o nejrozšířenější multidetektor ve výbavě HZS MSK. Přístroj je osazen čidly jak toxicity, tak explozivity, či obsahu kyslíku. Zařízení disponuje knihovnou, do které lze nahrát různé druhy plynů, na něž bude přístroj kalibrován. Co se ovšem bojových chemických látek týče, je přístroj schopen detekovat pouze Chlor, případně Oxid uhelnatý, u kterého se ovšem užití jako bojové chemické látky již nepředpokládá. Přístroj je schopen měřit ve výbušném prostředí a má dvě úrovně alarmu, indikujícího dosažení jeho hodnot světelným, akustickým a vibračním signálem. Například u Chloru jsou alarmy nastaveny na 0,5 a 1 ppm. Přístroj měří dle dané látky v jednotkách ppm, objemových procentech a procentech DMV. Toxicitu látek měří tento přístroj elektrochemickým senzorem. Tento typ senzoru funguje na principu změny vodivosti elektrolytu přítomností toxické látky. Přístroj je vyráběn společností Dräger safety. Jako nevýhodu přístroje považují nízkou přesnost měření a občasné mylné hodnoty u některých čidel.

### 10.2. X-AM 7000

Oproti jeho jednodušší a cenově dostupnější variantě, zmíněné výše, je přístroj schopen detekovat daleko širší spektrum plynů, dle výrobce až 100, se 25 ti možnými senzory. Lze do něj instalovat až 5 čidel, lze tedy současně detekovat až 5 plynů a par. Přístroj je umístěn na stanicích typu S, pro zásahy na nebezpečnou látku, jako rozšíření základní výbavy. Přístroj je vyráběn společností Dräger safety.

### **10.3. GDA 2**

Jedná se o analyzátor plynů, schopen detekovat až 48 plynných látek. U BCHL tímto přístrojem zjišťujeme zprvu přítomnost a vlastnosti látky, poté přepneme do režimu IMS pro zjištění koncentrace. Je využíván nejen policejními a hasičskými sbory napříč Evropou a je schopen detekovat širokou škálu průmyslových škodlivin, jako například fumigační plyny v lodních kontejnerech, je proto využíván i v průmyslu. Zařízení je velmi citlivé a je schopno měřit jak v jednotkách ppm, tak ppb. Výhodou tohoto přístroje je rychlá připravenost k použití. Po měření je nutno aktivovat cleaning mód, tedy pročištění všech částí přístroje od zbytkových koncentrací nebezpečné látky. Nevýhodou je především stáří přístroje, přičemž jsou na trhu již dostupné modernější detektory, schopny například dálkového přenosu dat. Přístroj je vyobrazen na snímku č. 10.

### **10.4. GDA-P**

Jedná se o chemický analyzátor, vyroben především pro vojenské jednotky a je jimi vybaven 31. Pluk radiální, chemické a biologické ochrany AČR. Má 3 typy čidel (IMS, fotoionizační a elektrochemické čidlo). Vzhledem k tomu, že se jedná o vojenský přístroj, je možný provoz v tzv. tichém režimu, tedy s vypnutou akustickou a světelnou signalizací dosažení alarmu. Přístroj umožňuje konektivitu prostřednictvím Bluetooth, je osazen barevným displejem a napájí se pomocí 14 ks baterií AA. Přístroj rovněž funguje na bázi rozsáhlé knihovny látek, kterou lze postupně rozšiřovat a měří v jednotkách ppb a ppm. Je vyráběn společností Airsense analytics GmbH, sídlící v Německu a na český trh je dodáván společností RMI s.r.o.

### **10.5. AP4C**

AP4C je určený k detekci a testování přítomnosti bojových chemických látek ve formě par, aerosolů, prachu, a to v pevné i kapalné formě a průmyslových toxických chemických látek ve formě par a aerosolů. Přístroj snímá přítomnost látek plamenspektrometrickým čidlem. Nevýhodou přístroje je spotřební materiál v podobě metalhydridových zásobníků vodíku, které podléhají expiraci a které je nutno v přístroji po jejich vyčerpání vyměňovat. Tuto



skutečnost považují za jednu z hlavních slabín tohoto analyzátoru. Tento přístroj je ve výbavě 31. Pluku radiační chemické a biologické ochrany. Zařízení je zachyceno na snímku č. 11.



Obrázek 10: GDA 2 v užívání HZSMSK na vozidle PPLA, stanice Ostrava- Fifejdy zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 11: zleva: přístroje AP4C, RAID-M100 a GID 3 v užívání AČR na vozidle S-LOV CBRN zdroj: vlastní zpracování

### 10.6. Joint chemical agent detector (JCAD)

Detekční přístroj, v užívání Americkou armádou. Tento přístroj kapesní velikosti je ve výbavě běžných jednotek US Army a slouží k prvotní detekci nebezpečných plynů a aerosolů v podobě jak bojových chemických látek, tak průmyslových škodlivin. Přístroj je autonomní, funguje tedy samostatně a jeho uživatele upozorňuje na přítomnost nebezpečných látek světelným a zvukovým alarmem. Přístroj je osazen IMS čidlem, je napájen bateriemi AA, váží 0,65 kg a je vyráběn společností Smiths detection, Inc. Od roku 2011 v několika variantách. Výhodou tohoto přístroje je jeho autonomie, ovšem jeho využití pro potřeby JPO je vzhledem k jeho pořizovací ceně nerentabilní. Varianta přístroje, s názvem LCD 4 (Lightweight Chemical Detector) je vyobrazena na snímku č. 12.

