



Zdravotně
sociální fakulta
Faculty of Health
and Social Sciences

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

**Možnosti zneužití vybraných BCHL v rámci
teroristického útoku v ČR**

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Studijní program:

OCHRANA OBYVATELSTVA

Autor: Jan Hřebeček

Vedoucí práce: Ing. Kristýna Šimák Líbalová

České Budějovice 2020

Prohlášení

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci s názvem „**Možnosti zneužití vybraných BCHL v rámci teroristického útoku v ČR**“ jsem vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zdravotně sociální fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby bakalářské práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé bakalářské práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne 2. června 2020

.....

Jan Hřebeček

Poděkování

Největší poděkování patří vedoucí bakalářské práce Ing. Kristýně Šimák Líbalové za odborné vedení, ochotu, cenné rady a veškeré informace, které mi velmi pomohly při zpracování bakalářské práce. Obrovské poděkování patří také doc. RNDr. Janu Šimovi, Ph.D., Mgr. Martinu Šedovi, Ph.D. a Ing. Aleši Píchovi, Ph.D. za cenné rady, vstřícnost, ochotu a praktickou odbornou pomoc. Dále bych rád poděkoval i mé rodině a přátelům, kteří mě po celou dobu studia podporovali.

Možnosti zneužití vybraných BCHL v rámci teroristického útoku v ČR

Abstrakt

Bakalářská práce se zabývá problematikou zneužití bojových chemických látek v rámci teroristického útoku. V teoretické části byly na základě zákonných předpisů a odborné literatury vymezeny pojmy terorismus, chemický terorismus, nebezpečné chemické látky a směsi a bojové chemické látky. Dále jsou podrobně popsány bojové chemické látky, možnosti jejich šíření, účinky použití a na základě teoretického studia pramenů je uveden výčet závažných teroristických aktů, v nichž došlo k použití chemických agens, a charakterizován současný bezpečnostní stav v boji proti chemickému terorismu v České republice.

V praktické části byly na základě signifikantních kritérií ohodnoceny vybrané BCHL a simulován teroristický útok v pražském metru. Cílem práce bylo zhodnotit možnosti zneužití vybraných BCHL v rámci teroristického útoku a zodpovědět na výzkumnou otázku, zda je v současné době použití chemického terorismu v ČR hrozbou. Na základě získaných výsledků lze konstatovat, že chemický terorismus je v současné době v ČR hrozbou. Důvodem je relativně lehká dostupnost těchto látek, nízké finanční náklady na provedení útoku a minimální požadavky na odborné znalosti útočníků. Práce nabízí ucelený pohled na danou problematiku.

Klíčová slova:

chemické látky; bojové chemické látky; chemické zbraně; terorismus; chemický terorismu

Possibilities of misuse of selected CWA in a terrorist attack in the Czech Republic

Abstract

The bachelor's thesis deals with the issue of the misuse of chemical warfare agents in a terrorist attack. In the theoretical part, the terms terrorism, chemical terrorism, dangerous chemical substances and mixtures and chemical warfare agents were defined on the basis of legal regulations and professional literature. Furthermore, chemical warfare agents are described in detail, the possibilities of their spread, effects of use and, based on a theoretical study of sources, a list of serious terrorist acts in which chemical agents have been used and the current security situation in the fight against chemical terrorism in the Czech Republic.

In the practical part, selected BCHL were evaluated on the basis of significant criteria and simulated a terrorist attack in the Prague metro. The aim of the work was to evaluate the possibilities of misuse of selected BCHL in a terrorist attack and to answer the research question whether the use of chemical terrorism in the Czech Republic is currently a threat. Based on the obtained results, it can be stated that chemical terrorism is currently a threat in the Czech Republic. The reason is the relatively easy availability of these substances, the low financial costs of carrying out an attack and the minimum requirements for the expertise of attackers. The work offers a relatively comprehensive view of the issue.

Keywords:

Chemicals; chemical warfare agents; chemical weapons; terrorism; chemical terrorism

OBSAH

ÚVOD	8
1 TEORETICKÁ ČÁST	9
1.1 TERORISMUS.....	9
1.2 CHEMICKÝ TERORISMUS.....	10
1.2.1 Historie použití chemických zbraní.....	11
1.2.2 Protichemická opatření v případě hrozby použití BCHL.....	15
1.2.3 Chemické odzbrojení.....	17
1.3 MECHANISMUS PŮSOBENÍ A ROZDĚLENÍ CHEMICKÝCH LÁTEK.....	18
1.4 NERVOVĚ PARALYTICKÉ LÁTKY.....	20
1.4.1 Sarin.....	23
1.5 OTRAVNÉ LÁTKY ZPUCHÝŘUJÍCÍ.....	23
1.6 OTRAVNÉ LÁTKY VŠEOBECNĚ JEDOVATÉ	24
1.6.1 Kyanovodík.....	25
1.7 OTRAVNÉ LÁTKY DUSIVÉ	26
1.7.1 Fosgen.....	27
1.7.2 Chlor.....	27
1.7.3 Chlorovodík.....	28
1.8 OTRAVNÉ LÁTKY DRÁŽDIVÉ.....	28
1.9 LÁTKY PSYCHICKY A FYZICKY ZNESCHOPŇUJÍCÍ.....	29
1.10 BEZPEČNÉ NAKLÁDÁNÍ A PŘEPRAVA NEBEZPEČNÝCH LÁTEK.....	30
1.10.1 Legislativa v oblasti chemických látek a chemických přípravků (směsí) v České republice.....	31
1.10.2 Legislativa v oblasti chemických látek a chemických přípravků (směsí) Evropské Unie a mezinárodní dohody.....	31
2 CÍL PRÁCE, VÝZKUMNÁ OTÁZKA	34
2.1 CÍL PRÁCE.....	34
2.2 VÝZKUMNÁ OTÁZKA	34
3 OPERACIONALIZACE.....	35
4 METODIKA	36
4.1.1 Hodnotící kritéria látek.....	36
4.1.2 Charakteristika pražského metra.....	37
4.1.3 Charakteristika stanice I. P. Pavlova.....	38
4.1.4 Počítačový program TerEx.....	41
5 VÝSLEDKY.....	43
5.1 VÝSLEDKY PRO SARIN.....	45
5.2 VÝSLEDKY PRO KYANOVODÍK.....	48

5.3	VÝSLEDKY PRO FOSGEN	51
5.4	VÝSLEDKY PRO CHLOR	54
6	DISKUZE.....	57
6.1	VYHODNOCENÍ VYBRANÝCH LÁTEK DLE KRITÉRIÍ	57
6.2	ZHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ.....	60
7	ZÁVĚR.....	65
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	67
	SEZNAM ZKRATEK	71
	SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK	72
	SEZNAM PŘÍLOH	73

ÚVOD

Terorismus je složitý a stále se vyvíjející fenomén, který lze chápat jako cílevědomé použití organizovaného násilí proti civilnímu obyvatelstvu za účelem dosažení politických, kriminálních nebo jiných cílů. Boj proti němu je velice složitý, avšak nezbytný. Aktuální hrozbu pro dnešní společnost představuje chemický terorismus, který v rukou radikálně smýšlejících skupin používá jako nástroj násilí chemické zbraně či pouze ničivé náplně těchto zbraní nebo průmyslové toxické látky. Chemické zbraně upadly u laické, ale i odborné veřejnosti v zapomnění. Současné riziko jejich možného použití však překročilo únosné meze.

Chemický průmysl a chemická výroba doznala v průběhu 20. století nebývalého rozvoje. S chemickými výrobky se setkáváme doslova na každém kroku. S pozitivními rysy chemie, chemického průmyslu a chemické výroby však vznikají také negativní dopady těchto činností na člověka, životní prostředí a majetek. Jak řada chemických, tak i radiačních havárií ukázala, že člověk ještě zdaleka nemá pod kontrolou jevy a procesy, které pak vedly – mnohdy iniciované lidskou chybou – k selhání celých technických a technologických systémů a v důsledku toho vznikly závažné dopady na životy a zdraví osob, životní prostředí a majetek.

Z pohledu České republiky lze v celosvětovém měřítku říci, že náš stát je možné považovat za relativně bezpečný, avšak v současné době se v České republice vyrábí, zpracovává, dopravuje, skladuje, manipuluje a účelově využívá velké množství chemických látek a směsí, jejichž počet se neustále zvyšuje. Česká republika se zároveň účastní zahraničních protiteroristických operací, které bezesporu staví Českou republiku do možného rizika teroristického útoku.

1 TEORETICKÁ ČÁST

V teoretické části je rozebrána problematika terorismu s důrazem na terorismus s použitím chemických zbraní. Prostor je také věnován podrobnému popisu bojových chemických látek včetně možností jejich šíření a účinků na lidský organismus. V neposlední řadě jsou popsány legislativní předpisy týkající se bezpečné přepravy a zacházení s nebezpečnými látkami.

1.1 Terorismus

Definice terorismu je velice obtížná, tento fenomén prochází rychlým a dynamickým vývojem, a to především v posledních letech. V knize „Politický terorismus“ shromáždil její autor Alex P. Schmid 109 různých definic terorismu, které se v publikacích objevily od roku 1936 do roku 1981. Clutterbuck (1977) cituje čínského filozofa a vojevůdce Sun Tsu, který vysvětluje teroristický přístup tak, že „*zabije jednoho a vystraší deset tisíc ostatních*“. Definice se tak stává stále obtížnější, jelikož komplexnost terorismus se neustále zvyšuje (Mika a Patočka, 2007).

Vymezení terorismu ve vztahu k útokům na civilní obyvatelstvo je jedním ze základních znaků určujících terorismus, přesto doposud neexistuje všeobecně přijímaná definice, bez které je obtížné formulovat mezinárodní smlouvy a konvence a stanovit tak legální rámec pro potírání aktérů terorismu, stejně jako praktické strategie a taktické postupy boje proti nim. Dochází navíc k inflaci tohoto pojmu a za teroristické jsou považovány i nejrůznější protestní skupiny, které se sice mohou uchýlovat k násilným akcím, ale s reálným terorismem je nelze přímo spojovat (Řehák et al., 2015).

Jedna z nejčastějších používaných definic pojmu terorismus zní: Terorismus je plánované, promyšlené a politicky motivované násilí, zaměřené proti nezúčastněným osobám, sloužící k dosažení vytyčených cílů. Vedle této definice existují samozřejmě stovky dalších definic. V roce 1980 byla v USA, zemi, jež se stává nejčastějším cílem teroristických aktivit, publikována definice terorismu, která se skoro okamžitě stala vodítkem pro posuzování a hodnocení teroristických činů: „*Terorismus je propočítané použití násilí nebo hrozby násilím, obvykle zaměřené proti nezúčastněným osobám, s cílem vyvolat strach, jehož prostřednictvím jsou dosahovány politické, náboženské*

nebo ideologické cíle. Terorismus zahrnuje i kriminální zločiny, jež jsou ve své podstatě symbolické a jsou cestou k dosažení jiných cílů, než na které je kriminální čin zaměřen“ (MVČR, 2009).

1.2 Chemický terorismus

Prehistorie chemických zbraní nám ukazuje, že idea používat toxické látky v ozbrojených konfliktech má původ již v dávných dobách. Nedá se však mluvit o chemických zbraních v pravém slova smyslu, jelikož užívání jedů různých druhů mělo jen podružný a epizodický charakter. O chemických zbraních lze hovořit, až se jejich použití stane masovým. Tuto možnost poskytl až rozvoj chemického průmyslu na přelomu 19. a 20. století, který je schopen dodat základní komponentu chemických zbraní – bojové chemické látky v množství nutném pro vedení chemické války (tj. stovky až desítky tisíc tun) (Matoušek a Linhart, 2005).

Chemický terorismus používá jako nástroj násilí chemické jedovaté látky, ať již budeme mluvit o bojových chemických látkách, či jiné chemické škodliviny. U použití chemických látek teroristy můžeme uvažovat o přímém použití (jak tomu bylo např. při útoku v tokijském metru) nebo o teroristickém útoku na objekt, kde se jedovatá látka vyskytuje (vyrábí, skladuje). Při cíleném použití toxických látek uvažujeme o mnoha způsobech aplikace: může jít například o zamoření potravin, nápojů nebo vodních zdrojů. Pokud je tvůrce terorismu technicky vybaven, může použít i generátory aerosolů či dýmů. U dobře odparných látek stačí jejich rozlití v dané lokalitě. Reálně si můžeme také představit použití řízených i neřízených střel s náplní toxické látky, nebo také využití různých injekčních zařízení při atentátech na jednotlivce. Na závěr třeba dodat, že hromadné intoxikace mohou vzniknout i při haváriích spojených s únikem chemických škodlivin, a to znovu v objektech, kde se tyto látky vyskytují (chemické provozy, zásobníky chemikálií), nebo při haváriích během jejich transportu (Prymula et al., 2002; Byrnes et al., 2003).

1.2.1 Historie použití chemických zbraní

1910 – 1914

Chemické zbraně byly poprvé v masovém měřítku použity během 1. světové války. Za počátek éry těchto zbraní je všeobecně považován útok německých vojsk s použitím chloru dne 22. dubna 1915 na 6 – 8 km úseku fronty u belgického města Ypres proti francouzům, kdy bylo během 5 minut do vzduchu rozptýleno kolem 180 tun chloru. Výsledkem bylo 15 000 zasažených osob, z nichž do 2 dnů zemřela jedna třetina. Tento účinek byl způsoben i tím, že francouzská vojska neměla k dispozici ochranné prostředky. Koncem května 1915 provedli Němci u Bolimova útok proti ruským vojskům, znovu s použitím chloru (na 12 km úseku fronty vypustili 264 tun chloru). Účinek byl opět značný – 9 000 osob otráveno, 1 200 z nich zemřelo. V prosinci 1915 byl Němci poprvé použit fosgen – toxičtější plyn, který se poté stal nejpoužívanější otravnou látkou 1. světové války (případá na něj celkem 70 – 80 % obětí). 12. července 1916 použila německá armáda neočekávaně znovu na stejném místě (u Ypres) novou otravnou látku se zpuchýřujícím účinkem. Po použití u Ypres vešla do historie pod názvem yperit. Celkově bylo během 1. světové války použito kolem 45 druhů otravných látek, z nichž 18 bylo smrtících a 27 v různé míře dráždivých. Množství těchto látek dosáhlo 110 000 – 120 000 tun. Zasaženo a intoxikováno bylo 1 300 000 osob, z nichž téměř 100 000 zemřelo (Laqueur, 1987; Byrnes et al., 2003).

1939 – 1945

V období 2. světové války pokračovala v Německu ve velkém množství i výroba jiných toxických látek, jako např. „Cyklonu B“, kterým nacisté v koncentračních táborech bestiálně vraždili miliony nevinných lidí. K usmrcování byl používán také oxid uhelnatý z výfukových plynů. V koncentračních táborech probíhaly i pokusy na lidech za účelem získání informací o dalších možnostech vojenského využití chemických látek (Gupta, 2015).

1961 – 1971

Za toto období vyzkoušeli Američané při Válce ve Vietnamu 15 různých chemických látek, defoliantů a herbicidů k ničení lesů, polí, plantáží a keřových porostů (Prymula et al., 2002).

1984

Havárie chemické továrny v Bhópálu v Indii: ve městě s 800 000 obyvateli uniklo během 30 – 40 minut 25 – 30 tun metylizokyanátu, který vyvolal 150 000 intoxikací, z toho 50 000 – 60 000 těžkých, a více než 2 500 lidí zemřelo (Prymula et al., 2002).

1995

Óm šinrikjó (v překladu Nejvyšší pravda) byla založena v 80. letech minulého století jako duchovní skupina, která spojovala myšlenky hinduismu a buddhismu. Hnutí se postupem času proměnilo v paranoidní kult, který byl přesvědčen, že v roce 1997 nastane konec světa a přežijí pouze vyvolení. K dosažení tohoto cíle bylo nutné zajistit dostatek zbraní a vyrobit účinný plyn, který měl být použit k útoku na nejvyšší instituce, včetně císařského paláce (Moyano, 2011).

Sekta provedla „testovací“ útok sarinem již v červnu 1994 ve městě Matsumoto. Cílem mělo být zneškodnění soudce, avšak útočníci nestihli přijet k soudní budově včas, a tak vyhledali pro sektu nepohodlného soudce v místě jeho bydliště. Po rozptýlení látky došlo ke změně směru větru a k zasažení většího území, než bylo plánováno. Výsledkem útoku bylo asi 500 otrávených osob, z nichž 270 muselo být hospitalizováno a 7 zemřelo. V historii chemického terorismu se však stal významným brutální teroristický útok sarinem v tokijském metru z 20. března 1995. Vyžádal si celkem 12 obětí, zranil více než 1 000 osob, z čehož 17 bylo v kritickém stavu, 37 bylo vážně zdravotně postiženo a 984 bylo jen lehce zdravotně poškozeno. Celkový počet obětí se dle oficiální japonské policejní zprávy vyšplhal na 4 460 osob (Prymula et al., 2002).

Útok byl velmi přesně načasován: ranní dopravní špička a tři frekventované linky metra v blízkosti důležitých vládních budov slibovaly velké množství obětí. Pět

nejspolehlivějších členů sekty chráněných protilátkou, vypustilo během tří až pěti minut kapalný sarin z 11 igelitových sáčků obalených novinami, které byly položeny na podlahy vagonů metra v pěti stanicích. Útok v tokijském metru byl nejhorším masovým teroristickým činem provedeným na území Japonska od druhé světové války a v dějinách terorismu drží ještě jeden neblahé prvenství – poprvé byla místo výbušnin použita chemická zbraň. V tomto se jednalo o méně účinný, asi 30% sarin, který velmi zapáchal (v čisté podobě je plyn smysly nerozpoznatelný). To cestující v podzemní dráze varovalo a schválení útoku i s vědomím nečistoty sarinu zachránilo „nevědomky“ stovky, možná až tisíce lidí. Výpary sarinu vyvolaly u zhruba 5 500 lidí ztížené dýchání, pálení očí, horečku, mdloby a zvracení. Kromě varovného signálu, že podobné útoky se mohou stát kdekoli ve světě vyšla najevo i nepřipravenost japonských orgánů na podobné chemické katastrofy a dále i selhání místních tajných služeb, které nezaznamenaly varovné signálu o přípravě útoku (Mika a Neklapilová, 2010).

