



**Sledování šíření kontaminantů  
při rozptylu jejich kapalné formy v objektu a v terénu pro potřeby kontrolní  
činnosti Oddělení pro kontrolu zákazu chemických zbraní SÚJB a složek IZS**

**Ing. Jiří Slabotinský, CSc**

**Monitoring the spread of contaminants  
after dispersal their liquid forms in object and in the field for the purpose  
of inspection activities of OKZCHZ SONS and IRS units**

<b>SÚJCHBO, v.v.i.</b>	<b>Název metodiky</b> Sledování šíření kontaminantů při rozptylu jejich kapalné formy v objektu a v terénu pro potřeby kontrolní činnosti Oddělení pro kontrolu zákazu chemických zbraní SÚJB a složek IZS			<b>Označení metodiky:</b> <b>CM-4-2015</b> <b>Rozptyl</b>	
Normativní odkaz:					
Verze metodiky	1	počet stran:		19	
Počet řízených výtisků:	3	Distribuce výtisků:		výt. č. 1 – LTL výt. č. 2 – SÚJB výt. č. 3 – KÚ	
		+ umístění aktuální verze na intranetu SÚJCHBO, v.v.i.			
Řídí:	vedoucí LLCHMO				
Autor metodiky:	<b>Ing. Jiří Slabotinský, CSc</b> vedoucí LCHMO				
Metodiku schválil:	<b>RNDr. Josef Břínek, PhD.</b> vedoucí OCHO				
	<b>MUDr. Stanislav Brádka, PhD.</b> ředitel SÚJCHBO, v.v.i.				
Metodika zavedena dne:	<b>duben 2015</b>				
Platnost metodiky:	<b>na dobu neurčitou</b>				
Interval přezkoumávání metodiky:	<b>2 roky</b>				
Termín:	2017	2019	2021	2023	2025
Přezkoumal:					

Realizační výstup projektu MV ČR:

*Výzkum moderních metod detekce a identifikace nebezpečných CBRN látek a materiálů, metod snížení jejich nebezpečnosti a dekontaminace; výzkum moderních prostředků ochrany osob a prvků kritické infrastruktury, kód VF20112015013*

Oponent: Ing. Tomáš Čapoun, CSc., Institut ochrany obyvatelstva, Lázně Bohdaneč

Oponent: Ing. Zdeňka Fabiánová, PhD., Státní úřad pro jadernou bezpečnost, Praha

## OBSAH

Seznam použitých zkratk, symboly a pojmy .....	4
1. <b>CÍL CERTIFIKOVANÉ METODIKY</b> .....	5
2. <b>PRINCIP METODIKY</b> .....	5
3. <b>POSTUP METODIKY</b> .....	6
3.1 Použité chemikálie, přístroje a pomůcky .....	6
3.2 Měření .....	7
3.2.1 Výběr prostoru a kalibrace přístrojů MiniRAE a ppbRAE .....	7
3.2.2 Rozmístění figurín .....	7
3.2.3 Příprava zahuštěného pentylacetátu a plnění odpalovaných nádob .....	7
3.2.4 Oblékání souprav na figuríny .....	8
3.2.5 Odpálení rozbušek a stanovení sekundární kontaminace .....	8
3.2.6 Hodnocení rozptylu a sekundární kontaminace .....	8
3.2.7 Vyhodnocení zkoušky .....	9
3.2.8 Vyhodnocení rozptylu .....	11
3.2.9 Nejistota měření koncentrace .....	11
4. <b>INOVAČNÍ ASPEKTY, NOVOST POSTUPU</b> .....	11
5. <b>POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY</b> .....	12
Literatura .....	12
Přílohy .....	13

## Seznam použitých zkratek, symboly a pojmy

Symboly	
%	Procenta
C	Koncentrace v ovzduší [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
$C_{\text{ppm}}$	Koncentrace udávaná v jednotkách [ppm]
h	Výška prostoru [m]
m	Hmotnost [mg]
M	Molová hmotnost sloučeniny
$m_{t1}, m_{t2}$	Hmotnost simulantu na terčících oděvu [mg]
pH	Záporný logaritmus koncentrace vodíkových iontů, indikace kyselin a zásad
rh	Relative humidity (relativní vlhkost vzduchu) [%]
S	Povrch lidského těla [ $\text{m}^2$ ]
T	Teplota [ $^{\circ}\text{C}$ ]
t	Doba experimentu [min]
$v_a$	Rychlost proudění vzduchu [ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ]
V	Objem prostoru [ $\text{m}^3$ ]