### 10.7. Polytector III G999E

Multiplynový analyzátor vyráběný Německou společností GFG Smart Gasdetection technologies GmbH. Přístroj disponuje infračerveným senzorem pro detekci kyslíku a elektrochemickými senzory pro toxické a hořlavé plyny, přičemž je přístroj schopen analyzovat až 7 plynů současně. Toto zařízení je přizpůsobeno pro používání v zóně

0 a nabízí ochranu proti vodě IP67. Disponuje rovněž světelným, vibračním a akustickým signálem při dosažení hodnot alarmu. Výhodou tohoto zařízení je možnost propojení s dalšími přístroji pomocí rádiového modulu, který je dodáván za příplatek. To v praxi umožňuje veliteli zásahu vidět naměřené hodnoty průzkumných skupin a mít tedy okamžité informace o kontaminaci prostředí. Polytector III bývá vyráběn v pěti různých variantách, přičemž produktová řada G999E je osazena čtvrtým elektrochemickým senzorem, je tedy nejefektivnější pro detekci toxických plynů. Tento přístroj je využíván například chemickou jednotkou London fire brigade a je vyobrazen na snímku č. 13.

### **10.8. ppb RAE 3000+**

Tento detektor je jeden z nejcitlivějších zařízení pro detekci plynů na trhu. Má rozsah měření 1 ppb až 10 000 ppm s odezvou měření 3 sekundy, což jej činí jedním z nejspolehlivějších analyzátorů vůbec a důkazem toho, je jeho využívání nejen chemickými laboratořemi HZS ČR, ale také HAZMAT týmy například ve Španělsku, Francii, Velké Británii či Německu. Přístroj měří pomocí fotoionizačního čidla a je schopen měřit až 220 různých látek. Je rovněž schopen přenášet data bezdrátově až do vzdálenosti 3 km, pomocí RAELink 3 přenosného modemu, který je příplatkovou výbavou. Tento analyzátor je napájen Li-ion akumulátorem s dobou provozu až 16 hodin [19]. Jako hlavní pozitivum tohoto přístroje vnímám jeho citlivost a jednoduchost obsluhy. Na trhu je již dostupná ještě citlivější verze tohoto zařízení, jenž nese název Ultra RAE 3000, ovšem data o jeho případném užití ve světě nejsou dostupná. Zařízení ppb RAE 3000 je vyobrazeno na obrázku č. 14.





Obrázek 13: Polytektor III G99E a Mirotektor II G460 používané hasiči v Londýně zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 14: ppb RAE 3000+ v užívání London fire brigade zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 12: JCAD LCD 4 v rukou Britského vojáka [18]



Obrázek 15: MSA ALTAIR 5X [20]

## 10.9. ALTAIR 5X

Detekční přístroj, vyráběn společností MSA safety. Zařízení nabízí detekci až šesti plynů současně, přičemž lze mimo expozimetr a oximetr nakonfigurovat další tři organické plyny, které lze zvolit z knihovny, nabízející cca 150 látek. Mezi hlavní pozitiva přístroje považuji jeho deklarovanou odolnost vůči pádu ze 3 metrů, přehledný displej a především funkce Motionalert, která funguje jako tzv. mrtvý muž a upozorní na nepohyblivost přístroje jak akustickým a světelným signálem, tak i na dálku pomocí systému online monitoringu, přičemž může mít velitel zásahu v praxi přehled o flotile detekčních přístrojů a sledovat jak jejich pohyb, tak naměřené hodnoty. Jako nevýhodu vnímám u tohoto přístroje strohou nabídku bojových chemických látek mezi nabízenými plyny v knihovně. Tento produkt je vyobrazen na snímku č. 15

### 10.10. Tiger XT

Analyzátor toxických plynů detekující na bázi fotoionizačního čidla. Přístroj měří v rozsahu 1 ppb až 20 000 ppm a upozorňuje uživatele na dosažené hodnoty alarmu pomocí světelného, vibračního a zvukového alarmu. Jako hlavní výhody tohoto přístroje vnímám jeho robustnost a tvar, se kterým se velmi dobře pracuje a rychlou odezvu detekce, která činí 2 vteřiny. Zařízení je poháněno LI-ION baterií s výdrží až 24 hodin provozu. Data z přístroje je možno přenášet pomocí USB kabelu, jako nevýhodu tedy vnímám nemožnost dálkového bezdrátového přenosu informací. Zařízení je vyráběno společností Ion Science UK, sídlící ve Velké Británii. Přístroj TIGER XT je využíván jednotkami požární ochrany ve Spolkové republice Německo, konkrétně například jednotkami v Berlíně. Tato informace mi byla sdělena písemnou korespondencí s hlavním hasičským důstojníkem Holgerem Notzkem, sloužícím na oddělení přípravy Berlínského hasičského sboru. Přístroj na snímku č. 16.