2002

23. října 2002 v 21:05 místního času vnikly do kulturního domu v Dubrovce čtyři desítky ozbrojenců, kteří měli kromě silných bomb i střelné zbraně. Ozbrojenci žádali mimo jiné i stažení ruských jednotek z Čečenska, na splnění svých požadavků dali ruské vládě týden (ČT24, 2017).

Třetí den události uvedl šéf FSB Nikolaj Patrušev, že v případě propuštění rukojmích budou ušetřeny životy teroristů. Teroristé však hrozili popravami následující den, jestliže vláda nesplní jejich požadavky. Vyjednávání pokračovalo a rukojmí poprvé dostali hygienické potřeby, potraviny a vodu. 26. října, po 56 hodinách od útoku, podnikly speciální jednotky akci na záchranu rukojmích, při níž byl do divadla vpuštěn v té době neznámý nervový plyn, který měl uspat jak zajatce, tak i teroristy (ČT24, 2017).

Výsledkem akce bylo zabití všech teroristů, avšak také smrt 130 zajatců. Mezi mrtvými byly kromě návštěvníků také herci a další zaměstnanci divadla. Až čtyři dny po akci bylo oficiálně oznámeno, že při operaci byl použit prostředek na bázi fentanylu. Oficiální vyšetřování vyznělo do ztracena, jelikož podle odtajněných dokumentů vyšetřovatelé odmítali trestní odpovědnost za smrt lidí jak u příslušníků speciálních jednotek a lékařů, tak u teroristů (Lidovky, 2017).

2011 – 2018

V nedávné době byly využity chemické zbraně v Sýrii. Roku 2011 propukla v zemi občanská válka, během níž došlo k použití chemických zbraní. Chemické zbraně byly použity během několika útoků. Jeden z prvních útoků se stal 19. března 2013, kdy teroristé odpálili raketu naplněnou chemickou látkou. Následkem útoku zemřelo 25 lidí a více než 110 jich bylo zraněno. Další chemický útok přišel 21. srpna 2013. Nemocnice ošetřily přibližně 3 600 pacientů se specifickými neurotoxickými příznaky. Některé zdroje uvádějí počet mrtvých v rozmezí 350 až 1 500 lidí. Další útoky provedla syrská opozice, která oproti syrské armádě využívala k útokům chlor. Příkladem mohou být útoky ze 12. a 13. dubna 2013, během nich bylo zasaženo 137 civilistů, avšak nedošlo k žádnému úmrtí (Lidovky, 2018).

2018

Počátkem března 2018 došlo k otravě dvojitého agenta Sergeje Skripala a jeho dcery Julije. V bezvědomí byli nalezeni 4. března na veřejné lavičce v anglickém městě Salisbury. Dle vyšetřování byli otráveni bojovou nervově paralytickou látkou ze skupiny Novičok (A-234). Toto tvrzení potvrdilo i vyšetřování expertního týmu Organizace pro zákaz chemických zbraní. Během vyšetřování události byl částečně otráven i policista Nick Bailey, který prohledával dům dvojitého agenta Skripala. Policista byl z nemocnice propuštěn 22. března, Julija Skripalová 9. dubna a Sergej Skripal 18. května. V bezvědomí byl měsíc, jeho dcera 20 dní (irozhlás, 2019).

Odpovědnost za úrok přisoudily britské úřady Ruské federaci. V návaznosti na toto zjištění ze země vyhostili 23 ruských diplomatů, většina evropských zemí (včetně České republiky), Austrálie, Kanada i USA následně vyhostili dohromady více než 100 ruských diplomatů. Díky nedbalostem při likvidaci látky použité při útoku byl 30. černa otráven pár Charlie Rowley a Dawn Sturgess. Sturgessová následkem otravy zemřela a Rowley byl 22. července propuštěn z nemocnice (irozhlás, 2019).

1.2.2 Protichemická opatření v případě hrozby použití BCHL

Protichemická opatření zaujímají klíčovou roli v komplexu zdravotnicko-protichemické ochrany. Jejich cílem je minimalizovat následky použití bojových chemických látek proti obyvatelstvu z hlediska jejich válečného použití, nebo v rámci teroristických akcí. Tato opatření jsou uplatňována jak bezprostředně po použití BCHL, tak i preventivně v případě reálné hrozby použití BCHL proti člověku. Druhý způsob použití je významnější, neboť při včasné a správné realizaci protichemických opatření mohou být zdravotnické následky zasažení lidí významně minimalizovány, ba dokonce eliminovány. Svůj význam, byť z hlediska konečného efektu menší, má samozřejmě i co nejrychlejší uplatnění protichemických opatření po použití BCHL (Matoušek et al., 2008).

Protichemická opatření zahrnují pozorování za účelem včasné detekce BCHL v ovzduší spojené se systémem varování, kolektivní a individuální protichemickou ochranu a v poslední řadě také odmořování živé síly, vody, terénu, techniky a materiálu v případě detekce zamoření BCHL (Veenema, 2003).

a) Detekce

Včasná detekce má zásadní význam pro protichemickou ochranu osob pohybujících se po prostoru, kde může dojít ke styku s otravnou látkou a to především cestou inhalace zamořeného vzduchu (Veenema, 2003).

Z hlediska principu, na jakém přístroje pracují, můžeme detekční přístroje rozdělit na detektory pracující na chemickém principu a detektory pracující na fyzikálním principu. U detektorů pracujících na chemickém principu se zjišťuje škodlivina nejčastěji reakcí s detekčním činidlem za vzniku látek s charakteristickými vlastnostmi, které jsou detekované (nejčastěji barva nebo jiné spektrální vlastnosti). Tohoto způsobu detekce využívají průkazníkové trubičky, prášky a papírky. Nasazení detekčních prostředků pracujících na chemickém principu je vhodné v situacích, kdy je předem zřejmé, o co jde, nebo je-li výčet možných škodlivin malý. Výhodou chemických detektorů je jejich specifita a schopnost najít látku i v komplikovaných směsích. Chemickými detektory je vybavena především Armáda České Republiky. Detekční přístroje pracující na fyzikálním principu vyhledávají škodlivinu na základě změn fyzikálních vlastností

vzduchu (nejčastěji jsou to změny spektrální). Fyzikální detektory pracují obvykle jen s malým zpožděním vůči reálnému času. Pomineme-li technicky náročná zařízení spojená s rozsáhlými databázemi, ekonomicky nákladná, je detekce založená na fyzikálním principu obvykle nespecifická, jelikož zjišťované změny atmosféry může způsobovat více látek. Těmito jsou vybaveny především hasičské záchranné sbory (Matoušek et al., 2008).

b) Individuální a kolektivní ochrana

Ochranné prostředky lze rozdělit z hlediska způsobu poskytování ochrany na individuální (pro jednu osobu) a kolektivní (pro skupinu osob). Dále z hlediska ochrany konkrétní brány vstupu škodliviny dělíme ochranné prostředky na prostředky ochrany dýchacích cest a prostředky ochrany kůže (Slabotinský a Brádka, 2006).

Základní součásti prostředků individuální ochrany jsou ochranná maska a prostředky ochrany kůže. Správně a včas nasazená ochranná maska poskytuje dokonalou ochranu dýchacích cest a kůže obličeje. Prostředky ochrany kůže zabraňují kontaminaci kůže v případě zasažení BCHL. Tyto oděvy mohou být buď nepropustné pro většinu molekul včetně vody a vzduchu (ochranné oděvy izolující), nebo jsou propustné pro většinu molekul s tím, že obsahují vrstvu materiálu, který BCHL buď chemicky rozkládá, nebo fyzikálně odstraňuje dříve, než dosáhnou povrchu kůže (ochranné oděvy filtrující) (Matoušek et al., 2008).

Nezbytnou podmínkou činnosti zdravotnických i jiných zařízení, které je nezbytná k likvidaci následků zasažení většího počtu osob BCHL jsou kolektivní ochranné systémy, které chrání personál daného zařízení (v případě zdravotnických zařízení i pacienty) před zamořením BCHL a umožňují běžný chod tohoto zařízení i v podmínkách zamoření prostředí (Slabotinský a Brádka, 2006).

c) Odmořování (dekontaminace)

Odmořování (dekontaminace) je definováno jako snížení množství či odstranění kontaminantu z různých povrchů za účelem zabránění pokračování působení této škodliviny. BCHL mohou být při dekontaminaci chemicky neutralizovány (detoxikace)

nebo odstraněny fyzikálními procesy. Zásadní pro přežití zasažených je dekontaminace kůže, ale pokud je nezbytné odmořování očí či ran, také se nesmí opomenut. Do dekontaminace osob zařazujeme osobní dekontaminaci (svěpomocí), dekontaminaci zasažených BCHL a v poslední řadě dekontaminaci zamořeného personálu, např. ve zdravotnických zařízeních. Z hlediska dekontaminace je rozhodující faktor času, pro je nejdůležitější dekontaminace vykonaná bezprostředně po zasažení. Dekontaminace výzbroje a výstroje zasažené BCHL ve zdravotnických zařízeních je velmi náročná z hlediska času a vyžaduje velké množství sil a prostředků daného zařízení (Veenema, 2003; Matoušek et al., 2008).

1.2.3 Chemické odzbrojení

Pomineme-li některé starší snahy o zákaz použití jedů ve válkách, které měli více-méně charakter morálního apelu, pak první snahy o zákaz používání jedů a otrávených zbraní, od nichž se začaly odvíjet mezinárodně-právní základy zákazu chemických zbraní, které v hromadném měřítku tehdy ještě nebyly ve válkách použity, lze najít v Haagských konvencích z let 1899 a 1907. Tyto konvence zakazovaly použití jedů a otrávených zbraní způsobujících zbytečné bolesti (Matoušek a Linhart, 2005).

Nejstarší a dosud trvale platný mezinárodně právní dokument o regulaci zbrojení byl podepsán 17. června 1925 v Ženevě, v platnost vstoupil pro každou zemi datem její ratifikace. Tento Protokol o zákazu válečného použití dusivých, jedovatých a jiných plynů a bakteriologických metod vedení války, označovaný zkráceně jako Ženevský protokol, je plně platnou mezinárodní úmluvou o zákazu válečného použití jakéhokoli druhu chemických a biologických zbraní, právně zavazující navzájem všechny členské země Protokolu (Československo podepsalo v roce 1925 spolu s dalšími 38 státy) (Matoušek a Linhart, 2005).

V roce 1993 byla podepsána Úmluva o zákazu vývoje, výroby, hromadění zásob a použití chemických zbraní a jejich zničení (dále jen Úmluva). Tato mezinárodní smlouva vstoupila v platnost 29. dubna 1997 a zakazuje vývoj, výrobu, skladování a použití chemických zbraní a nařizuje jejich zničení včetně výrobních kapacit. Mezinárodním orgánem pro implementaci Úmluvy je Organizace pro zákaz chemických zbraní (Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons – OPCW) se sídlem

v nizozemském Haagu. Úmluvu podepsalo celkem 192 států, které zahrnují 98 % lidské populace. Izrael dohodu podepsal již v roce 1993, avšak dosud neratifikoval. Mezi státy, které Úmluvu nepodepsaly, patří Egypt, Jižní Súdán a Severní Korea (Sanders-Zakre, 2018).

V České republice je záležitost chemických zbraní řešena zákonem č. 19/1997 Sb., o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní a dále vyhláškou č. 208/2008 Sb., kterou se provádí zákon o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní, stanovuje objekty, jež mohou vyrábět vysoce nebezpečné látky, seznamy vysoce nebezpečných, nebezpečných a méně nebezpečných látek, podmínky jejich evidence a další podrobnosti týkající se dané oblasti.

1.3 Mechanismus působení a rozdělení chemických látek

Obecně můžeme charakterizovat mechanismus působení chemických látek jako interakci látky s biologicky aktivní molekulou – nukleovou kyselinou, bílkovinou, enzymem apod. Tímto je narušena fyziologická funkce makromolekuly a dojde k poškození zdraví – vyvolání otravy. Může však dojít i k tomu, že podaná látka např. sníží aktivitu nadbytečného enzymu nebo nahradí chybějící složku v organismu, a tím zdraví zlepší – jde o působení léčiv. V případě toxických látek (jedů) mohou tyto změny vyvolané po jednorázovém nebo opakovaném proniknutí do organismu vést až ke smrti. Můžeme říci, že každá látka je jedem a závisí jen na dávce, zda bude působit toxicky. To věděl již Paracelsus (1493 – 1541), který formuloval známou větu: "*Dosis sola facit ut venenum non sit*" (Je to dávka, která určuje, aby nešlo o jed) (Aktories et al., 2013).

Při působení toxických látek na organismus prochází každá látka čtyřmi základními ději: **absorpcí, distribucí, metabolickým efektem** včetně exkrece a **toxickým efektem**.

Absorpce je pochod, kdy se toxická látka dostává do krevního oběhu. Krevní oběh umožní přísun toxické látky k orgánům, kde může dojít k metabolizaci (jed může být přeměněn na méně jedovaté nebo naopak jedovatější látky). Metabolický efekt probíhá hlavně v játrech, ale některé jedy se mohou metabolizovat v plicích či ledvinách. Ledviny jsou současně důležité i pro vylučování látky močí. Toxický efekt je závislý na

typu látky, některé jedy mají např. vysokou schopnost vázat se v určitých orgánech apod. (Prymula et al., 2002).

Při vstřebávání je důležitá brána vstupu. Základní brány vstupu jsou:

Inhalační (cesta dýchací): Toxická látka je vdechována ve formě plynu nebo aerosolu a proniká dýchacím ústrojím do plicních sklípků, kde se vstřebává. U nerozpustných látek a pevných částeczek vstřebávání probíhá tak, že jsou pohlcovány zvláštními buňkami a přeneseny do plicních sklípků – odtud se dostávají do mizních cest. Účinek toxické látky závisí na množství vdechovaného vzduchu a koncentraci (Klimmek et al., 1983).

Orální (cesta zažívací): Toxická látka se dostane polknutím do žaludku a odtud dále pokračuje do dalších částí trávicího ústrojí, kde se vstřebává v původní či přeměněné formě (Patočka et al., 2004).

Perkutánní (kůží) **a sliznice**: Některé látky mohou pronikat neporušenou pokožkou i sliznicemi (zvláště sliznicí v očním spojivkovém vaku). Čím je pokožka prokrvenější, tím více roste možnost vstřebávání (Aktories et al., 2013).

Průběh a povaha otravy závisí nejen na druhu toxické látky, jejím množství, době, po kterou na organismus působí, bráně vstupu, ale i věku, pohlaví, stavu organismu atd.

Dle trvání můžeme rozeznávat (Prymula et al., 2002):

- otravu akutní – vzniká po jednorázovém proniknutí toxické látky do organismu. Dle povahy toxické látky a účinku na organismu se mohou příznaky objevit ihned, nebo po určité době. Akutní otrava může být těžká nebo lehká.
- otravu chronickou – vzniká po dlouhodobém a opakovaném působení toxické látky na organismus v malých dávkách. Příznaky se objevují pozvolna, přesto mohou být chronické otravy těžké, nebo dokonce smrtelné.

Dle účinků na lidský organismus se dělí na toxické látky s účinky (Patočka et al., 2004):

- specifickými (poškozují některé orgány)
- nespecifickými (poškozují základní životní funkce)
- systémovými (poškozují orgány a systémy)
- mutagenní (vyvolávají genetickou mutaci)

- karcinogenními (vyvolávají zhoubné bujení)
- teratogenní (vyvolávají vrozenou vývojovou úchylku vyvíjejícího se plodu)
- alergizujícími (vyvolávají přecitlivělost)

Tyto efekty se však v mnoha případech mohou kombinovat.

Podle povahy poškození exponovaného lidského organismu můžeme BCHL rozřadit na (Byrnes et al., 2003):

- **nervově paralytické látky**, které působí na centrální a periferní nervovou soustavu;
- **zpuchýřující látky**, které vyvolávají tvorbu puchýřů a toxicky působí na imunitní systém a ribonukleové kyseliny;
- **všeobecně jedovaté látky**, které blokují přenos kyslíku z krve do tkání;
- **dusivé látky**, které působí toxický otok plic zásahem na membrány plicních sklípků;
- **dráždivé**, které jsou slzotvorné nebo působí na horní cesty dýchací a kůži. Uvedené dělení vychází spíše z převažujícího účinku, protože jejich efekt se většinou kombinuje. Působí jen po dobu, po kterou je s nimi organismus v kontaktu, po přerušení expozice příznaky relativně rychle vymizí;
- **zneschopňující**, které působí dočasné zneschopnění organismu buď psychické, nebo fyzické. Tyto látky většinou nepůsobí letálně, ale všechny tyto látky jsou určeny k nasazení proti živé síle – člověku.

1.4 Nervově paralytické látky

Nervově paralytické látky jsou organické sloučeniny fosforu vyznačující se kromě vysoké toxicity vůči savcům také rychlým nástupem účinku, průnikem do organismu všemi branami vstupu, vysokou smrtelností i velmi nízkými dávkami (koncentracemi), které způsobují zneschopnění, aniž by byl zasažený varován smyslovými vjemy. Vytvářejí obrovské nebezpečí při chemickém napadení a patří aktuálně k nejnebezpečnějším prostředkům chemického terorismu. Dělí na dvě skupiny, obecně označované jako G-látky a V-látky (Jacquet et al., 2019).

G-látky (sarin, cyklosarin, tabun, soman) jsou bezbarvé, pohyblivé kapaliny podobné vodě. Jsou bez výraznějšího zápachu. Pro tyto látky je charakteristická vysoká těkavost, vydrží v terénu bez ztráty toxického účinku 12 – 24 hodin. Akutní toxicita kolísá v závislosti na bráně vstupu. Vzhledem k vysoké těkavosti jsou nejzávažnější branou vstupu dýchací cesty (Patočka et al., 2004).