Zkratky	
BCHL	Bojová chemická látka
CAS	Chemical Abstracts Service
PE	Polyethylen
PET	Polyethylentereftalát
Ppb	Parts per billion, počet částí v miliardě, např. $\mu\text{l}$ v $\text{m}^3$
Ppm	Parts per million, počet částí v milionu, např. $\text{cm}^3$ v $\text{m}^3$
RAE	Bezdrátový detekční systém pro setekci plynů firmy RAE Systems, v daném případě s fotoionizačními detektory
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
SÚJCHBO, v.v.i.	Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany, v.v.i.
Testo	Přístroj na měření teploty a rychlosti větru firmy Testovent
ŽE-B	Bezpečnostní elektrická rozbuška k adjustaci min, náloží a

	nástrah
AEL	Airborne Exposure Limit
EC	Effective Concentration
ED	Effective Dosis
ECt	Efektivní toxicitní součin

## 1. CÍL CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Cílem vypracované metodiky je:

1. Vypracování postupu stanovení potenciální kontaminace osob kapalnou bojovou chemickou látkou (BCHL) při výbuchu uzavřené plastové nádoby
2. Způsob zviditelnění dopadu kapaliny a kvantifikace koncentrace v ovzduší a na oděvech
3. Prostorové a předmětné uspořádání zkoušky
4. Postup vyhodnocení naměřených parametrů.

## 2. PRINCIP METODIKY

Metoda je založena na využití zabarvené kapalně náhrady organofosforové BCHL, n-pentylacetátu nebo acetonu, o známých fyzikálně-chemických parametrech, podobných organofosforové BCHL (tzv. simulantu). Kapalným simulantom o známém objemu v uzavřené plastové nádobě spolu s elektricky odpalovanou rozbuškou je umístěn do středu (nebo nad střed o známé výšce) skupiny figurín oblečených do testovaných oděvů v soustředných kruzích (nebo elipsách) o definovaném poloměru (příloha 1). Figuríny jsou rozmístěny v řadách tak, aby nebyly v zákrytu vzhledem ke zdroji šíření. U každé řady jsou snímače koncentrace v ovzduší a na oděvech jsou papírové terčíky pro zjištění potenciálního dopadu kapaliny. Pro stejný účel jsou na zemi obdobně filtrační papíry pro stanovení spadu kapek. Po odpálení a rozptýlu kapaliny se vyhodnotí přítomnost a četnost kapalně fáze na oděvech a na zemi a změna koncentrace simulantu v ovzduší u každé řady. Po explozi se testuje intenzita odpařování simulantu z oděvů, tzv. sekundární kontaminace v uzavřeném, simulantu prostém,

prostoru, do něhož jsou figuríny nebo oděvy uzavřeny. Uvedené výsledky se vztáhnou k odpovídající BCHL pro stanovení potenciálního nebezpečí sekundární kontaminace.

### **3. POSTUP METODIKY**

#### **3.1 Použité chemikálie, přístroje a pomůcky**

##### Chemikálie

- n- pentylacetát (n- amylester kyseliny octové) CAS 628-63-7, simulant sarinu a somanu (čistý i zahuštěný)
- aceton (simulant těkavých látek, umožňující snímání par speciální infrakamerou)
- polystyren
- pH indikátor (Indigo Carmine – sodná sůl 5,5'indigosulfonové kyseliny, CAS 860-22-0)
- malachitová zeleň

##### Přístroje

- ppb-RAE
- Mini-RAE
- Váhy s přesností 0,1 mg

##### Pomůcky

- elektrická rozbuška ŽE -B-0
- dřevěné figuríny o výšce 170 - 175 cm a šířce 30 cm
- teploměr
- Testo - Přenosný záznamník teploty a rychlosti proudění vzduchu
- pásmo nebo laserový dálkoměr
- stojan na umístění přístrojů ve výšce 1 m
- polypropylenová láhev o objemu min. 1,5 l
- testované oděvy nebo soupravy
- filtrační papír
- PE rukáv o šíři 50 cm
- Fotoaparát nebo kamera FLIR GF 306
- Stopky