*Obrázek 16: Interiér protichemického vozidla hasičů v Berlíně. v levé části obrázku lze vidět infračervený spektrometr a vedle něj Tiger XT. Sníkem poskytnut p. Holgerem Notzkem.*

### 10.11. GID 3

V armádním se jedná o jeden z nejrozšířenějších detekčních přístrojů pro detekci bojových chemických látek vůbec, s uživateli z řad armády Spojených států či členských států NATO, včetně armády České republiky. Přístroj váží 4,8 kg, je-li napájen z elektrické sítě či z automobilu. V případě bateriového napájení je napájen z baterií o váze dalších 1,6 kg. Zařízení je schopno provádět detekci jak ve formě ručního přenosného detektoru, tak jako pevně instalovaný prvek pro autonomní měření kontaminace vně či uvnitř bojové techniky, nebo samotného ovzduší. Zařízení funguje na principu fotoionizační spektrometrie. Přístroj vyráběla společnost Smiths Detection. Výhodou přístroje je, že byl vyvinut výhradně pro

detekci bojových chemických látek, je tedy schopen detekovat všechny doposud známé BCHL. Dále plná autonomista přístroje a také jeho léty prověřená spolehlivost. Mezi jeho nevýhody patří vysoká váha a rozměry, zhruba pětiminutový proces přípravy přístroje pro detekci a především fakt, že již není dále vyráběn. Zařízení je zachyceno na snímku č. 11.

### **10.12. RAID-M100**

Na základě provedené analýzy dostupných a vhodných přístrojů pro detekci BCHL je posledním zmíněným přístrojem RAID-M100. Tento přístroj rovněž užívá Armáda ČR společně s dalšími členskými zeměmi NATO, jako například Německem. Přístroj provádí detekci na základě fotoionizační spektrometrie a jeho cena je nižší, než u GDA-P, ovšem to je reflektováno i na knihovně detekovatelných látek, zahrnujících jak BCHL, ta průmyslové škodliviny. Zařízení je schopno detekovat jak plyny, tak aerosoly. Není ovšem schopno provést detekci u kapalných látek. Měří v jednotkách ppb a ppm a vyznačuje se velmi vysokou citlivostí, přičemž na dosažení hodnot alarmu upozorňuje světelným a akustickým upozorněním. Je vyráběn společností Bruker detection corporation. Hlavní výhodou přístroje je jeho kompaktnost a jednoduchá obsluha, která umožňuje pracovat se zařízením pouze dvěma tlačítky. Nevýhodou je poměrně strohá knihovna měřitelných látek. Značně širší spektrum nabízí alternativa RAID-XP, ovšem tento přístroj je již robustní a jeho užití je spíše jako autonomní měřič úrovně kontaminace ovzduší. Zařízení RAID-M100 je vyobrazeno na snímku č. 11.

# 11. Spektrometry

Tyto prostředky lze považovat bezesporu za budoucnost detekce a identifikace nebezpečných látek. Přístroje slouží k identifikaci vzorku látky, má tedy své využití především při zásazích, kdy potřebujeme charakterizovat neznámou látku. Princip jejich funkčnosti spočívá v identifikaci spektra konkrétního vzorku a jeho následného porovnání se spektry, nahranými v knihovně přístroje. Spektra z měřených vzorků identifikujeme dle daného typu spektrometru. Existuje celá řada spektrometrů, jako například hmotnostní, infračervené, rentgenofluorescenční nebo skenující či vláknové UV spektrometry. Nevýhodami těchto zařízení je vyšší náročnost na obsluhu, tudíž tyto přístroje nejsou plně autonomní a neupozorňují uživatele na dosažené koncentrace, jak je tomu u elektronických detektorů. Spektra je možno do přístrojů postupem času doplňovat, jak tomu bylo například před nedávnem ve spektrometrech, využívaných HZS ČR, jež byly doplněny o spektra třech variant Novičoku. Nejrozšířenějšími spektrometry ve výbavě HZS jsou spektrometry hmotnostní a infračervené.

## 11.1. Hmotnostní spektrometry

Pracují na principu měření hmotnosti částic, čímž je schopen zjistit základní složení a chemickou strukturu molekul na základě ionizace vzorku. Tyto přístroje umožňují analýzu plyných vzorků a také stěrů kapalin a aerosolů. Přístroj vyhodnocuje vložené vzorky jejich zahřátím, čímž dojde k odparu vzorku a uvolnění iontů. Příkladem hmotnostního spektrometru je MX 908 ve výbavě PPLA stanice Ostrava Zábřeh. Zmíněný spektrometr analyzuje spektra zhruba 10 000 látek.

## 11.2. Infračervené spektrometry

Spektrum, vyobrazeno na základě identifikace látky IR spektrometrem lze považovat za graf prostupnosti infračerveného paprsku kontrolovaným vzorkem. Na vzorek jsou po dobu detekce vyzařovány fotony, které se buď od měřené látky odrazí, projdou jí, či je látka pohltí a to se následně vyobrazí prostřednictvím spektra. Nevýhodou těchto zařízení je nemožnost detekce příliš temných či naopak příliš průhledných látek, neboť průchod fotonů těmito

látkami je zkreslen na základě jejich barevnosti a prostupnosti světla. Přístroj buď přesně identifikuje spektrum na základě spekter látek z knihovny, případně vyhodnotí několik spekter, pokud výsledné spektrum odpovídá několika látkám. Dle procent lze vyčíst pravděpodobnost konkrétní látky.