Z **V-látek** můžeme hovořit pouze o látce VX, jelikož žádná jiná látka nedosáhla vojenského významu. V čistém stavu je bezbarvá, méně pohyblivá kapalina bez výraznějšího zápachu. Je charakteristická velmi nízkou těkavostí, takže vydrží velmi dlouho dobu v terénu, vodě a ovzduší. V tučích a organických rozpouštědlech je velmi dobře rozpustná, naopak ve vodě je rozpustnost špatná. Je toxičtější než G-látky, zvláště pokud hovoříme o intoxikaci před kůží (US Dept. of the Army, 1990).

Podstatou toxického účinku nervově paralytických látek je jejich rušivý zásah do cholinergního přenosu nervového vzruchu, který je lokalizován na nervových zakončeních (synapsích). Tyto synapse existují v centrálním i autonomním nervovém systému a jsou v sympatické i parasympatické oblasti lokalizovány postganglionárně – to znamená, že nervový impuls vycházející z nervových zakončení k cílovému orgánu na všech parasympatických synapsích (srdce, plíce, žaludek, oko) a na některých sympatických synapsích (kosterní svalstvo, slinné žlázy) je přenášen mediátorem, kterým je acetylcholin. Signál vycházející z mozku probíhá jako elektrický impuls na povrchu nervových drah a na nervovém zakončení iniciuje z vestibulí uvolnění acetylcholinu, který difunduje v průběhu milisekundy synaptickou štěrbinu k postsynaptické membráně. Na této membráně je u ústí iontových kanálků receptorové místo pro acetylcholin, který změní permeabilitu postsynaptické membrány tak, že zvětší průřez sodíkových kanálků, jimiž začnou proudit draslíkové ionty v obráceném směru, takže se na několik sekund vytvoří elektrický potenciál postsynaptické membrány a nervový impuls je jako elektrický signál veden k další synapsi – důsledkem toho je molekulární děj, který se projevuje biologickou odezvou efektorového orgánu. Podrážděné buněčné membrány musejí být rychle regenerovány k přijetí nového impulsu, jelikož akční potenciály se mění vysokou rychlostí. Synaptická štěrbinu musí být proto rychle zbavena acetylcholinu, který je přenašeč. Toto se děje v normálním organismu ihned po předání informace enzymatickou hydrolýzou přenašeče. Tuto roli má za úkol specifický enzym – acetylcholinesteráza. Nervově paralytické látky právě inhibují tento enzym a tím dochází v oblasti synapse ke zvýšení koncentrace

acetylcholinu. Hlavní příčinou toxického účinku nervově paralytických látek je endogenní intoxikace acetylcholinem, která se vytvoří blokací hydrolyzy acetylcholinu, jelikož nervově paralytické látky vytvářejí s acetylcholinesterázou silnou a ireversibilní vazbu. Nabízí se tedy, že neúčinnějšími inhibitory acetylcholinesterázy jsou látky napodobující strukturu acetylcholinu, jehož rozměry a charakter funkčních skupin také nejvíce odpovídá vzdálenosti mezi esteratickou a aniontovou oblastí acetylcholinesterázy (Matoušek a Linhart, 2005; Navrátil a Brádka, 2006; Valášek et al., 2007).

Základní příčinou příznaků akutní otravy nervově paralytickými látkami je extrémní dráždění cholinergního nervového systému akumulovaným acetylcholinem na nervových zakončeních v důsledku inhibice acetylcholinesterázy. Tato akutní otrava, kterou lze rovněž charakterizovat jako akutní cholinergní krizi, se projevuje muskarinovými, nikotinovými a centrálně nervovými příznaky (Schwenk, 2018).

Muskarinové příznaky – projevují se miózou (zúžením zornic) s poruchou akomodace na světelný impuls, která může být až bolestivého charakteru. Dále překrvením a otokem spojivek a nosní sliznice, dýchacími obtížemi v důsledku zvýšené sekrece bronchiálních žlázek a zúžením průdušek, zvýšenou sekrecí potních, slinných a slzných žláz, zvýšenou střevní peristaltikou, poklesem krevního tlaku a snížením tepové frekvence (Byrnes et al., 2003).

Nikotinové příznaky – projevují se svalovou ochablostí, záškuby a třesem příčně pruhovaného svalstva, které postupně přecházejí i na svalstvo kosterní, které se může stupňovat křečemi až po ochrnutí kosterního svalstva. Největší nebezpečí těchto příznaků spočívá v možnosti ochrnutí dýchacího svalstva (Prymula et al., 2002; Byrnes et al., 2003).

Centrálně nervové příznaky – projevují se bolestí hlavy, úzkostí, emoční labilitou, neklidem, závratěmi, napětím, depresivními stavy, zmateností, pohyby hybnosti, následované často bezvědomím a jsou důsledkem zasažení dechových a kardiovaskulárních center v oblasti prodloužené míchy (Schwenk, 2018).

Vlastní příčinou úmrtí v případě těžkých až smrtelných otrav je akutní dechová nedostatečnost, která vznikne důsledkem poruchy dechových center a ochrnutím

dýchacích svalů včetně bránice. Akutní respirační insuficience postupně vede k zástavě dechu a zástavě srdeční činnosti (Matoušek a Linhart, 2005).

I přesto, že se podaří překonat akutní cholinergní krizi, je pro těžké otravy typický rozvrat metabolismu pro dlouhodobou dechovou nedostatečnost a v důsledku toho hypoxii a také pro acidózu a proto většinou přetrvávají neurologické a neuropsychické příznaky, které se projevují hlavně jako poruchy spánku, únava, depresivní stavy, snížená koncentrace, poruchy paměti, emoční labilita apod. (Patočka et al., 2004).

1.4.1 Sarin

Sarin se stal v poválečném období nejen hlavním představitelem nervově paralytických látek, ale hlavní otravnou látkou, s kterou se počítalo ve výzbroji prakticky všech držitelů chemické výzbroje. V čistém stavu je sarin bezbarvá pohyblivá kapalina, technicky je slabě nažloutlý a mezi nervově paralytickými látkami je nejtěkavější a také nejrozpustnější ve vodě, s níž se mísí ve všech poměrech, ale je také dobře rozpustný v organických rozpouštědlech. Toxicita LD₅₀ pro člověka je udávána při perkutánní aplikaci 1,7 g, při perorální 2 – 10 mg. Sarin je extrémně toxická látka, smrtelná dávka může být dokonce tak nízká jako 0,01 mg/kg (US Dept. of the Army, 1990; Byrnes et al., 2003).

Doposud byl sarin bojově použit v irácko-iránské válce v 80. letech a v roce 2017 při občanské válce v Sýrii. Má neslavný primát jako látka použitá japonskými teroristy v letech 1994 a 1995 v Macumotu a Tokiu.

1.5 Otravné látky zpuchýřující

Zpuchýřující OL jsou kapalné vysoce toxické sloučeniny olejovitého charakteru pronikající do organismu všemi cestami. Na místě vstupu do organismu zanechávají morfologické změny ve formě erytému, puchýřů, vředů až po odumření tkáně. Charakteristickým projevem zasažení jsou zánětlivé nekrotické změny na sliznicích oka, zažívacího či dýchacího traktu a také na kůži. Účinek však není omezen jen na lokální poškození v místě vstupu, ale projevuje se i systémovými účinky. Páry zpuchýřujících OL poškozují kromě nechráněné kůže také dýchací orgány, kdy

nejzávažnější stupeň poškození bývá zvláště u horních cest dýchacích. Tyto látky poměrně rychle pronikají pryžovými i jinými materiály, a tím snižují účinnost ochranných prostředků. Zatím není k dispozici specifické antidotum a tak léčení trav zpuchýřujícími OL je značně obtížné (Středa a Matoušek, 2002).

OL zpuchýřující se díky příznivým fyzikálním a chemickým vlastnostem řadí mezi látky perzistentní. Používají se k zamoření terénu, materiálů a bojové techniky. K těmto účelům mohou být použity také jejich taktické směsi (tekuté až vysoce viskózní) (Schwenk, 2018).

OL zpuchýřující jsou všeobecně méně rozpustné ve vodě, jejich rozpustnost je avšak natolik dostatečná, aby bylo možné dosáhnout škodlivých koncentrací v pitné nebo spotřební vodě. Smrtelné koncentrace yperitu pro člověka při zasažení kůže je 100 mg/kg, koncentrace 0,001 mg vyvolává zpuchýřující účinek při zasažení kůže (Shabestari et al., 2019).

Zástupci zpuchýřujících OL (Prymula et al., 2002):

- yperity – sirný yperit (HD), oxolový yperit, zimní yperitová směs (HT), dusíkové yperity (HN),
- zpuchýřující OL obsahující arsen – Lewisit (L), liší se od yperitů rychlejším nástupem příznaků, toxickým účinkem na krevní kapiláry a možností celkové otravy arsenem, dalšími látkami jsou alkylarziny (PE, ED, MD),
- fosgenoxim (CX) – bolest po zasažení je vnímána již brzy po zasažení.

1.6 Otravné látky všeobecně jedovaté

Všeobecně jedovaté látky patří do kategorie usmrcujících (ničivých nebo též vyřazujících) látek, které mají společné to, že za běžného použití v otevřeném terénu mohou způsobit těžkou intoxikaci, končící smrtí, což je smysl jejich použití (Navrátil a Brádka, 2006).

Mezi tyto látky patří kyanovodík, arzenovodík, bromkyan, chlornan, fluoroctany a oxid uhelnatý.

Tyto látky do organismu pronikají převážně dýchacími orgány. Kyanovodík v kapalném stavu může pronikat také kůží (hlavně poškozenou, ale i neporušenou) a sliznicí dutiny ústní. V místě vstupu nevyvolávají význačnější patologické změny, avšak exponované jedince vážně ohrožují narušením základních životních funkcí (tkáňové dýchání, přenos kyslíku krví, játra, ledviny, kardiovaskulární systém, řídicí činnost CNS). Nejdůležitějšími látkami z této skupiny jsou z hlediska vojenského použití kyanovodík a z pohledu frekvence otrav u obyvatelstva oxid uhelnatý (Prymula et al., 2002).

1.6.1 Kyanovodík

Kyanovodík je jedním z nejrychleji působících jedů při inhalaci, čehož bylo zneužito nacisty při již zmíněném hromadném vraždění v plynových komorách prostřednictvím přípravku Cyklon B, který obsahoval kyanid draselný, z něhož byl kyanovodík uvolňován silnou kyselinou (Gáfrík, 2005).

Účinek při inhalační expozici velmi silně závisí na době expozice. Při smrtelných koncentracích dochází k úmrtí v průběhu řádově minut.

Kyanovodík na sebe upozorní typickým hořkomandlovým zápachem, který je běžná populace schopna vnímat již při koncentracích kolem 1 mg/m^3 , citlivější jedinci dokonce při $0,2 - 0,5 \text{ mg/m}^3$. Prymula (2002) však dodává, že část populace (20 – 40 %) tento zápach nevnímá. Navíc, kyanovodík poměrně rychle vyvolává anestézii nosních sliznic, takže se zápach po krátké době přestává vnímat (Mika a Patočka, 2007).

Perorální smrtící dávka LD_{50} pro člověka se udává na 1 mg/kg tělesné hmotnosti. Za těchto podmínek nastupuje smrt během 15 minut. Nebezpečný je také kontakt s kapalným kyanovodíkem a dlouhodobý pobyt v atmosféře s koncentrací nad 500 mg/m^3 (při chráněných dýchacích cestách) (Byrnes et al., 2003).

Kyanovodík a jeho soli (sodná, draselná) má vysokou afinitu k enzymům obsahující železo v trojmocné formě (Fe^{3+}), které jsou zcela nezbytné pro přenos kyslíku z krve do tkání. Nejdůležitějším z těchto enzymů je cytochromoxidáza a_3 . Vazbou toxického kyanidového CN^- iontu s cytochromoxidázou je zablokován přenos elektronu na molekulární O_2 , který nemůže být využit pro oxidační pochody, takže sled reakcí

dýchacího řetězce v mitochondriích je přerušen a nedojde k tvorbě ATP. Rozvíjí se metabolická acidóza, jelikož v podmínkách hypoxie nemůže pyruvát vstupovat do Krebsova cyklu. Vlivem kyanidů se tedy zablokuje nitrobuněčný aerobní metabolismus a buňky nejsou schopny využívat O₂ (US Dept. of the Army, 1990; Schwenk, 2018).

U inhalačních otrav se rozlišují symptomy podle míry intoxikace na superakutní (Prymula (2002) tento druh popisuje také jako „bleskovou“), akutní a lehké. U bleskové otravy stačí několik vdechů k vyvolání pocitu silného sevření krku, křečovitého dýchání za rychlé ztráty vědomí, kdy smrt nastává za několik minut. Klasické učebnice toxikologie charakterizují nejtěžší případy jako trojici jevů: výkřik – pád – smrt. U akutní otravy dochází ke zrychlení dechové frekvence a dále ke stavu, kdy postižený není schopen ovlivnit rychlost a hloubku dýchání. Následuje rozšíření zornic a pocity úzkosti. I v tomto případě se dostavuje poměrně rychle ztráta vědomí následovaná křečemi, dýchání slábne a zpomaluje se a posléze ustává, srdeční činnost je narušena a pokračuje již jen několik minut. Příčinou úmrtí je nedostatek kyslíku v životně důležitých centrech mozku a v prodloužené míše, zejména v zónách regulace dýchací činnosti. U lehké otravy nedochází k bezvědomí. Projevují se ztíženým dýcháním až dušností, bolestmi hlavy, hrdla a někdy poruchami vidění. Pouze v tomto případě se může stav bezprostředně upravit. V případě nefatálního stavu je organismus schopen detoxikace přenosem síry na ionty CN⁻ vlivem enzymu rhodanázy za vzniku netoxického rhodanidu (Prymula et al., 2002; Gáfrík, 2005; Valášek et al., 2007).

1.7 Otravné látky dusivé

Látky patřící do této skupiny vyvolávají celkové onemocnění organismu s nejvýznamnějšími změnami v dýchacích orgánech. Nejzávažnějším projevem otravy je toxický otok plic, při němž se v plicní tkáni extravazálně kumuluje nadbytečná tekutina. Do organismu vnikají dýchacími cestami ve formě plynu nebo aerosolu a ovlivňují metabolické procesy uvnitř buňky s postupným vyčerpáním zásob buněčné energie. Hlavními zástupci jsou chlor, fosgen, difosgen a chlorpikrin. Z ostatních látek, které za určitých okolností mohou vytvořit nebezpečné koncentrace a vyvolat toxický edém plic můžeme jmenovat perfluorisobutylem, který je produktem pyrolýzy umělých hmot na bázi teflonu a dále pak oxidy dusíku jako součást smogu (Patočka et al., 2004).

Plynný chlor byl poprvé použit v první světové válce, později byl použit také fosgen, difosgen a chlorpikrin. Fosgen se stal nejrozšířenější otravnou látkou skladovanou válečnými mocnostmi během druhé světové války. V současné době se ho pro průmyslové účely na celém světě vyrobí několik set tisíc tun ročně. S přepravou a otravou fosgenem se nejčastěji setkáme právě v chemickém průmyslu při syntéze barviv a farmaceutických výrobků a při přípravě umělých hmot (Navrátil a Brádka, 2006).

1.7.1 Fosgen

Za běžných podmínek je tento prudce jedovatý bezbarvý plyn rychle a snadno se vypařující kapalina se zápachem po zatuhlém senu nebo tlejícím listí. V polních podmínkách je málo stálý, v letním období se v účinných koncentracích udrží v terénu 5 – 10 minut, v zimě pak 10 – 20 minut. Závažnost otravy není možné odhadnout z okamžitých příznaků, plný účinek je zjevný až 72 hodin po expozici. Koncentrace poškozující plíce nemusí být rozpoznatelná čichovým ústrojím, jelikož plyn nemá dráždivý účinek. Koncentrace převyšující 0,01 mg.min/l působí podráždění očí a horních dýchacích cest, koncentrace 4 mg/m³ je schopna vyvolat toxický otok plic, LC₅₀ se udává kolem 3,2 mg.min/l. Fosgen je mnohem nebezpečnější než chlor, a k jeho snadné dostupnosti (jako surovina chemického průmyslu) není vyloučeno jeho zneužití (Patočka et al., 2004; Byrnes et al., 2003).

1.7.2 Chlor

Chlor je velice reaktivní, značně jedovatý a žíravý, silně oxidující a toxický žlutozelený plyn těžší než vzduch. Má silný dusivý a dráždivý účinek. Při styku s vlhkým vzduchem tvoří mlhy. Látka je vysoce toxická pro vodní organismy. Chlor vyvolává těžké poleptání očí a podráždění kůže až po tvorbu puchýřů, kapalný může vyvolat omrzliny. Chlor je velmi nebezpečná látka, která je také velmi rozšířená. Vyskytuje se jako zkapalněný plyn nebo jako plyn. Plyn je nedýchatelný a jedovatý, který již v malém množství dráždí ke kašli. Nehořlavá nebezpečná látka – neslučuje se přímo s kyslíkem. Při zahřátí je nestálý, slučuje se přímo s velkým množstvím prvků. Má dobré sensorické vlastnosti a je cítit již při koncentracích 0,03 – 0,9 mg/m³, dráždivá koncentrace je již

od 8,4 – 8,9 mg/m³. Při reakcích s dusíkatými sloučeninami se může vyvíjet výbušný chlorodusík (Vohlídal a Štulík, 1999; Mika a Patočka, 2007).