## 3.2 Měření

### 3.2.1 Výběr prostoru a kalibrace přístrojů MiniRAE a ppbRAE

Prostory pro experimenty musí být mimo obytné části nebo oblasti pohybu nezainteresovaných osob ve vzdálenosti minimálně 100 m od nejbližšího obytného stavení. To platí i v případě, že se experimenty uskuteční v uzavřeném objektu (např. hale). Velikost prostoru musí odpovídat maximálnímu rozstříku kapaliny o objemu 1000 ml, minimálně o poloměru 8 m. Prostor musí být snadno přístupný, bez překážek a dobře osvětlený a umožňovat ventilaci. Musí umožňovat přístup a manipulaci potřebné techniky. Nesmí se na něm vyskytovat součásti a předměty, které by se mohly explozí uvolnit. Pohybovat se v něm mohou jen osoby provádějící experiment a musí být zabezpečený proti přístupu nepovolaných osob.

Přístroje před použitím musí být kalibrovány. Používá se kalibrační plyn izobutylen o koncentraci 10 ppm. Na ten se přístroje kalibrují v souladu s Návodem na použití. Poté se na přístroji nastaví korekční faktor pro n-pentyl acetát (amylacetát) na hodnotu 2,3 (aceton 1,1) podle Correction factors /8/. Přístroj pak přímo udává koncentraci n-pentylacetátu (nebo acetonu).

Terčíky z filtračního papíru o rozměrech 10x10 cm se očísľují v souladu s příslušnou figurínou a poté zvaží a údaj se zapiše do protokolu. Totéž se učiní s u filtračního papíru o rozměrech 50 x 50 cm.

### 3.2.2 Rozmístění figurín

Pro hodnocení kontaminace osob se používají figuríny, odpovídající velikostí postavě o výšce 170-175 cm a umožňující oblečení testovaných obleků. Uspořádání je kruhové v několika soustředných kruzích v definované vzdálenosti od středu, přičemž nejbližší kruh je od středu vzdálen 2m a výše, další kruhy pak vždy o 1 m dále. Figuríny se rozmístí tak, aby nebyly v zákrytu vzhledem k epicentru výbuchu. *Příklad je uveden v příloze 2.*

### 3.2.3 Příprava zahuštěného pentylacetátu a plnění odpalovaných nádob

Pro experimenty, kde je žádoucí, aby při explozi se spolu s parami rozstříkla i kapalina je vhodné použít zahuštěný pentylacetát. Jeho kinematická viskozita by měla být cca 1,8 cSt, což odpovídá zahuštěnému O-(3,3-dimethylbutan-2-yl)methylfosfonofluoridátu (somanu). Zahuštění by mělo proběhnout bez podstatného zvětšování objemu. K tomu je vhodné použít např. polystyren, který se v pentylacetátu velmi dobře rozpouští. Pro zahuštění na uvedenou viskozitu postačí rozpustit 2 % polystyrenu. Ten se přidává v plastové nádobě postupně do

pentylacetátu za občasného promíchání. Místo musí být dobře větrané a v blízkosti nesmí být žádný zdroj otevřeného ohně.

Po této přípravě se zahuštěný pentylacetát plní do odpalovaných uzavíratelných nádob, v nichž se předpokládá skrytý přenos BCHL na místo ohrožení (např. polyethylentereftalátových plastových lahví). Dávkuje se známý objem kapaliny. Minimálně 500 ml.

#### **3.2.4 Oblékání souprav na figuríny**

Všechny figuríny se postupně obléknou do kompletních testovaných oděvů (viz příloha 2). Každý oděv daného typu (označení, složení), musí být přiřazen ke konkrétní figuríně a současně i umístění na ploše. Na oděvy, nejméně na dvou místech a to na levé straně prsou a na pravé dolní části (nohavici) se připnou indikační terčíky o rozměrech minimálně 10x10 cm černé barvy, pro zjištění rozptylu kapalné fáze na oděvy.