Příkladem infračervených spektrometrů je Rammanův spektrometr Truedefender a Firstdefender, využíván opěrnými body HZS ČR pro zásahy na nebezpečnou látku.

## 12. Přenosné chemické laboratoře

Ve výbavě chemických laboratoří HZS ČR a 31. Pluku radiální, chemické a biologické obrany v Liberci je rovněž přenosná chemická laboratoř PCHL 90. Jejími předchůdci byly laboratoře PCHL 54 a PCHL 75, ta je uvedena na snímku č. 17. Tyto laboratoře se dodávají ve formě kufříků s vybavením, umožňujícím odběr a analýzu vzorků přímo na místě události na základě postupů elementární analýzy, spektrometrie či barevných chemických, případně biochemických reakcí. Výbavu těchto souprav tvoří různá chemická činidla a rozpouštědla, laboratorní skla a další pomůcky. Pomocí těchto laboratoří je schopna zkušená a zacvičená obsluha zjistit přítomnost vybraných nebezpečných lytek v zemině, vodě, vzduchu, na výstroji, na povrchu techniky nebo objektů, či v potravinách. Dále lze vyzkoušet reakci různých dekontaminačních činidel, sorbentů a případnou úpravu vzorků. Nevýhodami těchto souprav jsou omezená životnost některých obsažených činidel a rozpouštědel a nesnadná případná manipulace při práci v ochranném oděvu. Samozřejmostí je rovněž nutnost zaškolení obsluhy těchto souprav.



Obrázek 17:: PCHL 75 [21]

## 13. Současná detekční technika, využívaná Hasičským záchranným sborem MSK

Tato kapitola nabízí výčet detekčních prostředků Hasičského záchranného sboru Moravskoslezského kraje. V jiných krajích napříč republikou se tyto prostředky liší jen nepatrně. Mnou navrhovaná aktualizace těchto prostředků je obsažena v závěru této práce.

Jednotky HZS Moravskoslezského kraje, nezařazené do předurčenosti S nebo O, dle pokynu GŘ HZS ČR č. 16/2017, tedy všechna prvosledová zásahová vozidla, jsou osazena následujícími detekčními prostředky, vhodnými pro detekci bojových chemických látek:

- multidetektor X-AM 5000
- průkazníkové papírky PP3
- detekční trubičky + ruční prosávač
- DETEHIT

Detekční prostředky ve vybavení jednotek s předurčeností S, tedy střední, jsou oproti základním jednotkám navíc vybavena následující technikou, zpravidla umístěnou na chemických automobilech:

- chemický průkazník CHP 71
- X-AM 7000

Jednotky HZS MSK s předurčeností O, tedy opěrný bod pro zásahy na nebezpečnou látku, jsou oproti středním jednotkám navíc vybavena následující detekční technikou, umístěnou na chemickém voze, případně chemickém kontejneru

- GDA 2
- spektrometr Truedefender XT
- Rammanův spektrometr Firstdefender
- spektrometr MX908
- Chromatograf Griffin 460



Chemická laboratoř HZS ČR, sídlící ve Frenštátu pod Radhoštěm, má k dispozici všechny výše zmíněné detekční prostředky. Touto laboratoří využívaný technický automobil chemického průzkumu (TA CHP), který lze považovat za mobilní chemickou laboratoř, je oproti výše zmíněné technice vybaven následujícími detekčními prostředky:

- Fotoionizační detektor ppBRAE 3000
- přenosná chemická laboratoř PCHL 90
- rentgenofluorescenční spektrometr Delta X

## 14. S-LOV-CBRN

Jedná se o párová lehká obrněná vozidla S-LOV-CBRN I a LOV-CBRN II, tedy Souprava Lehkého Obrněného Vozidla s vlekem a jeho párové vozidlo LOV CBRN II. Tato vozidla jsou ve vybavení 31. Pluku radiační, chemické a biologické ochrany Armády ČR, sídlící v Liberci, a jsou uzpůsobena k provádění pozorování, průzkumu, odběru a transportu vzorků v zahraničí i v ČR a to i pro potřeby IZS. Užití těchto systémů v civilní sféře se předpokládá například u teroristických útoků či rozsáhlých průmyslových havárií, proto je vhodné, aby o jejich existenci a možném využití v civilním sektoru byli obeznámeni příslušníci JPO.

Tato vozidla jsou osazena na podvozku IVECO LMV 4x4 se speciální chemickou nástavbou a sofistikovaným palubním informačním systémem s uživatelským rozhraním, umožňujícím posádce provádět veškerou práci zevnitř vozidla a to buď pomocí detektorů, napevno zabudovaných vně vozidla, případně prostřednictvím dálkově řízeného robota ORPHEUS-AC II, vyobrazen na snímku č. 17. Posádka vozidla je před venkovní atmosférou chráněna v přetlakové kabině vozu, ze které může provést detekci, odběr vzorků, vytyčení hranic kontaminovaného území a celkový jak chemický či biologický, tak i radiační průzkum vytypovaných lokalit. Posádku vozu činí dvě osoby a vozidla jsou párová. V praxi to znamená, že v terénu bývají využita po dvou, tedy vozidlo S-LOV-CBRN spolu s vozem LOV-CBRN II, jenž se liší výbavou. Posádce jsou k dispozici jak čidla vně vozidla, autonomně snímající okolní atmosféru, tak i detekční prostředky a elektronické analyzátory, jako RAID- M100, AP4C, či GID-3, zmíněné v kapitole č. 9. Vozidlo S-LOV-CBRN je zachyceno na obrázku č. 18.