1.7.3 Chlorovodík

Chlorovodík je sloučenina chloru a vodíku. Za normálních podmínek se jedná o bezbarvý, štiplavý, velmi agresivní a korozivní plyn. Je dobře rozpustný ve vodě a se vzdušnou vlhkostí reaguje za vzniku kyseliny chlorovodíkové. Vodný roztok chlorovodíku (kyselina chlorovodíková) je velmi silná minerální kyselina. I plynný chlorovodík tvoří se vzdušnou vlhkostí vysoce žíravý a extrémně korozivní aerosol kyseliny chlorovodíkové. Chlorovodík je důležitou surovinou pro průmyslovou výrobu. Je velmi toxický pro vodní organizmy včetně rostlin. U člověka dochází při vdechování chlorovodíku k podráždění sliznic očí a horních cest dýchacích, při vyšších koncentracích dochází k poleptání, které může být při extrémním množství ve vdechovaném vzduchu až smrtelné (Vohlídal a Štulík, 1999; Wichterlová, 2001).

1.8 Otravné látky dráždivé

Tyto látky se vyznačují charakteristickým dráždivým účinkem na oči, kůži a sliznice dýchacího a zažívacího traktu. Dráždivé OL patří mezi látky oslabující a hlavním důvodem jejich použití je snížit bojeschopnost protivníka, případně ztížit protivníkovi používání prostředků individuální ochrany. Proti jejich účinkům se organismus brání reflexními reakcemi (křečovitě sevření víček z důvodu zvýšení citlivosti očí na světlo, slinění, slzení, kýchání, kašel, zvracení), které brání zasaženým v pokračování další bojové činnosti. Charakteristickým znakem dráždivých OL je rychlý nástup, převaha subjektivních potíží nad objektivními příznaky zasažení, ale také poměrně rychlé vymizení příznaků po přerušení kontaktu zasaženého s látkou. Současný význam z hlediska vojenského či policejního použití mají 2chlorbenzalmalondinitril, chloracetonfenon, dibenz-1, oxazepin a difenylaminchlorarzin. Dle převládajícího charakteru účinku na organismus děláme dráždivé OL na dráždivé OL slzotvorné (lakrimátory) a dráždivé OL dráždicí horní cesty dýchací (sternity) (Schwenk, 2018; Gáfrík, 2005).

Dráždivé OL byly sice masově použity v prvních letech první světové války, ale ještě v jejím průběhu byly vystřídány látkami toxičtějšími (především zpuchýřujícími a dusivými) (Prymula et al., 2002). Vzhledem k možnostem jednoduché obrany, malé toxicitě a snadné detekci je jejich použití pro teroristické účely zanedbatelné a v mojí práci se jim dále věnovat nebudu. V úvahu je možné brát pouze jejich užití jako zastírací manévr následovaný bojovým použitím daleko toxičtějších OL.

1.9 Látky psychicky a fyzicky zneschopňující

Látky patřící do této skupiny mohou již v nízkých koncentracích vyvolat psychické nebo fyzické zneschopnění, popřípadě obojí. Tyto látky nejsou běžně dostupné ve formě chemických municí, ale mohly by být zneužity i ve formě substancí pro některé speciální účely, včetně teroristického zneužití (Středa a Matoušek, 2002).

Látky psychicky zneschopňující definujeme jako látky, které bez výraznější poruchy vědomí vyvolávají u psychicky zdravého jedince změny ve sféře vnímání a sféře emoční, jindy mohou vést k poruchám myšlení a to vše bez výraznějšího ovlivnění tělesných funkcí. Jejich toxicita je nízká. Látky psychicky zneschopňující ovlivňují psychiku člověka s komplikovanými farmakologickými a biochemickými změnami v místě primárního účinku. Nemají smrtící účinek, ale vyvolávají několikahodinové až několikadenní zneschopnění jedince. Dle chemické struktury lze rozlišit 7 skupin látek s těmito účinky: kyselina d-lysergová a její deriváty, fenylethylaminy, indolalkylaminy, ostatní indolové deriváty, anticholinergika, arylcyklohexalaminy, různorodá skupina (Matoušek a Linhart, 2005; Gupta, 2015).

Látky fyzicky zneschopňující svými účinky na CNS vyvolávají zvýšenou únavu až paralýzu, tremor, křeče, poruchy pohybové koordinace, poruchy zrakové ostrosti až přechodnou slepotu, poruchy sluchu, podrážděnost, nervozitu, posturální hypotenzi, parkinsonský syndrom až paralýzu. Dále ovlivňují tělesnou termoregulaci a vyvolávají blokádu labyrintových reflexů a nauzeu. Jejich společným znakem je fakt, že prostřednictvím CNS více postihují funkce fyzické než mentální. Nejdůležitějšími zástupci jsou akridiny, tremorogenní a lathyrogenní látky (Patočka et al., 2004; Navrátil a Brádka, 2006).

1.10 Bezpečné nakládání a přeprava nebezpečných látek

V poslední kapitole se věnuji legislativě týkající se bezpečného zacházení a přepravy nebezpečných látek, jelikož některé potenciální bojové chemické látky se používají ve velkém množství pro průmyslové účely (jako právě např. již zmíněný chlor, chlorovodík, kyanovodík či fosgen). Z toho vyplývá relativně snadná dostupnost, reálná možnost teroristického použití a hlavně vysoká nebezpečnost těchto látek při haváriích zařízení či cíleném útoku.

Chemický průmysl v České republice je koncentrovaně rozložen do dvou základních lokalit – a to severozápadní (včetně Prahy) a jihovýchodní.

K hlavním zástupcům na území hlavního města Prahy patří (Bezpečnost.praha, 2020b):

- Flaga s. r. o – zkapalněné ropné plyny (propan, propan-butan, propylen)
- Linde Gas a. s. – chlor, acetylen, vodík, LPG, amoniak
- Brenntag CR s. r. o. – anorganické kyseliny, hydroxidy, soli, průmyslové chemikálie, rozpouštědla, potravinářská aditiva, krmivářská aditiva, aminokyseliny, vitaminy, plastické hmoty a obaly z plastů, polygrafické chemikálie a aditiva pro kosmetický a farmaceutický průmysl
- PRAGOCHEMA spol s. r. o. – chloridy, kyanidy
- Letiště Praha a. s. – letecký petrolej, motorová nafta, automobilový benzín
- Czech Airlines Technics a. s.

Mezi další stacionární zdroje chemických látek můžeme zařadit např. zimní stadiony (O2 Arena, ICE ARENA, Tipsport Arena aj.), kryté bazény (Aquacentrum aj.), budovy vodního hospodářství, čistíren a úpraven vod (VDJ Ládví I aj.), budovy pro průmysl a skladování (Pivovar Smíchov aj.), budovy nemocnic a nemocnic s poliklinikou (Thomayerova nemocnice aj.) (Bezpečnost.praha, 2020a).

Tato problematika je natolik rozsáhlá, že výčet legislativy není zdaleka kompletní. Mým cílem bylo pouze nastínit nejdůležitější legislativní předpisy.

1.10.1 Legislativa v oblasti chemických látek a chemických přípravků (směsí) v České republice

Od roku 2004 je Česká republika členem Evropské Unie, proto jsou české právní normy podřízeny evropským směrnicím. Mezi nejdůležitější právní předpisy, které upravují problematiku chemických látek, můžeme zařadit:

- Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon)
- Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004., o správných poplatcích, ve znění pozdějších předpisů (zákon o prevenci závažných havárií)
- Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě
- Zákon č. 19/1997 Sb., o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní a o změně a doplnění zákona č. 50/1976 Sb., o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon), ve znění pozdějších předpisů, zákona č. 455/1991 Sb., o živnostenském podnikání (živnostenský zákon), ve znění pozdějších předpisů, a zákona č. 140/1961 Sb., trestní zákon, ve znění pozdějších předpisů
- Vyhláška č. 208/2008 Sb., kterou se provádí zákon o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní

1.10.2 Legislativa v oblasti chemických látek a chemických přípravků (směsí) Evropské Unie a mezinárodní dohody

Evropská legislativa týkající se oblasti chemických látek je velmi rozsáhlá, mezi nejvýznamnější dokumenty patří především:

- Evropské nařízení REACH
- Evropské nařízení CLP
- Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR)

Evropské nařízení REACH

18. prosince 2006 schválil Evropský parlament nařízení (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek a o zřízení Evropské agentury pro chemické látky. Pro toto nařízení se používá zkratka REACH (**R**egistration, **E**valuation, **A**uthorization and **C**hemicals Restrictions) (Bartlová, 2012).

Účelem nařízení REACH je především zajistit účinné fungování společného trhu pro chemické látky a zajistit ochranu lidského zdraví a životního prostředí před nežádoucími účinky chemických látek systémem předběžné opatrnosti (Bartlová, 2012).

Z tohoto nařízení vychází bezpečnostní list, který hlavním nástrojem pro sdělování informací – o vlastnostech látek a přípravků a o doporučovaných opatřeních na omezování jejich rizika – následným uživatelům registrovaných látek (Bartlová, 2012).

Dodavatel látky nebo přípravku poskytuje příjemci bezpečnostní list, pokud látka nebo přípravek splňuje kritéria pro klasifikaci jako nebezpečný, látka je perzistentní, bioakumulativní a toxická nebo vysoce perzistentní a vysoce bioakumulativní a pokud je látka zahrnuta do seznamu látek podléhajících povolení (Bartlová, 2012).

Požadavky na bezpečnostní listy jsou uvedené v příloze II. nařízení REACH.

Evropské nařízení CLP

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a o změně směrnice 67/548/EHS a nařízení (ES) č. 1907/2006 (nařízení CLP) vytváří nový systém klasifikace a označování nebezpečných látek a směsí. Cíle tohoto nařízení je zajistit vysokou úroveň ochrany lidského zdraví a životního prostředí a současně zaručit volný pohyb látek a směsí na vnitřním trhu. Nařízení CLP doplnilo nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1907/2006 (nařízení REACH) v oblastech klasifikace, označování a balení chemických látek a směsí (Bartlová, 2012).

Došlo k výrazným změnám – nahrazení R-vět za H-věty (popisující povahu nebezpečnosti dané nebezpečné látky nebo směsí) a S-vět za P-věty (popisující jedno nebo více doporučených opatření pro minimalizaci nebo prevenci nepříznivých účinků způsobených expozicí nebezpečné látky nebo směsí v důsledku používání nebo

odstraňování) či změně výstražných symbolů (Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon), 2011)

Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (dále ADR)

Dohoda ADR vznikla 30. září 1957, kdy byla dohoda schválena Evropskou hospodářskou komisí OSN a v platnost vstoupila 29. ledna 1968. Upravuje podmínky přepravy nebezpečných látek po silničních komunikacích. Zahrnuje požadavky na balení, označování a přepravu látek, ale také požadavky na osádku vozidel, výbavu a konstrukci vozidel. Chemické látky se dle dohody dělí do několika tříd nebezpečnosti z hlediska fyzikálních a chemických vlastností látek. Podle ADR musí být všechny přepravované látky zřetelně označeny tzv. Kemlerovým kódem a UN kódem, díky němuž mohou složky integrovaného záchranného systému i občané snadno zjistit vlastnosti přepravované látky (Přeprava nebezpečných věcí (ADR), 2019).

Každý další druh přepravy nebezpečných látek a směsí má svoji specifickou právní úpravu (železniční a vodní přeprava).

2 CÍL PRÁCE, VÝZKUMNÁ OTÁZKA

2.1 Cíl práce

Posoudit možnost zneužití bojových chemických látek k hromadnému ohrožení obyvatelstva, dostupnost těchto látek a náročnost provedení teroristického útoku

2.2 Výzkumná otázka

Je použití chemického terorismu v současné době v ČR hrozbou?

3 OPERACIONALIZACE

Cílem této kapitoly je vysvětlit základní pojmy bakalářské práce s názvem Možnosti zneužití vybraných BCHL v rámci teroristického útoku v ČR, tedy pojmy Česká republika, bojové chemické látky a teroristický útok. I když se jedná o pojmy běžně používané mezi odbornou a laickou veřejností, deskripce zmíněných pojmů v této práci není tak jednoznačná, protože subjektivnost jejich chápání znesnadňuje definici všech tří pojmů. I když si autor uvědomuje, že je rozdíl mezi definicí a subjektivním chápáním, v této oblasti se rozdíly stírají. Autorova snaha je vysvětlit pojmy tím způsobem, který vede k hlubšímu proniknutí do předložené problematiky a zároveň k jejímu lepšímu pochopení.

Česká republika

Pro účely této práce je Českou republikou vnímáno hlavní město a současně největší město ČR – Praha. Z celkového pohledu lze říci, že náš stát je možné považovat za relativně bezpečný. Avšak v případě teroristického útoku s použitím chemických zbraní je hlavní město Praha velice ohroženou oblastí. V ČR vyrábí, zpracovává, dopravuje, skladuje, manipuluje a účelově využívá velké množství chemických látek a směsí, jejichž velká část je také na území hlavního města.

Bojové chemické látky

Bojové chemické látky jsou základní komponentou chemických zbraní pro vedení chemické války. Pro účely této práce jsou bojovými chemickými látkami ve většině případů čtyři vybrané a to sarin, kyanovodík, fosgen a chlor. Cílem bylo vybrat nejnebezpečnější chemické látky vhodné pro teroristické použití, a to z důvodů, které popisují v teoretické části práce – použití v průmyslu, relativně snadná dostupnost, vysoká nebezpečnost.

Teroristický útok

Typologií terorismu je mnoho a pro účely této práce je teroristickým útokem myšleno použití chemického terorismu. Chemický terorismus používá jako nástroj násilí chemické jedovaté látky (vojenské jedy, průmyslové jedy).

4 METODIKA

Bakalářská práce byla zpracována formou rešerší z odborné literatury, článků a elektronických zdrojů týkajících se problematiky zneužití chemických látek k teroristickým účelům. O poznatky teoretické části se opírá část praktická. Její podstatou je simulace teroristického útoku s použitím bojových chemických látek.

Cílem v praktické části bylo vybrat nejnebezpečnější chemické látky vhodné pro teroristické použití, simulace teroristického útoku a zodpovězení výzkumné otázky. S odkazem na odbornou literaturu bylo zvoleno celkem 7 kritérií bodovaných stupnicí od 1 do 5 (1 – nejméně, 5 – nejvíce) z pohledu možného zneužití na území České republiky. Pro podrobné zpracování byly vybrány 4 látky. Při výběru byl kladen důraz na jejich toxické účinky a především vlastnosti ovlivňující jejich šíření v prostoru. Některé potenciální bojové chemické látky se používají v obrovském množství v průmyslu (chlor, kyanovodík, fosgen) a z toho nám vyplývá relativně snadná dostupnost, reálná možnost teroristického zneužití těchto látek a také vysoká nebezpečnost těchto látek. Cílem bylo vybrat takové chemické látky, který by při zneužití teroristy způsobily značné škody z pohledu poškození zdraví osob či zvířat, poškození životního prostředí a vzniku ekonomických a materiálních škod. Množství použité toxické látky jsem vybíral s ohledem na to, jaké množství by bylo dle mého názoru reálné získat.

K porovnání byla vybrána mimořádná událost týkající se úniku nebezpečné toxické látky – teroristický útok v pražském metru, konkrétně stanici I. P. Pavlova. Modelování této havárie s únikem nebezpečné toxické látky bylo provedeno za pomoci počítačového programu / softwarového nástroje TerEx (Teroristický expert), vyvinutý společností T-Soft.

4.1.1 *Hodnotící kritéria látek*

1. IDLH (= koncentrace nebezpečné látky, která ohrožuje zdraví nebo život)
2. bod varu
3. tenze par
4. dostupnost
5. senzorické vlastnosti

6. persistence
7. ohrožení osob toxickou látkou dle programu TerEx

4.1.2 Charakteristika pražského metra

Metro tvoří v současnosti základ sítě pražské městské hromadné dopravy, jedná se o stěžejní dopravní prostředek v Praze a nezbytnou součást, bez které by prakticky nebylo možné obsluhovat počet obyvatel a návštěvníků v metropoli. Síť pražského metra se skládá ze tří linek A, B, C, na kterých jezdí soupravy každé 2 – 4 minuty ve špičkách a každých 5 – 10 minut v ostatních obdobích. Denně na těchto linkách přepraví metro až 1,7 milionu cestujících za pomoci 730 vozů na trasách o celkové délce 65,1 km. Celkový počet stanic je 61, z čehož 3 jsou přestupní (dvojité). Linky vedou převážně v podzemí, v některých částech i pod řekou Vltavou a na trase C část linky vede i v nadzemním tubusu (Pražská integrovaná doprava, 2020).

Nejvytíženější stanicí metra je I. P. Pavlova, kterou za den projde téměř 120 tisíc cestujících. I z tohoto důvodu byla vybrána pro simulaci teroristického útoku. Nejvytíženější úseky pak jsou Vyšehrad – I. P. Pavlova a Vyšehrad – Pražského povstání, které využije bezmála 280 tisíc přepravovaných denně. Nejdelší a na zastávky nejpočetnější trasa metra je B, jejíž délka je téměř 26 kilometrů a má 24 zastávek. Po ní následuje trasa C s necelými 23 kilometry a 20 zastávkami. Nejkratší je trasa A se 17 zastávkami měřící 17 kilometrů (Pražská integrovaná doprava, 2020).

Celé metro je rozděleno do hasebních obvodů, všechny stanice jsou vybaveny elektrickou požární signalizací. Pro všechny stanice metra jsou zpracovány dokumentace zdolávání požáru, které zahrnují vstupy do metra, inženýrské sítě, umístění hydrantů na ulici a další. Podzemní dokumentace poté obsahuje výtahy, vstupy, hydranty, sklady, umístění čidel elektrické požární signalizace apod. (Metroweb, 2015).

Pro mimořádné události vzniklé v metru je charakteristická velmi malá viditelnost, poměrně špatná orientace a panika cestujících, silné zadýmení, stísněné prostory, velká vzdálenost k místu zásahu a další aspekty. Na každé trase metra je technické centrum, které zabezpečuje funkčnost ochranného systému metra (zabezpečení dodávek vzduchu, elektrické energie a vody v případě mimořádných událostí) (Metroweb, 2015).