#### **3.2.5 Odpálení rozbušek a stanovení sekundární kontaminace**

Pro odpálení se při experimentech používají elektrické rozbušky (viz příloha 5). Minimální počet jsou 3. Po naplnění lahví je pyrotechnik spojené vkládá do nádoby, přičemž se zaznamenává poloha rozbušek v nádobě. Nádobu umístí na místo ve středu figurín (viz příloha 4,5) a to v definované poloze (místo, způsob uložení, výška nad terénem), která se zaznamená. Rozbušky se spojí s odpalovacím zařízením, které je od epicentra vzdáleno minimálně 20 m. Před odpálením se vedoucí zkoušek přesvědčí, zda se v odpalovaném prostoru nenachází žádná osoba, a že jsou připraveny příslušné záznamové jednotky, které budou použity (měřicí přístroje, fotoaparáty, videokamery). Pyrotechnik odpočítává dobu, která zbývá do odpalu. Při povelu „PAL“ zaznamenat fotoaparáty okamžik exploze (viz příloha 6). Kamery a měřicí přístroje jsou zapnuty již před odpočítáváním.

Pro stanovení sekundární kontaminace se figuríny s kontaminovanými oděvy po explozi přemístí do uzavřeného prostoru o známém objemu, který musí být nejméně dvojnásobkem objemu oděvu (místnost, neprodyšný vak) a do prostoru se vloží přístroje pro měření koncentrace. Zaznamenává se teplota prostředí a koncentrace po dobu minimálně 10 minut.

#### **3.2.6 Hodnocení rozptylu a sekundární kontaminace**

Šíření oblaku par zaznamenávají přístroje umístěné ve výšce 1 m nad zemí u každé řady figurín nebo jinak definovaných místech s údajem vzdálenosti od středu (epicentra) exploze (viz příloha 5). Průběžný záznam, tedy údaje v jednotkách ppm nebo ppb měnící se s časem se převádí do grafické podoby v programu Excel.

Nejvyšší hodnoty z přístrojů pro měření koncentrace v daném místě se přepočtou z *ppm* a *ppb* na koncentraci v  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  podle vztahu

$$C[\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}] = C[\text{ppm}] \cdot \frac{22,41 \cdot 101325 \cdot (273,15 + t)}{M \cdot 273,15 \cdot p},$$

kde  $M$  je molová hmotnost (sarin 140,1; yperit 159,08; pentylacetát 130,19; aceton 56)

22,41 objem 1 molu plynu při  $T = 273,15 \text{ K}$  ( $0^\circ\text{C}$ ) a  $p = 101325 \text{ N}\cdot\text{m}^{-2}$  (760 mmHg),  
 $t$  je teplota v daném místě ve  $^\circ\text{C}$ ,

$p$  je tlak vzduchu v daném místě v  $\text{N}\cdot\text{m}^{-2}$  (Pa)

Pozn.: Pokud budou hodnoty zaznamenávány v jednotkách *ppb*, pak se jmenovatel násobí 1000.

Vypočtené údaje se pak zadávají do tabulky (viz vyhodnocení rozptylu), kde slouží k odhadu rizika pro nechráněnou osobu, pokud by daná koncentrace působila po dobu 1 minuty.

Obdobné je to pro stanovení sekundární kontaminace (kontaminace odpařením BCHL z kontaminovaného oděvu v čistém prostředí). Ovšem s tím rozdílem, že se stanovuje v uzavřeném prostoru o známém objemu, do kterého jsou kontaminované oděvy přeneseny.

Na terčících a na filtračním papíře se vyhodnotí četnost kapek podle skvrn (viz příloha 7). Papírky a filtrační papír se sejmou a zváží pro stanovení plošné hustoty spadu kapek. Tyto údaje se rovněž zapisují do tabulky a jsou podkladem pro odhad ohrožení kontaminace kapalinou (viz tabulka 1) a pro potřebnou intenzitu dekontaminace.