Obrázek 18: dálkově ovládaný robot Orpheus - AC zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 19: dekontaminace vozidla S-LOV-CBRN příslušníky 31. pluku radiační, chemické a biologické ochrany. Zdroj: vlastní zpracování

## 15. Možné podoby nalezených podezřelých předmětů

V této kapitole je vyobrazen krátký výčet možných případů, kdy se můžeme setkat s bojovými chemickými látkami na našem území. Pomineme-li možný teroristický útok, je nejpravděpodobnější nález určitého podezřelého předmětu, který může být až už pozůstatkem ze světových válek či dob socialismu, případně výcviková sada, určená pro potřeby zácvičku příslušníků armády až už v historii, nebo v současnosti. V praxi lze postupovat tak, že pokud si nejsme jisti s obsahem nalezených ampulí, munice, kufříků, či jiných předmětů, považujeme vždy tyto předměty za nebezpečné. Tato skutečnost platí obzvláště při nálezu předmětů, opatřených hliníkovým obalem, případně textem v německém jazyce, jelikož ve II. světové válce byly pro potřeby výcviku německé armády užívány dýmovnice s ostrými bojovými chemickými látkami.

### 15.1. Souprava OL-1 (respektive OL-2, 3, 4)

Jedná se o vzorky bojových chemických látek v hliníkových obalech, které jsou vyskládány ve dřevěné krabičce, označené nápisem. Tyto vzorky jsou považovány za ostré, tudíž při jejich nález je důrazně nedoporučuje jejich otevírání. Uvnitř hliníkových kapslí se nachází skleněné ampule s ostrými vzorky. Souprava je vyobrazena na obrázku 18.



Obrázek 20: Souprava OL - 1 zdroj: vlastní zpracování

## 15.2. Vzorkovnice BCHL I

Ve dřevěném kufříku, označeném výše zmíněným názvem se nachází drobné ampule s popisky. V ampulích se nacházejí pouze látky o podobné struktuře a barvě, jako ostré látky, ovšem uvnitř se ostré látky nenachází. Vzorkovnice je vyobrazena na obrázku 19.

## 15.3. Vzorkovnice BCHL II

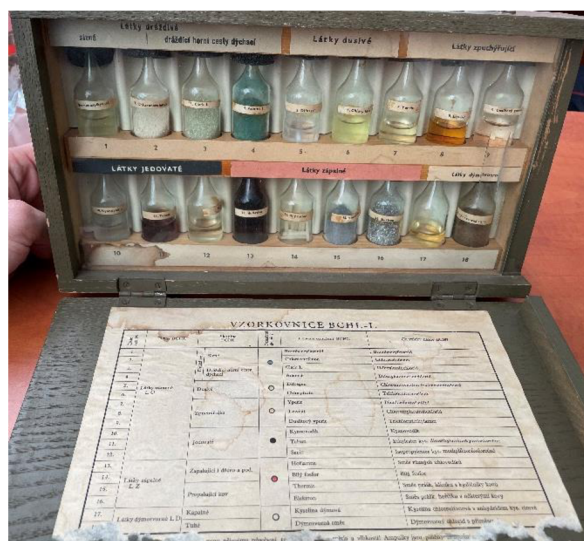
Tato vzorkovnice se vyskytuje rovněž v podobě dřevěného kufříku opatřeného jeho názvem, ovšem uvnitř této vzorkovnice se již mohou nacházet prekurzory bojových chemických látek, proto je nutno při jejím nálezů postupovat obezřetně.

## 15.4. Vzorkovnice BCHL III

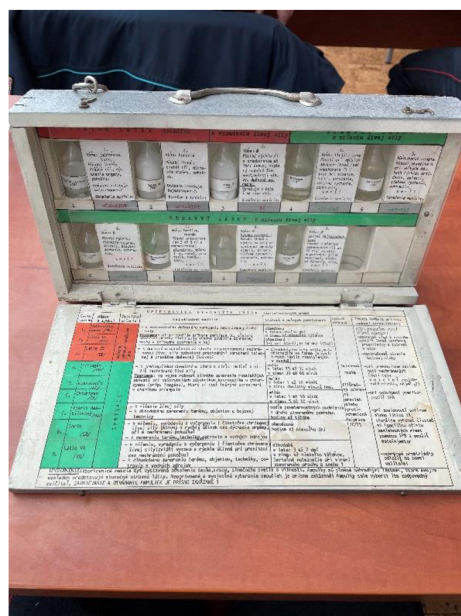
Opět dřevěná truhlice, opatřena názvem, ovšem uvnitř s ostrými vzorky bojových chemických látek.

## 15.5. Vzorkovnica otravných látek

Slovenská alternativa vzorkovnice BCHL II. Opět dřevěný kufřík, naplněn náhradními látkami, vzhledem připomínajícími ostré látky. Tato souprava je vyobrazena na obrázku 20.