Metro je značně zranitelné, což je dáno především vysokou koncentrací osob (cestujících) a to jak na povrchu ve stanicích metra, tak i v podzemních stanicích. Uložení nálože s nebezpečnou chemickou látkou je poměrně snadné. Tímto může být teroristický útok proveden ve vybranou dobu na stanoveném místě. Lze předpokládat, že by se jednalo o dopravní špičku (Metroweb, 2015).

4.1.3 Charakteristika stanice I. P. Pavlova

Stanice I. P. Pavlova leží pod stejnojmenným náměstím na hranici Vinohrad a Nového Města. Stanice je založená v jámě 19 m pod úrovní terénu. Má jeden podzemní vestibul, který je spojen s nástupištěm čtyřmi eskalátory (dříve třemi), napojený na podchod, ze kterého vedou na úroveň ulice čtyři výstupy (jeden v ulici Lublaňská, jeden na náměstí I. P. Pavlova a dva v ulici Jugoslávská). Z opačné strany nástupiště vede nouzový východ. Okolí stanice je poznamenáno silným automobilovým provozem na severojižní magistrále (směrem na Nuselský most Sokolská a k Národnímu muzeu Legerova ulice) a v Ječné a Žitné ulici. Délka stanice je 165 m, šířka nástupiště je 10,2 m a výška 3,5 m, s dvěma řadami podpěrných sloupů. Obklad stěn v prostoru nástupiště jsou mramorové desky (Pražská integrovaná doprava, 2020).

Jak již bylo výše zmíněno, stanice byla vybrána z toho důvodu, že je nejvytíženější stanicí pražského metra (za posledních 10 let je zde denní obrat v průměru téměř 113 tisíc lidí (Pražská integrovaná doprava, 2020).

Pro vybrané látky je ideální použití v uzavřených prostorech s velkým počtem lidí. Dle mého názoru je v současné době dosti opomíjena i možnost vpravení těchto látek do systémů vzduchotechniky. Vzduchotechnická zařízení metra slouží k zajištění vhodných mikroklimatických podmínek pro cestující a zaměstnance, a dělí se na hlavní větrání a staniční vzduchotechniku. Úkolem hlavního větrání je zajistit požadované prostředí v traťových tunelech a ve veřejných částech stanic, tj. podchodech, vestibulech, propojovacích chodbách, eskalátorových tunelech a nástupištích. Zařízení odvádí z prostor metra tepelnou zátěž vzniklou provozem technologického zařízení, osvětlení, vlaků metra a přepravovanými osobami. Zařízení pracuje v letním a zimním režimu. V letním režimu se směr proudění obrátí, přičemž teplota vzduchu ve stanicích může být nejvýše o 3 °C vyšší než teplota venkovní. V režimu zimním je studený vzduch většinou přiváděn do mezistaničních úseků, kde se ohřívá. Do prostoru stanic přichází

ohřátý na alespoň 5 °C a odtud se odvádí na povrch. U některých větracích šachet je možnost směšování a přísávání venkovního chladného vzduchu s cirkulačním ohřátým vzduchem z tras metra přes přísávací klapku. Větrací šachty metra lze rozdělit na traťové (umístěny cca v polovině vybraných mezistanicích úseků; metro jich má 21), staniční (umístěny v těsné blízkosti stanic nebo jsou její součástí, některé stanice jich mají více; metro jich má 61) a speciální (jsou součástí ochranného systému metra a jimi nasávaný vzduch se upravuje filtroventilací pro potřeby ochranného systému). Větrací objekt se skládá z povrchového kiosku nebo komínu, vertikální šachty, horizontální štol a strojovny hlavního větrání. V případě požáru ve stanici metra nebo tunelu zajistí ventilátory hlavního větrání odvod kouře a proudění čerstvého vzduchu proti směru úniku osob. Zařízení staniční vzduchotechniky zabezpečují větrání technologických a služebních místností ve stanicích. Jejich úkolem je zajistit vhodné prostředí pro bezporuchový chod technologického zařízení a pobyt osob. Tato zařízení jsou umístěna ve strojovnách vzduchotechniky a prostřednictvím vzduchotechnického potrubí zajišťují distribuce větracího vzduchu do centrálně větraných místností a odvod znehodnoceného vzduchu. Z místností se zdroji škodlivin (WC, AKU) je odsávaný vzduch odváděn přímo na povrch, z ostatních zpět do traťových tunelů (Metroweb, 2015).

V současné době se v objektu K 111 (ideová stanice metra) nachází technické centrum ochranného systému metra, které slouží k zásobování energií, vodou a filtrovaným vzduchem v krizových situacích. Jsou zde rovněž umístěna záložní dispečerská pracoviště.



Obrázek 1: I. P. Pavlova - podchod
Zdroj: Metroweb



Obrázek 2: I. P. Pavlova - eskalátory

Zdroj: Metroweb



Obrázek 3: I. P. Pavlova - nástupiště

Zdroj: Metroweb

4.1.4 Počítačový program TerEx

Počítačový program TerEx je určen pro rychlý odhad následků průmyslových havárií, úniků nebezpečných látek, teroristických útoků a následků útoků chemickými, biologickými a jadernými zbraněmi. Prioritně je TerEx určený pro rychlý odhad následků havárií a teroristických nebo vojenských útoků. Program má rozsáhlé využití pro jednotky Integrovaného záchranného systému jak na místě, tak i v řídicím středisku, dále je určen pro orgány státní správy a samosprávy, instituce, podniky, ale i pro výuku studentů oborů zaměřených na ochranu obyvatelstva, krizový management apod. (Bartlová a Pešák, 2003).

Své opodstatnění má také pro analýzu rizik při územní plánování nebo například při navrhování zástavby v okolí komunikací a výrobních závodů. Vstupní data jsou programem rychle zpracována i vyhodnocena. Program je schopen poskytnout potřebné výsledky také v případě chybějících vstupních dat (Bartlová a Pešák, 2003).

TerEx nabízí možnosti vyhodnocení čtyř základních havarijních situací (Bartlová a Pešák, 2003):

- Model typu TOXI – vyhodnocuje dosah a tvar oblaku, které jsou dány zvolenou koncentrací toxické látky
- Model typu UVCE – vyhodnocuje dosah působení rázové vlny, vyvolané výbuchy směsi látky se vzduchem

U modelu PUFF:

- jednorázový únik plynu,
- jednorázový únik vroucí kapaliny.

U modelu PLUME:

- déletrvající únik plynu,
- déletrvající únik vroucí kapaliny,
- pomalé vypařování kapaliny z louže.
- Model typu FLASH FIRE – vyhodnocuje velikost prostoru ohrožení osob plamennou zónou

BLEVE – výbuch par expandující vroucí kapaliny,
JET FIRE – déletrvající únik plynu nebo kapaliny pod vysokým tlakem,
POOL FIRE – požár rozlité kapaliny.

- Model typu TEROR – vyhodnocuje možné dopady detonace výbušných systémů.

Výstupní data jsou přehledná, srozumitelná, jednoznačná a jednoduše uspořádána. Základem předpovědi následků je tzv. konzervativní prognóza / predikce / odhad, což znamená, že výsledky odpovídají takovým podmínkám, při nichž dojde k maximálním možným dopadům a následkům (nejhorší varianta).

5 VÝSLEDKY

Výsledky zahrnující porovnání kritérií vybraných bojových chemických látek a simulaci úniku nebezpečné látky jsou uvedené v následujících tabulkách a grafech. Pro lepší přehlednost jsou výsledky seskupeny dle tohoto pořadí: 1. scénář, 2. kritéria, 3. modelování.

Scénář simulovaného teroristického útoku v pražském metru byl předem dán:

Vzhledem k tomu, že zatím neexistuje jediný dokonaný konkrétní příklad teroristického útoku v metru na území České republiky, nemohu vycházet z reálné situace nebo ji analyzovat a závěry poté konfrontovat. Proto jsem v hrubých náznacích popsal možný scénář teroristického útoku s použitím bojových chemických látek. Při útoku v prostoru metra přichází v úvahu více míst, kam je možné látku uložit a připravit k použití. Můžeme hovořit o uložení chemické látky v soupravě metra, na nástupišti, ve vestibulu apod. Pro samotný útok je také důležité, zda bude proveden individuálně samotným teroristou nebo skupinou teroristů a také jak jsou původci terorismu technicky vybaveni. Pro rozptýlení chemické látky zvolí pravděpodobně takové místo, kam bude volný přístup, ale kde se zároveň shromažďuje nebo je soustředěn větší počet osob. Chemickou látku mohou mít teroristé u sebe nebo můžeme uvažovat o použití látky ve vzduchotechnickém zařízení metra. Možností je samozřejmě mnoho, útočníci mohou chemickou látku také uvolnit ihned u vchodu do metra, látka se bude šířit ven z metra směrem na ulici (přílohy A – D) a v případě vhodných fyzikálních podmínek a fyzikálně-chemických vlastností i do vestibulu metra, eskalátorů či nástupišť. Několik pracovníků oblečených do pracovních oděvů městské úklidové služby přinese velké kanistry nebo tlakové lahve (v nejjednodušším případě by stačily i nerezové termosky) s označením čisticích prostředků do podzemních prostor metra. Tato činnost asi obecně nevyvolává žádné podezření. Během dopravní špičky (8:00) pak vypustí ve stanici otravnou látku do ovzduší a ta způsobí inhalační otravy cestujících. V případě, že by teroristé látku přenášeli v obyčejné skleněné nádobě v letních měsících, nádoba by se vznikajícím tlakem roztrhla a kontaminovala by i teroristu. Nebylo by možné látku aplikovat ve vytipovaném místě. Uvažujeme-li tedy o rozptýlení látky v zimním období a za využití vhodné termonádoby, není žádný problém pronést tuto látku na vytipované místo. Teroristé většinou chtějí dosáhnout co největších ztrát na lidských životech. Některé otravné látky jsou v čistém stavu zpravidla bez zápachu, proto nejprve nebude

jejich přítomnost nijak indikována. Pouze příznaky zasažení osob nebo zvířat napoví, že se jedná o nějakou nebezpečnou chemickou látku. Nebudu se zde do detailů zabývat tím, kde je možné tuto bojovou otravnou látku získat, ale předpokládám, že teroristé disponují dostatkem finančních prostředků, a také dostatkem informací, kde látku v potřebném množství získat, jak ji použít a případně jaká jsou dostupná antidota. V úvahu připadá také varianta odcizení těchto látek. Vybrané látky se používají v obrovském množství v průmyslu, proto není složité tyto látky sehnat. Informace o látkách se dají získat na internetu (Integrovaný registr znečišťovatelů, přeprava látek). Teroristé tedy bez problémů projdou vstupním terminálem metra spolu s dalšími lidmi v době, kdy je ve stanici dopravní špička. Vzhledem k tomu, že některé z vybraných látek mají nižší molekulární hmotnost než vzduch, stačí, když teroristé aplikují látku v blízkosti schodiště vedoucího k nástupišti. Na nástupišťích bývají také odpadkové koše. Teroristům se zde nabízí další způsob jak látku použít – její vylití do odpadkového koše. Mohli by také využít malý aerosolový generátor, což je v podstatě sprej, ze kterého by byla látka aplikována. Myslím si, že konkrétní použití bojových chemických látek závisí přesně na daném okamžiku a není dost dobře možné ho přesně naplánovat. Po aplikaci otravných látek ať již z termonádoby nebo pomocí aerosolového vyvíječe teroristé využijí vzniklé paniky šířením látky a spolu s mnoha dalšími lidmi opustí prostor metra. Ověření přítomnosti některých otravných látek je možné pouze pomocí speciálních přístrojů (v současné době jsou pouze u některých jednotek HZS a Armády ČR). Dá se předpokládat, že v místě útoku vznikne velká panika a zmatek, který bude jen velmi obtížně zvládnutelný. Záměrem teroristů není v první řadě zahubit co nejvíce lidí, ale šíří paniku a strach. V případě těchto sekundárních obětí má teroristický útok v metru obrovské předpoklady. V situaci, kterou jsem popsal je dle mého názoru prakticky nemožné si teroristy všimnout a upozornit na jeho přítomnost. Teroristy by v tomto případě musel i s jeho smrtonosným příručním zavazadlem zneškodnit někdo z cestujících metra nebo jeho personál, jelikož na přivolání policie by nebyl čas. Každý pokus teroristu odhalit a zneškodnit by byl velice riskantní, protože termonádoby nebo spreje s otravnou látkou by se mohly v případě sebemenší potyčky s teroristou poškodit a stanice metra spolu s cestujícími by byla zamořena. Spekulovat o možných ztrátách na životech lze také jen velmi těžko. Jak jsem již v úvodu zmínil, tento text má pouze nastínit možný scénář teroristického útoku a v žádném případě neslouží jako návod jak teroristický útok provést. Tento text určitě neobsahuje všechny možnosti provedení útoku, jde pouze o reálné nastínění průběhu útoku.

5.1 Výsledky pro sarin

V tabulce 1 jsou uvedeny vstupní data pro první posuzovanou BCHL – sarin. Tabulka obsahuje spolu s nebezpečnou látkou dále způsob, jakým byla látka uvolněna, plochu použití látky, rychlost větru, pokrytí oblohy mraky, dobu vzniku a průběh havárie, a použitý model pro hodnocení.

Tabulka 1: Vstupní data stanovená pro sarin

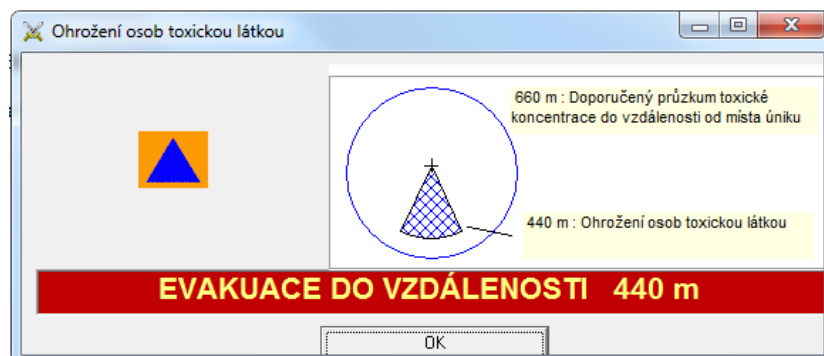
Nebezpečná látka	sarin
Způsob uvolnění látky	rozptýlení (výbuch, rozstřík apod.)
Plocha použití látky	4 500 m ²
Rychlost větru	10 m.s ⁻¹
Pokrytí oblohy mraky	žádné (0 %)
Doba vzniku a průběh havárie	den – zima
Použitý model	POISON – Otravná látka – tabelární model

V tabulce 2 jsou uvedeny výsledné hodnoty pro nervově paralytickou látku sarin. Tabulka obsahuje jednotlivá kritéria pro hodnocení – hodnotu koncentrace IDLH (Immediately Dangerous To Life or Health), bod varu, tenze par, dostupnost, senzorické vlastnosti, persistenci a hodnotu ohrožení osob toxickou látkou.

Tabulka 2: Výsledné hodnoty pro sarin

IDLH	0,0000001 kg/m ³	5
Bod varu	147 °C	1
Tenze par	33 064 Pa/25 °C	1
Dostupnost	Minimální (dle Úmluvy mají být zásoby zničeny, ale ukazuje se, že v některých zemích by mohl být stále dostupný); dá se vyrobit, ale jeho syntéza je složitá	1
Senzorické vlastnosti	Bezbarvý plyn nebo kapalina V čistém stavu bez zápachu; v nečisté formě může mít mírný zápach jako hnilý ovoce	4
Persistence	Prchavá (nestálá); v uzavřených prostorech stačí menší množství a je více nebezpečný	3
Ohrožení osob toxickou látkou	440 m	4
Celkem		<u>19</u>

Z tabulky 2 je zřejmé, že mezní koncentrace toxické látky ve vzduchu, pod kterou nedochází při třicetiminutové expozici k trvalým následkům na lidském zdraví koncentrace (hodnota koncentrace IDLH) je sarinu ze všech látek nejnižší. Nejvyšší hodnocení získal sarin také z hlediska senzorických vlastností. Oproti tomu nejnižší hodnocení získal sarin z hlediska kritérií bodu varu, tenze par, dostupnosti a persistence. Na obrázku 4 je znázorněno kritérium ohrožení osob toxickou látkou.



Obrázek 4: Ohrožení osob toxickou látkou – sarin

Zdroj: Autor práce v programu TerEx

5.2 Výsledky pro kyanovodík

V tabulce 3 jsou uvedeny vstupní data pro druhou posuzovanou BCHL – kyanovodík. Tabulka obsahuje spolu s nebezpečnou látkou dále celkové uniklé množství látky, rychlost větru, pokrytí oblohy mraky, dobu vzniku a průběh havárie, typ povrchu ve směru šíření látky a použitý model pro hodnocení.

Tabulka 3: Vstupní data stanovená pro kyanovodík

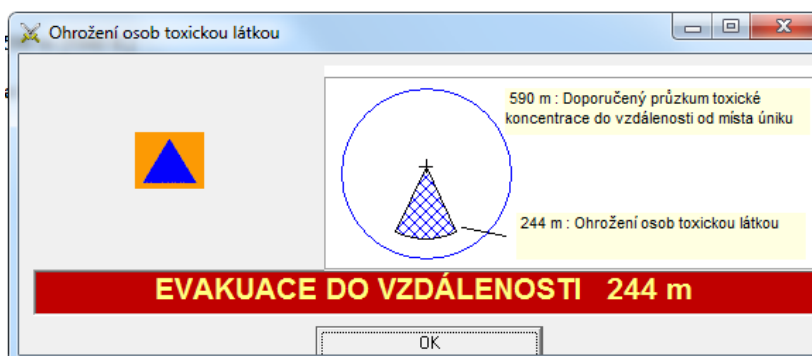
Nebezpečná látka	kyanovodík
Celkové uniklé množství plynu	40 kg
Rychlost větru	10 m.s ⁻¹
Pokrytí oblohy mraky	žádné (0 %)
Doba vzniku a průběh havárie	den – zima
Typ povrchu ve směru šíření látky	průmyslová plocha
Použitý model	PUFF – Jednorázový únik plynu do oblaku

V tabulce 4 jsou uvedeny výsledné hodnoty pro všeobecně jedovatou otravnou látku kyanovodík. Tabulka obsahuje jednotlivá kritéria pro hodnocení – hodnotu koncentrace IDLH (Immediately Dangerous To Life or Health), bod varu, tenzi par, dostupnost, senzorické vlastnosti, persistenci a hodnotu ohrožení osob toxickou látkou.