Obrázek 21: Vzorkovnice BCHL I zdroj: vlastní zpracování



Obrázek 22: vzorkovnica otravných látek zdroj: vlastní zpracování



## 15.6. Reichtopf

Další z možných podob nalezených předmětů je kulatá plechovka, vyobrazená na snímku č. 22 a 23. Tyto předměty byly již několikrát nalezeny na našem území a to především v místech, kde se během období protektorátu nacházela cvičiště Weermachtu. Jedná se o drobné výcvikové patrony o šířce 6 cm a tloušťce 3 cm, opatřeny zápalnou pyrosložkou, lidově škrtátkem, obsahující skutečnou bojovou látku. Tyto patrony fungovaly na principu ohřátí chemické látky uvnitř plechovky, která po iniciaci pyrosložky expandovala, rozevřela víko plechovky a unikala do prostoru, kde ji bylo následně možno detekovat za účelem výcviku. Druh látky bývá vyznačen na víčku, ovšem vzhledem ke stáří předmětů, nemusí být čitelný. Důležité je nakládat s těmito plechovkami velmi obezřetně, neboť jejich obsah je vždy nebezpečný. [22]



Obrázek 23 a 24: příklady nalezených Reichtopf na našem území [22]

## 15.7. Cvičná munice Německé armády Übungreinzingas

Dne 28. srpna 2008 v Bílku u Chotěboře došlo k nálezům kameninových obalů opatřených zbytky německých nápisů. Při manipulaci s těmito obaly došlo k poškození jednoho z nich a úniku jeho náplně, přičemž došlo k intoxikaci osmi osob. Následným rozborem těchto látek v chemické laboratoři v Tišnově, společně s protichemickou jednotkou armády ČR došlo k závěru, že se jedná o cvičnou munici Weermachtu z období 2. světové války, obsahující směs tetrahydronaftalenu a halonových rozpouštědel, společně s látkou hexazinon [23]. Látka hexazinon byla užívána jako pesticid a společně s tetrahydronaftalénem byla, pro své dráždivé vlastnosti, využívána jako náplň do cvičné chemické munice. Nalezená munice je vyobrazena na snímcích č. 23 a 24.



Obrázek 25 a 26: kameninové obaly s chemickou náplní Übungreinzigas [23]

## 16. Výsledek provedené analýzy

V této kapitole jsou shrnuty všechny poznatky a zkušenosti, které jsem v tomto oboru během zpracovávání absolventské práce získal. Během zpracovávání této práce se mi dostalo možnosti porovnat taktické postupy u zásahu s přítomností BCHL prováděného jednotkou požární ochrany a Armádou ČR a v následujících větách shrnu to nejdůležitější, co je vhodné zohlednit v taktických postupech u těchto zásahů, prováděných JPO a také co se týče technického vybavení k provedení detekce. Informace, čerpané v této práci, jsem nabyl z vlastních zkušeností, případně po ústní i písemné konzultaci s odborníky v tomto oboru anebo v uvedených zdrojích.

- Taktika provedení zásahu: AČR přistupuje k zamořeným uzavřeným prostorům mnohem opatrněji a mapuje nejprve okolí a následně samotné prostory k zjištění přítomnosti ozbrojenců, případně nástražných zařízení. Tento přístup eliminuje možné ztráty zasahujících, ovšem velmi značně prodlužuje čas, než se zasahující dostanou k postiženým osobám, což snižuje efektivitu samotného zásahu. Během cvičení JPO na tento typ zásahu se s nástražnými zařízeními a ozbrojenými osobami nepočítá, ovšem během případného teroristického útoku by tyto faktory měly být zohledněny. Touto činností se v praxi zabývá Policie ČR [24], je nutno tuto činnost ve spolupráci s touto složkou koordinovat.
- Vybavenost technickými prostředky: Vybavenost jednotkami HZS ČR bych shrnul jako dostačující, nicméně doporučuji nahradit již morálně zastaralé analyzátory GDA 2 modernějšími modely GDA-P, případně RAID M100. Rovněž považuji za možný posun kupředu dovybavení opěrných bodů HZS pro zásahy na nebezpečnou látku analyzátory ppBRAE 300+, které jsou sice ve výbavě chemických laboratoří, ovšem jejich dojezdové časy jsou značně vyšší oproti dojezdovému času opěrného bodu. To platí obzvláště v odpoledních a večerních hodinách a o víkendech a svátcích, kdy příslušníci chemických laboratoří slouží pohotovosti. Standardem je v dnešní době možnost dálkového přenosu měřených hodnot a funkce přístroje jako snímač mrtvého muže, což doporučuji zohlednit při výběru přístroje.
- Osobní ochranné pracovní prostředky: Vybavenost OOPP pro tyto typy zásahů považuji za dostačující, ovšem vhodnějšími oděvy, oproti oděvům kat. 1.a, jsou

bezesporu kapalino těsné děvy FOP 96, využívané AČR, které poskytují výrazně vyšší komfort a mobilitu, avšak menší variabilitu použití a nižší stupeň ochrany. Nákup těchto oděvů výhradně pro zásahy s přítomností BCHL tedy považuji za nerentabilní.