Tabulka 4: Výsledné hodnoty pro kyanovodík

IDLH	0,000055 kg/m ³	3
Bod varu	26 °C	3
Tenze par	100 000 Pa/25 °C	2
Dostupnost	Relativně vysoká (použití ve velkém množství pro průmyslové účely)	4
Senzorické vlastnosti	Bezbarvý plyn nebo kapalina, hořkomandlový zápach	3
Persistence	Velmi krátká, rychlé rozptýlení; kriticky nebezpečný je však v uzavřených a podzemních prostorech	5
Ohrožení osob toxickou látkou	244 m	2
Celkem		<u>22</u>

Jak naznačuje tabulka 4, kyanovodík získal nejvyšší hodnocení v kritériu persistence. Dále získal vysoké hodnocení také u kritéria dostupnosti. Oproti tomu nejnižší hodnocení můžeme pozorovat u kritéria ohrožení osob toxickou látkou, které je zobrazeno na obrázku 5.



Obrázek 5: Ohrožení osob toxickou látkou – kyanovodík

Zdroj: Autor práce v programu TerEx

5.3 Výsledky pro fosgen

V tabulce 5 jsou uvedeny vstupní data pro třetí posuzovanou BCHL – fosgen. Tabulka obsahuje spolu s nebezpečnou látkou dále celkové uniklé množství látky, rychlost větru, pokrytí oblohy mraky, dobu vzniku a průběh havárie, typ povrchu ve směru šíření látky a použitý model pro hodnocení.

Tabulka 5: Vstupní data stanovená pro fosgen

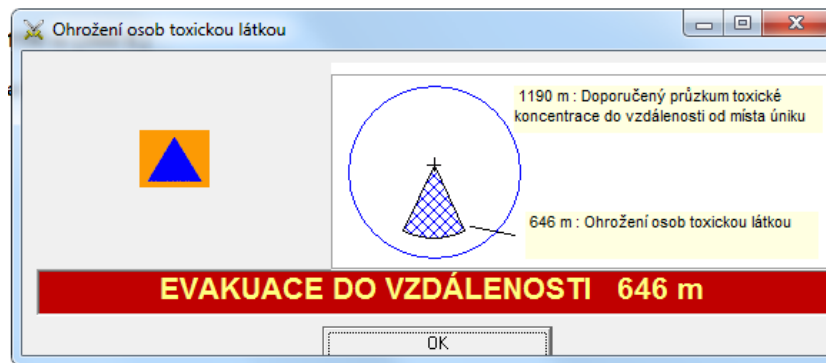
Nebezpečná látka	fosgen
Celkové uniklé množství plynu	40 kg
Rychlost větru	10 m.s ⁻¹
Pokrytí oblohy mraky	žádné (0 %)
Doba vzniku a průběh havárie	den – zima
Typ povrchu ve směru šíření látky	průmyslová plocha
Použitý model	PUFF – Jednorázový únik plynu do oblaku

V tabulce 6 jsou uvedeny výsledné hodnoty pro dusivou otravnou látku fosgen. Tabulka obsahuje jednotlivá kritéria pro hodnocení – hodnotu koncentrace IDLH (Immediately Dangerous To Life or Health), bod varu, tenzi par, dostupnost, senzorické vlastnosti persistenci a hodnotu ohrožení osob toxickou látkou.

Tabulka 6: Výsledné hodnoty pro fosgen

IDLH	0,0000081 kg/m ³	4
Bod varu	7,6 °C	4
Tenze par	189 317 Pa/25 °C	3
Dostupnost	Relativně vysoká (použití ve velkém množství pro průmyslové účely)	4
Senzorické vlastnosti	Bezbarvý plyn, zápach po čerstvě posečeném senu, plísni nebo zetlelém listí	3
Persistence	V otevřeném prostoru přetrvává velmi krátce (cca 20 minut); nejvyšší nebezpečí použití v podzemí a dalších uzavřených prostorech, kde může přetrvat několik dní	4
Ohrožení osob toxickou látkou	646 m	5
Celkem		<u>27</u>

V tabulce 6 můžeme pozorovat, že fosgen má nejvyšší hodnocení u kritéria ohrožení osob toxickou látkou (obrázek 6). Kromě toho další vysoká hodnocení pro fosgen najdeme také i kritérií koncentrace IDLH, persistence a dostupnosti. Nejnižší hodnocení ze všech posuzovaných látek fosgen nezískal v žádném z vybraných kritérií.



Obrázek 6: Ohrožení osob toxickou látkou – fosgen

Zdroj: Autor práce v programu TerEx

5.4 Výsledky pro chlor

V tabulce 7 jsou uvedeny vstupní data pro poslední posuzovanou BCHL – chlor. Tabulka obsahuje spolu s nebezpečnou látkou dále celkové uniklé množství látky, rychlost větru, pokrytí oblohy mraky, dobu vzniku a průběh havárie, typ povrchu ve směru šíření látky a použitý model pro hodnocení.

Tabulka 7: Vstupní data stanovená pro chlor

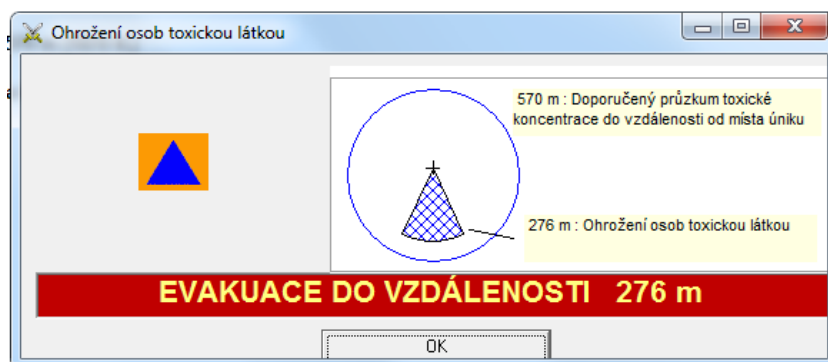
Nebezpečná látka	chlor
Celkové uniklé množství plynu	60 kg
Rychlost větru	10 m.s ⁻¹
Pokrytí oblohy mraky	žádné (0 %)
Doba vzniku a průběh havárie	den – zima
Typ povrchu ve směru šíření látky	průmyslová plocha
Použitý model	PUFF – Jednorázový únik plynu do oblaku

V tabulce 8 jsou uvedeny výsledné hodnoty pro dusivou otravnou látku chlor. Tabulka obsahuje jednotlivá kritéria pro hodnocení – hodnotu koncentrace IDLH (Immediately Dangerous To Life or Health), bod varu, tenzi par, dostupnost, senzorické vlastnosti, persistenci a hodnotu ohrožení osob toxickou látkou.

Tabulka 8: Výsledné hodnoty pro chlor

IDLH	0,000029 kg/m ³	2
Bod varu	-34,6 °C	5
Tenze par	778 800 Pa/25 °C	5
Dostupnost	Vysoká (použití v obrovském množství pro průmyslové účely, kryté bazény, budovy vodního hospodářství, čistíren a úpraven vod)	5
Senzorické vlastnosti	Žluto-zelený plyn, štiplavý zápach	1
Persistence	Krátká, rychlé rozptýlení; ovšem znovu kritické je jeho použití v uzavřených prostorách a podzemí	4
Ohrožení osob toxickou látkou	276 m	3
Celkem		<u>25</u>

Z tabulky 8 je zřejmé, že chlor získal nejvyšší hodnocení u kritérií bod varu, tenze par a dostupnost. Oproti tomu nejnižší hodnocení má chlor u kritérií koncentrace IDLH a senzorické vlastnosti. Na obrázku 7 je znázorněno kritérium ohrožení osob toxickou látkou.



Obrázek 7: Ohrožení osob toxickou látkou – chlor

Zdroj: Autor v programu TerEx

6 DISKUZE

V této bakalářské práci byl vytvořen modelový příklad teroristického útoku v pražském metru vybranými bojovými chemickými látkami – sarinem, kyanovodíkem, fosgenem a chlorem. Pomocí softwarového programu Teroristický Expert byla provedena simulace této modelové situace a byly vyhodnoceny možnosti zneužití těchto látek a jejich dopady na obyvatelstvo. Než bylo přistoupeno k samotné simulaci, bylo provedeno bodování jednotlivých toxických látek dle předem zvolených kritérií. Tato kritéria byla zvolena s odkazem na odbornou literaturu. Cílem bylo vybrat takové chemické látky, který by při zneužití teroristy způsobily značné škody z pohledu poškození zdraví osob či zvířat, poškození životního prostředí a vzniku ekonomických a materiálních škod a odpovědět na výzkumnou otázku. Kapitola byla pro lepší přehlednost rozdělena na vyhodnocení látek dle hodnotících kritérií a dále na celkové zhodnocení výsledků.

6.1 *Vyhodnocení vybraných látek dle kritérií*

O bodovém hodnocení je možné diskutovat, neboť jiné látky budou atraktivní pro organizovanou skupinu se zázemím a jiné pro „osamělého vlka“ majícího k dispozici např. jen domácí laboratoř. Skupina se bez problémů vhrne do syntézy, jedinec se spíše zaměří na odcizení hotové toxické látky. V práci se snažím konfrontovat obě varianty, ale v případě útoku se spíše přikláním k variantě teroristické skupiny.

Nejnižší bodové hodnocení (19 bodů) získal sarin. Hodnota koncentrace IDLH je pro sarin ze všech látek nejnižší, což nám potvrzuje kapitolu teoretické části práce, kde je zmíněna vysoká toxicita nervově paralytických látek, velmi nízké dávky (koncentrace), které způsobují zneschopnění, aniž by byl zasažený varován smyslovými vjemy, a dále pak jejich nebezpečí při chemickém napadení a zařazení mezi aktuálně nejnebezpečnější prostředky chemického terorismu (proto dostal také sarin místo v této práci spolu s dalšími BCHL). Ovšem nejnižší hodnocení získal z hlediska fyzikálně-chemických vlastností a dostupnosti. Syntéza sarinu může být problém. Sarin se řadí do 1. kategorie dle Úmluvy o zákazu, výrobě, hromadění zásob a použití chemických zbraní a o jejich ničení. Dle této multilaterální smlouvy mají být jeho zásoby zničeny, ale ukazuje se, že v některých zemích by mohl být stále dostupný

(nejčastěji se spekuluje o Sýrii, KLDK a Rusku). Sarin vzniká reakcí molekuly isopropylalkoholu a methyldifluorofosfátu. Z isopropylalkoholu se odštěpí vodík a s fluorem z methyldifluorofosfátu vytvoří kyselinu fluorovodíkovou a sarin. K této reakci se přidává 2-aminopropan, aby zneutralizoval kyselinu fluorovodíkovou vnikající během reakce. Tímto postupem se připravuje sarin, který se použije do tzv. jednosložkové (unitární) munice. Znamená to, že při plnění munice se musí pracovat s předem vyrobenou (hotovou) velmi nebezpečnou nervově paralytickou látkou. Za „bezpečnější“ manipulační postup se považuje příprava tzv. dvousložkové (binární) munice, jejíž podstatou je syntéza z relativně netoxických sloučenin (prekurzorů) při odpálení či dopravě chemické munice na cíl. Právě tento mechanismus udělal ze sarinu a podobných látek tak oblíbenou zbraň – pro armády jsou velmi bezpečné při skladování, přepravě na místo použití i v bojové akci. O požadavcích prekurzorů se dále rozepisovat nebudu, jelikož přímo sarin se takto použít nedá. Za optimální se považuje použití již průmyslově vyráběných chemikálií pro jiné účely nebo výroby, jako jsou produkce pesticidů, detergentů nebo farmaceutických přípravků. Sarin je bezbarvý plyn nebo kapalina, v čistém stavu je bez zápachu. Z pohledu teroristů je všem málo reálné vyrobit si doma nebo v menší laboratoři sarin v požadované čistotě. Přesto, že je příprava sarinu komplikovaná, je to jediná látka, která byla jako jediná k teroristickému útoku na metro v minulosti již použita. Není totiž nutné připravit ji ve velké čistotě. Záměrem teroristů není prvořadě zahubit co největší počet lidí, ale také šířit paniku a strach. O tom svědčí kapitola teoretické části právě o útoku sarinem v tokijském metru. V případě tohoto útoku se jednalo o méně účinný, asi 30% sarin, který velmi zapáchal (v čisté podobě je plyn smysly nerozeznatelný). I přesto si útok vyžádal 12 obětí, avšak celkový počet obětí se dle oficiální japonské policejní zprávy vyšplhal na 4 460 osob. K šíření paniky a strachu má tedy sarin velké předpoklady, neboť jeho jméno navozuje u obyvatelstva strach a při opětovném použití v metru by byla panika značná. Navíc jej není třeba mít mnoho. Stačilo by trochu, aby organizace předvedla, že jím disponuje a dále by mohla vydírat složky státu či korporace.

O 3 body více než sarin (22 bodů) získal kyanovodík. Dalo by se říci, že kyanovodík je naprosto dokonalý jed. Jeho průmyslová výroba je dosti složitá (reakce methanu s amoniakem a kyslíkem na platinovém katalyzátoru při vysoké teplotě), tento postup by teroristé sami nejspíše těžko zvládli. V průmyslu se však provádí ve značné míře, protože kyanovodík slouží k některým organickým syntézám. V malém měřítku by

teroristé dokázali připravit kyanovodík vytěsněním účinkem nějaké kyseliny (obvykle kyseliny sírové) z kyanidu (typicky kyanid draselný). Tento postup by byl rozhodně nejsnadnější, avšak dostupnost kyanidů je dnes špatná – z legislativního hlediska. Pokud by ho teroristé chtěli koupit od výrobce chemikálií a skladovat ho v laboratoři, je to velmi složitý proces. U kyanovodíku bych i přes to viděl jako nejreálnější možnost vyvíjet ho přímo na místě: smíchat kyanid draselný s kyselinou sírovou. Kyselina sírová se dá opatřit snadno, u již zmíněného kyanidu draselného je to složitější. Například společnost Merck-Sigma-Aldrich ho dodává v baleních od řádově desítek gramů až po kilogramy. Kriticky nebezpečný je kyanovodík v uzavřených a podzemních prostorách. Pokud si vezmeme množství kyanidu draselného, např. v odpadkovém koši v metru ho teroristé smíchají s přiměřeným množstvím kyseliny sírové (řádově litry), věřím, že by to dokázalo napáchat obrovské škody. V zásadě použití kyanovodíku vidím na tyto dvě základní varianty: buďto tlaková lahev a její otevření na místě (nebo přímo uražení ventilu), nebo vyvíjení tuhých reaktantů (kyanid draselný).

Druhé nejvyšší hodnocení (25 bodů) získal chlor. Chlor a jeho sloučeniny jsou v současné době velice hojně zastoupeny jak v chemickém i odvozeném průmyslu, tak své uplatnění naleznou i v každodenním životě, a tak by se v případě teroristického útoku získával nejlépe. Používá se především v chemické výrobě jak organických, tak i anorganických sloučenin (cca 80 % produktů organické chemie obsahuje přímo chlor, nebo je nutno při jejich syntéze použít chlor při přípravě některého meziprojektu). Dá se koupit v takových lahvích od dodavatelů plynů (např. Linde, Air products; výrobce např. Spolana). Tlakové lahve jsou tradičně označeny žlutým pruhem, chlor se průmyslově vyrábí ve velkém měřítku, např. i proto, že slouží k chloraci pitné vody. Také by se dal teroristy celkem snadno vyrobit – velmi jednoduchý je kupříkladu postup založený na elektrolýze roztoku soli (solanky). Jeho velké nebezpečí vyplývá z jeho hustoty, je těžký, jako žlutá mlha se „přelevá“ při zemi, je velmi jedovatý, dusivý, ve válce se dostával do zákopů. Jako zvláště kritické bych v rámci teroristického útoku viděl jeho použití v podzemí (metro, tunely), avšak stačilo by chlor vypustit ve vestibulu metra a plyn se bude dále rozšiřovat v případě vhodných fyzikálních podmínek a fyzikálně-chemických vlastností i do vestibulu metra, eskalátorů či nástupiště.

Nejvyšší počet bodů (27 bodů) získal fosgen. Výroba fosgenu (dichlorid kyseliny uhličitě) vyžaduje hlubší znalosti chemie i vybavení, nelze si ho jen tak připravit doma, ale budou-li mít teroristé malou laboratoř, jeho přípravu si lze bez problému představit. Přirozeně vzniká ozářením směsi oxidu uhelnatého a chloru slunečním světlem. Lze ho získat také prostřednictvím fotochemického a tepelného rozkladu dichlormethanu či tetrachlormetanu, patřící do skupiny tzv. chlorovaných uhlovodíků. Pro přípravu teroristického útoku by připadala v úvahu příprava fosgenu právě reakcí chloru s oxidem uhelnatým. Není to nejsnadnější, reakce se musí provádět za zvýšených teplot (nad 100 °C + přítomnost katalyzátoru). V případě, že by reakce probíhala pomalu a s nízkou účinností, při plánování teroristického útoku by to nevedlo, protože chlor a oxid uhelnatý jsou rovněž mimořádně toxické plyny. Pro teroristy mi toto nepřijde úplně zajímavé – v případě, že mají již k dispozici chlor a oxid uhelnatý, bylo by snazší využít právě tyto plyny a nepouštět se do další syntézy, a proto bych odcizení hotového fosgenu považovat za pravděpodobnější. Své uplatnění fosgen nachází zejména v chemickém průmyslu. Plní funkci chloračního činidla, využívá se při výrobě farmaceutických přípravků, pesticidů či některých plastických hmot a při syntéze barviv. Vzhledem ke snadné dostupnosti a nesnadné léčbě hromadných otrav je hrozba jeho možného zneužití v rámci teroristického útoku značná. V plynném skupenství je fosgen těžší než vzduch, čímž dochází k jeho kumulaci v nejnižších částech místností či terénu. Jeho nebezpečí je tedy opět nejvyšší v podzemních prostorách – podzemní dráha, garáže, jinak samozřejmě také kdekoli v uzavřených prostorách – typicky nákupní centra, divadla, kina, stadiony apod.

6.2 Zhodnocení výsledků

Provedený výzkum a následné porovnání vybraných látek prokázalo, že použití bojových chemických látek a průmyslových látek v rámci teroristického útoku nemusí být až tak složité. Chemickému terorismu a ochraně před ním se věnuje velká pozornost jak v mezinárodní, tak i národní úrovni. Mimo jiné to dokazuje i široká publikační aktivita jak zahraniční [např. Byrnes et al., 2003; Veenema et al., 2003; Gupta, 2015; Schwenk, 2018] tak i domácí [např. Prymula et al., 2002; Patočka et al., 2004; Matoušek a Linhart, 2005; Navrátil a Brádka, 2006; Řehák et al., 2015]. Při této příležitosti mohu znovu připomenout akty chemického terorismu v Japonsku v roce 1994 ve městě Macumoto a především pak chemický teroristický útok sarinem

v tokijském metru v březnu 1995. Tyto události byly široce a opakovaně publikovány také domácími autory [např. Středa a Matoušek, 2002; Mika a Neklapilová, 2010]. Nelze pochybovat o tom, že právě použití sarinu v tokijském metru se stalo určitým „vzorem“ pro další použití vysoce toxických látek teroristy. Dnes velmi přesně víme, jaké zásadní „chyby“ při plánování útoku a následně také v podzemní dráze udělali. Z pohledu odborníků z oblasti chemie se jednalo o diletantské chyby, které se již v budoucnu opakovat nebudou.

Po útoku v tokijském metru se zásadně změnil pohled na ochranu obyvatelstva před bojovými chemickými látkami. Tento názor potvrzují také Navrátil s Brádkou (2006). V mnoha odborných diskuzích byla uvedena řada důvodů, proč dosud teroristé nepoužili ve významném měřítku chemické zbraně, zatímco například mezi lety 1979 – 1998 bylo uskutečněno celkem 12 těchto útoků (nemluvě o událostech 11. září 2001 a rostoucí frekvencí a rozsahem teroristických útoků nového století).

Mika (2008) uvádí jako nejčastější z výše zmíněných důvodů obavy, že zbraň poškodí výrobce nebo uživatele, popřípadě nebude fungovat, odpor k experimentování s neosvojenými zbraněmi, chybějící prostředky k získání některých materiálů na černém trhu nebo také v neposlední řadě strach ze ztráty spojenců a sympatizantů pro morální důvody. Ovšem s narůstající brutalitou a zvyšujícím se výskytem teroristických útoků, byť většinou uskutečněných výbušninami, je řada těchto důvodů oslabována. Je tedy jen otázkou času, kdy se terorismus s použitím aktuálních chemických zbraní skutečně objeví. S mým tvrzením rovněž souhlasí Shwenk (2018).

Obecně jsou měkké cíle (mezi které patří právě i metro) dle Auditů národní bezpečnosti (2016) nejpravděpodobnějším terčem možného hypotetického teroristického útoku na českém území. Jako tzv. měkké cíle (soft targets) se obvykle označují místa s vysokou koncentrací osob, které nejsou nijak významně chráněné. V kontrastu s dobře zabezpečenými tzv. hard targets (letišť, jaderné elektrárny atd.) bývá míra jejich zabezpečení obecně nižší a útok na ně může mít potenciálně tragické následky pro fyzické osoby. Právě tato kombinace z nich činí potenciálně ideální cíl pro provedení teroristického útoku. Zkušenosti z nedávné doby potvrzují, že teroristé se aktuálně na měkké cíle skutečně soustředí, a to v Evropě i mimo ni. Takové útoky mívají značné psychologické dopady, a přitom se dají poměrně snadno a s malými náklady provést. Stále čtenější jsou rovněž mnohonásobné útoky, kdy několik pachatelů zaútočí na

větším množství míst najednou (v případě útoků v metru na tuto variantu ani raději nechci pomyslet, protože by to mělo tragické následky). Takové útoky kladou zvýšené nároky na síly a prostředky, jakož i na koordinaci bezpečnostních složek.

Chemický průmysl doznal nebývalého rozvoje a s chemickými výrobky se setkáváme doslova na každém kroku. Pokud se zamyslíme nad objemem chemikálií, s trochou znalostí chemie lze připravit malé množství těchto látek, kupříkladu chlor z dezinfekčních přípravků se uvolní působením silnější kyseliny (kyselina sírová) – tu si může fyzická osoba běžně koupit. Obdobně z některých jader (peckoviny či mandle) můžeme vytěsnit malé množství kyanovodíku. Fosgen vyžaduje, jak již bylo zmíněno, hlubší znalosti chemie, ale jeho přípravu si lze snadno představit. Oproti tomu vyrobit sarin v požadované čistotě je velmi málo reálné. Výše uvedené způsoby by byly atraktivní spíše pro jedince plánujícího teroristický útok.

Pokud budeme uvažovat o teroristické skupině, ve větších množstvích už je výroba kyanovodíku dosti složitá, naopak oproti tomu u chloru není problém – výkonná baterie, nasycený roztok soli a pár základního vybavení – a máme chloru, kolik chceme a za relativně malý finanční obnos. Ostatní látky vyžadují při syntéze specifické katalyzátory, znalosti rovnováh, hlídání teplot a tlaků a u některých je zde velké riziko nehody. Jako možnost pořízení chemikálií z pohledu teroristy vidím dvě možnosti: založení fiktivní firmy a nákup chemikálií přes ni, anebo ještě jedna možnost – nákup přes již fungující zavedenou společnost, nejlépe pracující s velkými objemy chemikálií. Běžné látky nepodléhají tak přísným pravidlům a umím si představit, že díky úplatkům půjde o jeden z možných zdrojů. To samozřejmě nepůjde u velmi přísně hlídaných sloučenin (jako např. kyselina fluorovodíková či dichroman amonný).

Druhá věc je ovšem skladování těchto látek. Většina má povahu plynu, a pokud je teroristé zdárně vyrobí, v požadované čistotě bude obtížné je někde doma skladovat. Při velkých výrobach tento problém odpadá použitím tanků a tlakových nádob.

Konečně jde o použití. Plyn lze stlačit do různých bojových prostředků (nábojnic, granátů, hlavic) a útok musí být dokonale načasován a veden při vhodném počasí (vítr může zcela zhatit výsledek útoku). Teroristé by patrně volili jednodušší způsob aplikace např. v tokijském metru propíchovali igelitové pytlíky se sarinem hrotem deštníku. Předtím prováděli pokusy s rozptylem pomocí kropicího vozu. Zároveň je ideální použití v uzavřených prostorech s velkým počtem lidí. Dle mého názoru je v současné

době dosti opomíjena i možnost vpravení těchto látek do systémů vzduchotechniky ve velkých budovách (obchodní centra, podzemní prostory).

Zneužití bojových chemických látek a nebezpečných průmyslových látek teroristy je bohužel reálné z mnoha důvodů. Know – how pro jejich přípravu je dostupné v běžně dostupné starší i nové vědecké literatuře a nezdědka také na internetu, případové studie zneužití bojových chemických látek a závažných průmyslových havárií jsou podrobně publikovány a mohly by se stát scénářem pro jejich zneužití, získání či vlastní příprava těchto látek není příliš drahá a je relativně snadná, k jejich teroristickému zneužití existují poměrně jednoduché a známé metody použití (netřeba chemické miny, řízené střely, letecké bomby, dělostřelecké granáty apod.), lze je použít diverzním způsobem a tyto způsoby jsou dostatečně popsány zpravidla v příručkách vojenského charakteru. To nejotřesnější je, že pro teroristické skupiny zpravidla neexistují žádné morální zábrany k použití nebezpečných chemických látek s cílem způsobit obrovské ztráty na životech, zamoření prostředí apod.

Na výběr zneužití bojových chemických látek nebo nebezpečných chemických průmyslových látek má vliv řada různých skutečností. Profesionální teroristé budou bezpochyby pečlivě vybírat, posuzovat výhody a nevýhody. Mezi tyto faktory můžeme zařadit znalosti o výrobě těchto látek, snadnost a ekonomika výroby, fyzikálně-chemické a chemické vlastnosti látek, úspěšnost léčení způsobených otrav, možnosti dekontaminace a v neposlední řadě účinnosti látky při použití vůči obyvatelstvu.

Není to však pouze posuzování profesionálních teroristů, ale některé z výše uvedených oblastí byly také v plném zájmu této bakalářské práce pro pochopení celé složitosti problematiky. Každá jednotlivá oblast byla velmi podrobně analyzována a hodnocena s tím, že na konci byl jasný výsledek ve formě posloupné řady vhodnosti použití jednotlivých látek. Z hlediska možností zneužití vybraných bojových chemických látek je možné tuto skupinu seřadit takto (od nejnižší k nejvyšší): sarin, kyanovodík, chlor, fosgen. I když lze uvedené skutečnosti brát v úvahu, stále je zde „příklad“ útoku sarinem v tokijském metru z roku 1995.

Jako reálné bych považoval i zneužití dalších látek, např. sulfan je toxikologicky naprosto srovnatelný s kyanovodíkem a není zdaleka tak sledovaný. Lze jej nakoupit stlačený v tlakových lahvích nebo jej připravit ze sulfidů. Další relativně snadno

zneužitelnou látkou je např. amoniak. Přeppravuje se zkapalněný i v cisternách. Bylo by možné zcizit celý kamion s cisternou a s ním útok spáchat. Zkapalněný amoniak má teplotu hluboko pod nulou (méně než -33 °C) a lze jej nechat někde natéct. Způsoboval by tedy značné omrzliny, jeho páry jsou toxické, výbušné a mají leptavé účinky. Likvidace zkapalněných plynů prostředků HZS je navíc velice složitá. Teroristé by si navíc nemuseli toxické látky obstarávat, stačilo by vytipovat si, kde se nachází zásobníky toxických plynů (např. chlor ve vodárně, amoniak na zimním stadionu apod.) a na tyto zásobníky umístit konvenční trhavinu, jejímž odpálením by uvolnili do okolí značné množství toxických plynů.

Vzhledem ke zjištěným skutečnostem, chemický terorismus je dle mého názoru v současné době v ČR hrozbou. Před nebezpečím zneužití bojových chemických látek a chemických průmyslových látek varuje také řada zahraničních i tuzemských autorů [např. Středa a Matoušek, 2002; Bartlová a Pešák, 2003; Gáfrík, 2005; Navrátil a Brádka, 2006; Valášek et al., 2007; Gupta, 2015; Schwenk, 2018]. Tento výčet neobsahuje veškeré odborníky, kteří se přiklání k hrozbě chemického terorismu. Jde pouze o nastínění, že můj názor je podložen reálnými informacemi a skutečnostmi.

7 ZÁVĚR

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou možného zneužití bojových chemických látek v rámci teroristického útoku v ČR. Bakalářská práce je rozdělena na část teoretickou a praktickou.

Teoretická část je zpracována formou literární rešerše s využitím množství odborných literárních a internetových zdrojů. Vymezuje zejména pojem terorismus a terorismus s použitím chemických zbraní. Stěžejní část teoretických východisek bakalářské práce je zaměřena na podrobný popis bojových chemických látek včetně možností jejich šíření a účinků na lidský organismus. Dále se práce zabývá také legislativními předpisy týkajícími se bezpečné přepravy a zacházení s nebezpečnými látkami.

Praktická část navazuje na část teoretickou, neboť vychází ze zjištěných teoretických poznatků. Podstatou praktické části je zhodnocení vybraných BCHL dle hodnotících kritérií a simulace neboli modelování teroristického útoku spojeného s použitím těchto látek. Pro účely modelování byla vybrána stanice pražského metra I. P. Pavlova. Simulace havarijního scénáře, při němž došlo k použití sarinu, kyanovodíku, chloru a fosgenu, bylo provedeno v počítačovém programu TerEx.

Hlavním cílem této práce bylo tedy zhodnocení vybraných BCHL dle kritérií, nasimulování teroristického útoku s použitím bojových chemických látek, dostupnost těchto látek, náročnost přípravy a provedení teroristického útoku, a zodpovězení výzkumné otázky. Po naplnění cíle práce a analýze odborných zdrojů, ve kterých jsou podrobně popsány jednotlivé látky a jejich účinky, bylo možné zodpovědět výzkumnou otázku. Odpověď na výzkumnou otázku, zda je použití chemického terorismu v současné době v ČR hrozbou, byla nalezena na základě prostudovaných odborných zdrojů, provedení analýzy jednotlivých látek a díky simulování možného teroristického útoku. Výsledným zjištěním je, že v současné době je použití chemického terorismu v ČR hrozbou.

Z hlediska simulací lze konstatovat, že program TerEx vzhledem k jeho snadnému ovládní i s minimálním množstvím dat, rychlosti získání výstupních dat i s jejich grafickým zobrazením, je neocenitelným pomocníkem při odhadování škodlivých následků mimořádných událostí spojených s únikem nebezpečných látek.

Z hlediska teoretického, lze tuto práci využít jako studijní pomůcku ve vyučovaném oboru, zaměřeného na danou problematiku, nebo při dalším zpracování této problematiky. Jedná se o velice obsáhlé téma. Bylo by určitě zajímavé i nadále pokračovat v dalších potenciálních látkách zneužitelných v rámci teroristického útoku.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

AKTORIES, K. et al., 2017. *Allgemeine und spezielle Pharmakologie und Toxikologie*. Urban & Fischer/Elsevier. 1118 s. ISBN 978-3-437-42525-7

BARTLOVÁ, I., 2012. *Vývoj v oblasti nebezpečných látek a přípravků*. 2., rozšířené vydání. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. 69 s. ISBN 978-80-7385-112-5.

BARTLOVÁ, I., PEŠÁK, M., 2003. *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. 138 s. ISBN 80-86634-30-2.

BYRNES, M. E. et al., 2003. *Nuclear, chemical, and biological terrorism: emergency response and public protection*. Boca Raton: CRC Press. 173 s. ISBN 1-56670-651-3.

GÁFRIK, A., 2005. *Zbrane hromadného ničenia - aktuálna bezpečnostná hrozba*. Bratislava: Inštitút bezpečnostných a obranných štúdií; Ministerstvo obrany SR.

GUPTA, R. C., 2015. *Handbook of Toxicology of Chemical Warfare Agents*. 2. vydání. Academic Press. 1198 s. ISBN 978-0-12-800159-2

JACQUET, P. et al., 2019. Organophosphorus poisoning: Towards enzymatic treatments. *Annales Pharmaceutiques Francaises*. 77 (5), 349-362. doi: 10.1016/j.pharma.2019.06.002

KLIMMEK, R. et al., 1983. *Chemische Gifte und Kampfstoffe*. Stuttgart: Hippokrates-Verlag. 132 s. ISBN 978-3777306087.

LAQUEUR, W., 1987. *The age of terrorism*. Boston: Little, Brown. 385 s. ISBN 0-316-51478-0

MATOUŠEK, J., LINHART, P., 2005. *CBRN: chemické zbraně*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. 151 s. ISBN 80-86634-71-x.

MATOUŠEK, J. et al., 2008. *CBRN: detekce a monitorování, fyzická ochrana, dekontaminace*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. 215 s. ISBN 978-80-7385-048-7.

Metro, 2020. [online]. Pražská integrovaná doprava. [cit. 2020-01-15]. Dostupné z: <https://pid.cz/metro/>

MIKA O. J., NEKLAPILOVÁ V., Tu A. T: *Před patnácti lety došlo k chemickému teroristickému útoku na tokijské metro*“ (*Časopis 112*, 2010, roč. IX, č. 3, s. 35-36. ISSN: 1213-7057)

MIKA, J., PATOČKA, J., 2007. *Ochrana před chemickým terorismem*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta. 106 s. ISBN 978-80-7040-934-3.

Ministerstvo vnitra České republiky. *Definice pojmu terorismus*, 2009 [online]. MVČR. [cit. 2019-03-10] Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/definice-pojmu-terorismus.aspx>

MOYANO, A. L., 2011. *Sekty - skrytá hrozba současnosti*. Frýdek-Místek: Alpress. 165 s. ISBN 978-80-7362-882-6.

NAVRÁTIL, L., BRÁDKA, S., 2006. *Úkoly krizového managementu v ochraně obyvatelstva*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta. 80 s. ISBN 80-7040-881-2.

Objekty s nebezpečnými látkami, 2020a. [online]. Bezpečnost.praha.eu. [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <https://bezpecnost.praha.eu/mapy/objekty-s-nebezpecnymi-latkami>

PATOČKA, J. et al., 2004. *Vojenská toxikologie*. Praha: Grada. 178 s. ISBN 80-247-0608-3.

Pět let od největšího masakru syrské války. Chemický útok v Ghútě, 2018. [online]. Lidovky. [cit. 2020-01-12]. Dostupné z: https://www.lidovky.cz/svet/pet-let-od-nejvetsiho-masakru-v-syrske-valce-chemicky-utok-sarinem-v-ghute.A180817_093103_ln_zahranici_mber

Potential military chemical/biological agents and compounds. 1990. Washington, D.C.: Headquarters, US Dept. of the Army.

Prevence závažných havárií, 2020b. [online]. Bezpečnost.praha.eu. [cit. 2020-03-13]. Dostupné z: <https://bezpecnost.praha.eu/clanky/prevence-zavaznych-havarii>

PRYMULA, R. et al., 2002. *Biologický a chemický terorismus: informace pro každého*. Praha: Grada. 152 s. ISBN 80-247-0288-6.