## 17. Závěr

Cílem této práce bylo analyzovat dostupné prostředky pro detekci bojových chemických látek v ČR i ve světě a na základě dostupných informací navrhnout možná vylepšení jak v technických prostředcích, tak i taktických postupech jednotek požární ochrany, zasahujících u událostí s výskytem BCHL.

První část mé práce se zabývala vymezením důležitých pojmů a krátkým výčtem historie použití a vývoje bojových chemických látek, neboť tato kapitola je klíčová pro porozumění následujících kapitol. V této části byly zmíněny rovněž právní předpisy včetně Ženevských úmluv, týkajících se tohoto tématu.

Následující část této práce byla věnována rozdělení jednotlivých druhů bojových chemických látek a to dle účinků na lidský organismus. U každé látky byl zmíněn její vzhled, zápach a skupenství, její dopady na člověka a její případné použití v historii. Tato část byla přímo provázána s hlavní částí této práce, která následovala.

Hlavní část práce byla zaměřena na analýzu dostupných prostředků. Tato pasáž byla započata stručným nahlédnutím k historii a současnosti ochranných prostředků, neboť bez jejich užití není možno bezpečně provádět chemický průzkum. Následoval výčet jednotlivých detekčních přístrojů a to zprvu těch jednoduchých. Tato část si vystačila s výčtem prostředků na Českém trhu, neboť jejich zahraniční protějšky jsou založeny na stejném principu. Každý prostředek byl obohacen o mé zkušenosti, které jsem během práce s nimi nabyt během práce s nimi. Čtenář byl informován o případných kladech a záporech jednotlivých prostředků. Následovala pasáž zaměřena na elektronické detekční přístroje, kde jsem čerpal nejen z přístrojů, užívaných českými jednotkami požární ochrany, ovšem také z prostředků české a americké armády, či zahraničních hasičských sborů, jako např. z Německa či Velké Británie. Dostupnost informací o užívaných detekčních přístrojích byla velmi obtížná a během tvorby této práce jsem se potýkal se značnými bariérami a to především z důvodu obav o možné zneužití těchto informací. Pro potřeby analýzy jsem oslovil požární sbory rovněž z Austrálie, Spojených států Amerických, Francie, Nizozemska a Ukrajiny, ovšem ve většině případů se mi dostalo omluvných odpovědí, že jsou tyto informace tajné. Čerpal jsem tedy informace

přímo u výrobců těchto zařízení a i zde jsem každý přístroj doplnil o případná pozitiva a negativa.

Další část práce byla zaměřena na výčet detekčních prostředků jednotlivých kategorií předurčenosti na zásahy s přítomností nebezpečných látek. Tyto prostředky se ve zbytku republiky liší jen minimálně a pro potřeby této práce bylo dostačující obeznámení s prostředky, využívané hasiči v Moravskoslezském kraji. Následovala zmínka o speciálním vozidle, využívaném pro potřeby chemického průzkumu u armády ČR a v závěru práce následovala neméně důležitá část, zaměřená na příklady předmětů, se kterými se mohou hasiči setkat u případného zásahu na bojovou chemickou látku. Tato část slouží jako případná metodická pomůcka pro velitele, případně techniky chemické služby, a je v ní obsaženo co očekávat a jak si počínat v případě nálezů některého z těchto předmětů.

## 18. Zdroje

- [1] ČESKO. Zákon č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů (zákon o hasičském záchranném sboru). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2017 [cit. 26.10.2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-320#f5710083>
- [2] ČESKO. Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2017 [cit. 26.10.2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-350#f4420295>
- [3] ČESKO. Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2017 [cit. 26.10.2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-239#f2059301>
- [4] ČESKO. Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií). In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2017 [cit. 26.10.2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-224#f5676405>
- [5] ČESKO. Zákon č. 219/1999 Sb., o ozbrojených silách České republiky. In: *Zákony pro lidi.cz* [online]. © AION CS 2010-2017 [cit. 26.10.2023]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1999-219#f1964613>
- [6] Pokyn generálního ředitele HZS ČR č. 6/2017 Sb., ze dne 31. ledna 2017, kterým se vydává, Řád chemické služby Hasičského záchranného sboru České republiky.
- [7] STŘEDA, L., HALÁMEK, E., KOBLIHA, Z. *Bojové chemické látky ve vztahu k Úmluvě o zákazu chemických zbraní*. První vydání. Praha: AZIN CZ, 2004. 120 s. ISBN 80-239-3102-4.
- [8] Pokyn generálního ředitele HZS ČR a náměstka ministra vnitra č. 41/2017, kterým se vydává Bojový řád jednotek požární ochrany, ve znění pozdějších předpisů.
- [9] Lexikon zvířat: Palesnička Azurová [online]. In: ZOO ÚSTÍ NAD LABEM. [cit. 2024-02-17]. Dostupné z: <https://www.zoousti.cz/zvirata-v-zoo/lexikon-zvirat/page/pralesnicka-azurova>
- [10] Battle of Estaire: soldiers blinded by gas standing in line at a first-aid post near Béthune, 10 April 1918. [online] In: / ©Imperial War Museum London/Ref. HIST 3088/25
- [11] Protocol for the Prohibition of the Use of Asphyxiating, Poisonous or Other Gases, and of Bacteriological Methods of Warfare. Geneva, 17 June 1925 [online]. In: INTERNATIONAL COMMITTEE OF THE RED CROSS (ENGL.). 17 June 1925n. 1. [cit. 2024-01-17]. Dostupné z: [https://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Geneva\\_Protocol.svg](https://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Geneva_Protocol.svg)
- [12] PATOČKA, Jiří. *Vojenská toxikologie*. 2004. Praha: Grada Publishing. ISBN 80-247-0608-3.