ŘEHÁK, D. et al., 2015. *Ochrana obyvatelstva v kontextu aktuálních bezpečnostních hrozeb*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. 131 s. ISBN 978-80-7385-169-9.

SANDERS-ZAKRE, A., 2018. *Russia Destroys Last Chemical Weapons*. *Arms Control Association* [online]. Washington, DC, [cit. 2019-02-11]. Dostupné z: <https://www.armscontrol.org/act/2017-11/news/russia-destroys-lastchemical-weapons>

SHABESTARI, M.M. et al., 2019. Late Cardiac Complications of Sulfur Mustard Poisoning in 38 Iranian Veterans. *Cardiovascular Toxicology*. 19 (3), 220-228. doi: 10.1007/s12012-018-9481-z

SCHWENK, M., 2018. Chemical warfare agents. Classes and targets. *Toxicology Letters*. 293 (12), 253-263. doi:10.1016/j.toxlet.2017.11.040

Silniční přeprava nebezpečných věcí (Dohoda ADR), ©2019. *Ministerstvo dopravy České republiky* [online]. [cit. 2018-02-11]. Dostupné z: [https://www.mdcr.cz/Zivotni-situace/Silnicni-doprava/Nakladni-doprava-\(1\)/Preprava-nebezpecnych-veci-dohoda-adr](https://www.mdcr.cz/Zivotni-situace/Silnicni-doprava/Nakladni-doprava-(1)/Preprava-nebezpecnych-veci-dohoda-adr/Dohoda-ADR-2019?return=/Zivotni-situace/Silnicni-doprava/Nakladni-doprava-(1)/Preprava-nebezpecnych-veci-dohoda-adr)

SLABOTINSKÝ, J., BRÁDKA, S., 2006. *Ochrana osob při chemickém a biologickém nebezpečí*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. 109 s. ISBN 80-86634-93-0.

Stovky rukojmích, záhadný vražedný plyn. Před 15 lety obsadili Čečenci moskevské divadlo Dubrovka, 2017. [online]. ČT24. [cit. 2020-02-14]. Dostupné z: <https://ct24.ceskatelevize.cz/svet/2281882-stovky-rukojmich-zahadny-vrazedny-plyn-pred-15-lety-obsadili-cecenci-moskevske-divadlo>

STŘEDA, L., MATOUŠEK, J. 2002. Ultraterorismus - jaderný, radiologický, chemický a biologický terorismus. *Vojenské rozhledy*. 43 (1), 98-113. ISSN 1210-3292

Testy potvrdily další loňskou otravu Novičokem. Dostal se do krve zasahujícímu policistovi, 2019. [online]. irozhlas. [cit. 2020-03-13]. Dostupné z:

https://www.irozhlas.cz/zpravy-svet/novicok-salisbury-britska-police-sergej-skripal-rusko_1908151714_nkr

Tři dny vyjednávání. Rukojmí čečenských separatistů nakonec zabil plyn ruské policie, 2017. [online]. Lidovky [cit. 2020-02-01]. Dostupné z: https://www.lidovky.cz/svet/tri-dny-vyjednavani-rukojmi-cecenskych-separatistu-nakonec-zabil-plyn-ruske-police.A171020_160307_ln_zahranici_mha

VALÁŠEK, J. et al., 2007. *Bojové otravné látky, biologická agens a prostředky individuální ochrany*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. 82 s. ISBN 978-80-86640-99-0.

VEENEMA, T. G., 2003. *Disaster nursing and emergency preparedness for chemical, biological, and radiological terrorism and other hazards*. New York: Springer Pub. Co. 586 s. ISBN 0826121438.

VOHLÍDAL, J., ŠTULÍK, K., 1999. *Chemické a analytické tabulky*. Praha: Grada. 652 s. ISBN 80-7169-855-5.

Vzduchotechnická zařízení metra, 2015 [online]. Metroweb [cit. 2020-03-18]. Dostupné z: <https://metroweb.cz/metro/TECH/vzduchotechnika.htm>

WICHTERLOVÁ, J., 2001. *Chemie nebezpečných anorganických látek*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. SPBI Spektrum. 63 s. ISBN 80-86111-92-X.

Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon), 2011. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Česká republika, částka 122/2011, 4353 - 4375.

SEZNAM ZKRATEK

BCHL – bojová chemická látka

CNS – centrální nervová soustava

FSB – Federální služba bezpečnosti

HZS – Hasičský záchranný sbor

KLDR – Korejský lidově demokratická republika

MVČR – Ministerstvo vnitra České republiky

OL – otravná látka

USA – Spojené státy americké

SEZNAM OBRÁZKŮ A TABULEK

Obrázek 1: I. P. Pavlova - podchod.....	39
Obrázek 2: I. P. Pavlova - eskalátory	40
Obrázek 3: I. P. Pavlova - nástupiště.....	40
Obrázek 4: Ohrožení osob toxickou látkou – sarin.....	47
Obrázek 5: Ohrožení osob toxickou látkou – kyanovodík	50
Obrázek 6: Ohrožení osob toxickou látkou – fosgen	53
Obrázek 7: Ohrožení osob toxickou látkou – chlor	56
Tabulka 1: Vstupní data stanovená pro sarin.....	45
Tabulka 2: Výsledné hodnoty pro sarin.....	46
Tabulka 3: Vstupní data stanovená pro kyanovodík	48
Tabulka 4: Výsledné hodnoty pro kyanovodík.....	49
Tabulka 5: Vstupní data stanovená pro fosgen	51
Tabulka 6: Výsledné hodnoty pro fosgen.....	52
Tabulka 7: Vstupní data stanovená pro chlor	54
Tabulka 8: Výsledné hodnoty pro chlor	55

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha A – Sarin: ohrožení osob toxickou látkou (mapové zobrazení)

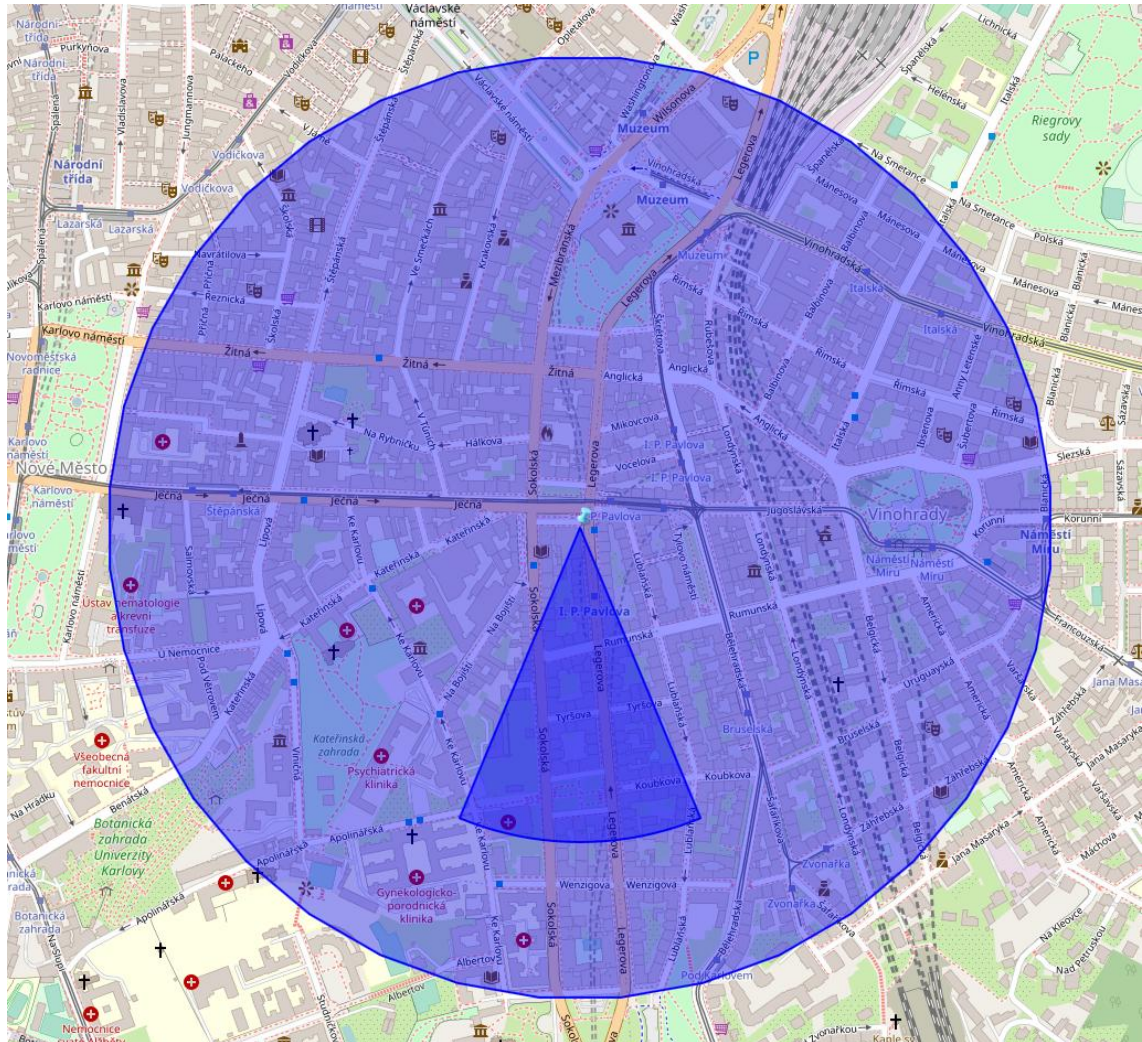
Příloha B – Kyanovodík: ohrožení osob toxickou látkou (mapové zobrazení)

Příloha C – Fosgen: ohrožení osob toxickou látkou (mapové zobrazení)

Příloha D – Chlor: ohrožení osob toxickou látkou (mapové zobrazení)

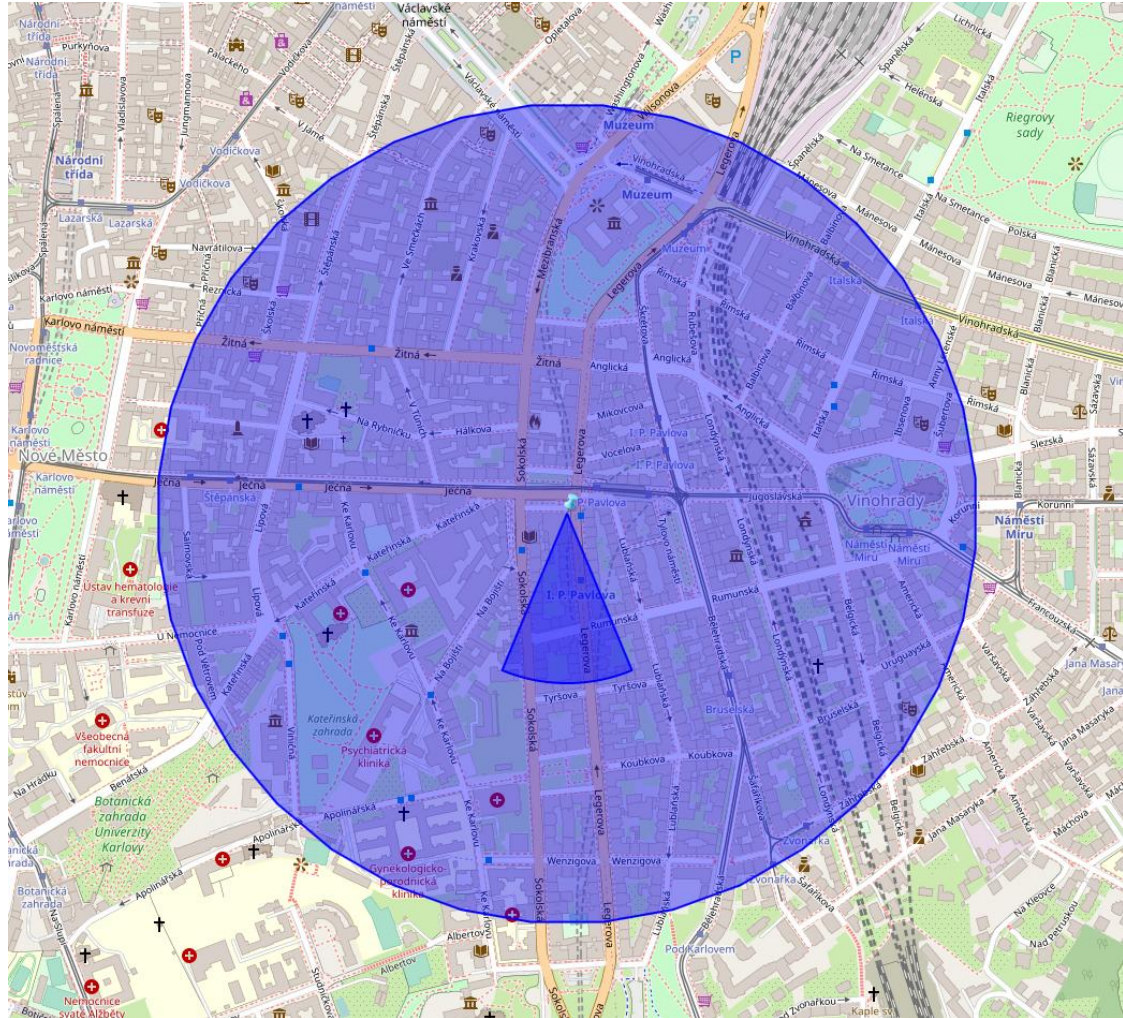
PŘÍLOHA A

V příloze A je zobrazeno mapové zobrazení ohrožení osob toxickou látkou ve stanici I. P. Pavlova pro toxickou látku sarin.



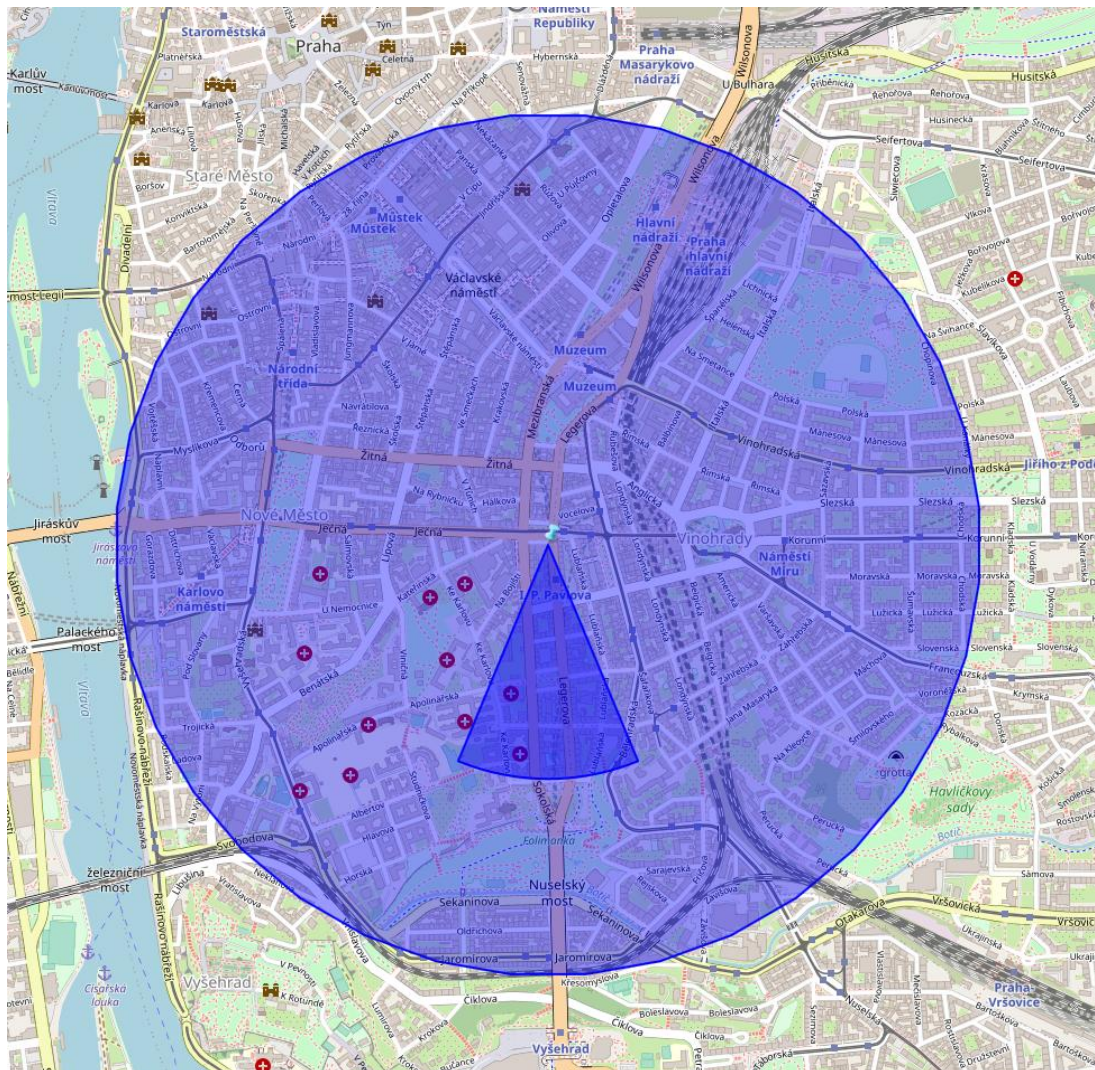
PŘÍLOHA B

V příloze B je zobrazeno mapové zobrazení ohrožení osob toxickou látkou ve stanici I. P. Pavlova pro toxickou látku kyanovodík.



PŘÍLOHA C

V příloze C je zobrazeno mapové zobrazení ohrožení osob toxickou látkou ve stanici I. P. Pavlova pro toxickou látku fosgen.



PŘÍLOHA D

V příloze D je zobrazeno mapové zobrazení ohrožení osob toxickou látkou ve stanici I. P. Pavlova pro toxickou látku chlor.