[13] , ed. U.S. Huey helicopter spraying Agent Orange over Vietnam: Huey defoliation. In: ZUMWALT, Elmo R. TEXAS TECH UNIVERSITY. National Archives, [online]. [cit. 2024-01-17]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:US-Huey-helicopter-spraying-Agent-Orange-in-Vietnam.jpg>

[14] Gas Detection Dichloroethy Sulfide and Homologues, Part 1 [online]. Chemical Warfare Bulletin , Research Division, CWS, American University Experiment Station, 1943 [cit. 2024-02-17].

[15] History of chemical and biological detectors, alarms and warning systems [online]. Aberdeen Proving Ground, MD [cit. 2024-02-17]. U.S. Army Soldier and Biological Chemical Command.

[16] History of chemical and biological detectors, alarms and warning systems [online]. Aberdeen Proving Ground, MD [cit. 2024-02-01]. U.S. Army Soldier and Biological Chemical Command.

[17] Návod k použití PP3 papírků společnosti ORITEST spol. s.r.o. [online]. [cit. 2024-01-01]. Dostupné z: <https://www.oritest.cz/produkty/detekcni-prostredky/detekcni-papirky-a-prouzky/pp-3/>

[18] Smiths detection product list [online]. [cit. 2024-02-01]. Dostupné z: <https://www.smithsdetection.com/products/lcd-4/>

[19] PpbRae 3000 Datasheet - EN [online]. [cit. 2024-01-01]. Dostupné z: <https://sps.honeywell.com/us/en/products/safety/gas-and-flame-detection/portables/ppbrae-3000>

[20] Altair 5X: product. Online. In: MSA SAFETY. Dostupné z: <https://us.msasafety.com/p/000080001600001023?locale=en>. [cit. 2024-03-11].

[21] HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČR. Polní chemická laboratoř [online]. [cit. 2023-10-17]. Dostupné z: <https://www.hzscr.cz/clanek/pojmy-1-cast.aspx?q=Y2hudW09Mjc%3D>

[22] informace a snímky poskytnuty osobní konzultací s panem mjr. Mgr. Davidem Kirchem, vedoucím pracoviště chemické laboratoře HZS ČR Tišnov.

[23] informace a snímky poskytnuty kpt. Mgr. Pavlem Kukletou, analytikem pracoviště chemické laboratoře HZS ČR Tišnov.

[24] PRAHA 2013. Katalog typových činností IZS: Soubor typové činnosti 13/IZS Reakce na chemický útok v metru.

## 19. Seznam obrázků

Obrázek 1: spojenečtí vojáci zasaženi Yperitem, který u nich způsobil slepotu. Béthune, Francie, 10.4.1918

Obrázek 2: Země, které podepsaly Mezinárodní úmluva o zákazu použití plynů a bakteriologických zbraní ve válce

Obrázek 3: Americká helikoptéra rozprašující defoliant Agent orange nad Vietnamskou džunglí, 1967

Obrázek 4: zjednodušená vzájemná dekontaminace příslušníků AČR v ochranných oděvech FOP 96 (vpravo)

Obrázek 5: Zařízení vzdálené detekce E33 z roku 1950

Obrázek 6: Použití pp3 papírku pro kontrolu kontaminace techniky. Pozitivní přítomnost zpuchýřující látky.

Obrázek 7: DETEHIT

Obrázek 8: Příklady detekčních trubiček. Konkrétně detekční trubičky společnosti Oritest ve výbavě HZSMSK.

Obrázek 9: CHP-71 včetně příslušenství ve výbavě HZS MSK

Obrázek 10: GDA 2 v užívání HZS MSK na vozidle PPLA, stanice Ostrava-Fifejdy

Obrázek 11: zleva: přístroje AP4C, GDA-P a další technika v užívání AČR na vozidle S-LOV CBRN

Obrázek 12: JCAD LCD 4 v rukou Britského vojáka

Obrázek 13: Polytektor III G99E a Mirotektor II G460 používané hasiči v Londýně

Obrázek 14: ppb RAE 3000+ v užívání London Fire brigade

Obrázek 15: MSA Altair 5X

Obrázek 16: Interiér protichemického vozidla hasičů v Berlíně. v levé části obrázku lze vidět infračervený spektrometr a vedle něj Tiger XT.

Obrázek 17: PCHL 75

Obrázek 18: dálkově ovládaný robot Orpheus – AC

Obrázek 19: dekontaminace vozidla S-LOV-CBRN příslušníky 31. pluku radiální, chemické a biologické ochrany

Obrázek 20: Souprava OL – 1

Obrázek 21: Vzorkovnice BCHL I

Obrázek 22: vzorkovnice otravných látek

Obrázek 23 a 24: příklady nalezených reichtopf na našem území

Obrázek 25 a 26: kameninové obaly s chemickou náplní Übungreinzungsgas