### 3.2.7 Vyhodnocení zkoušky

Údaje z přístrojů na měření koncentrace se převedou do grafického zobrazení v Excelu\* (viz příloha 6). Do grafického záznamu se vloží požadované limitními hodnoty pro dýchací orgány a pokožku podle tabulky 2. Limitní hodnota představuje čáru koncentrace rovnoběžnou s osou času (ukázka příloha 6). Z tohoto zobrazení, příslušného pro dané místo přístroje se usuzuje na nebezpečnost koncentrace ovzduší, její pohyb a její trvanlivost v daném místě a za daných podmínek. Údaje a poznatky se zapisují do předepsané tabulky.

\* Postup převodu údajů z přístroje do Excelu pomocí programu Pro RAE je samostatným návodem k přístrojům RAE /10/.

Tabulka 1: Směrnice pro předpokládanou expozici vybraných BCHL u lidí /1,2/

Látka	Páry (mg/m <sup>3</sup> )		Kapalina ED <sub>50</sub> (mg/70 kg)
	AEL	EC <sub>50</sub>	
Tabun (GA)	0.0001	< 1.7	< 880
Sarin (GB)	0.0001	< 0.8	1,000
Soman (GD)	0.00003	< 0.8	200
VX	0.00001	< 0.3	< 2.5
Sulfur mustard (HD)	0.003	3.33	600

AEL: Maximální expoziční koncentrace ve vzduchu pro 8h pracovní den

EC<sub>50</sub>: Koncentrace ve vzduchu dostačující k vyvolání silného účinku u 50% osob, vystavených působení po dobu 30 minut.

ED<sub>50</sub>: Množství kapaliny působící na kůži, které vyvolá silný účinek u 50% kontaminované populace

Tabulka 2: Porovnání hodnot nasycených koncentrací vybraných CW a přípustné dávky pro vnikání dýchacími orgány a kůží /4,5,6,7/

BCHL	Nasyc.koncentrace [C <sub>0</sub> /mg.m <sup>-3</sup> ] ( [ppb]) při 20°C	Přípustná dávka		
		Tct		Kůže
		Dýchání [mg.min.m <sup>-3</sup> ] ([ppb . min])	Kůže	
			[mg.min.m <sup>-3</sup> ] ([ppb . min])	[mg.m <sup>-3</sup> ] ([ppb])
Sarin	14100 (2460600)	1,05 (183,2)	411/180* (71724)	0,01 (1,745)
VX	5,85 (534,9)	0,07 (6,4)	4,1/4* (365,7)	0,0002 (0,02)
Yperit	570 (87608)	3 (461)	4,1/3* (630,2)	0,005 (0,77)

\* nejvyšší a nejnižší hodnota rozsahu. Nejnižší hodnota se týká nejcitlivějších oblastí (šourek, tříslu)

Stejným způsobem, jako v případě vnější koncentrace, se pokračuje při vyhodnocování sekundární kontaminace. V tomto případě se také uvádí objem prostoru, do kterého je pentylacetát (aceton) uvolňován.

Terčíky odpovídající figuríně se zváží a údaj se zapíše do příslušné tabulky, kde se také odečte jeho čistá hmotnost pro stanovení množství kapalné fáze zachycené oděvem. Totéž se učiní s filtračním papírem pro vyhodnocení kapalného spadu na zem (*viz příloha 7*).

### **3.2.8 Vyhodnocení rozptylu**

Výsledky se zaznamenávají do protokolu, kde jsou uvedeny všechny identifikační údaje, které charakterizují místo, podmínky, uspořádání zkoušky, rozmístění přístrojů a naměřené hodnoty. Jejich porovnáním s limitními údaji pro ohrožení dýchacími orgány a přes kůži se, za předpokladu záměny za příslušnou BCHL (zpravidla sarin a yperit), odhadne potenciální nebezpečnost vzniku takové situace (s využitím tabulky 2).

### **3.2.9 Nejistota měření koncentrace**

Rozšířená nejistota měření koncentrace je 8%.

## **4. INOVAČNÍ ASPEKTY, NOVOST POSTUPU**

Dosavadní způsoby testování jsou založeny na vytváření koncentrace par simulantu odpařováním s povrchu nebo směrovým rozptylem z rozstřikovačů nebo tlakových lahví. Tento způsob však neodpovídá potenciální možnosti užití explozivní látky při teroristickém útoku.

Novost postupu spočívá v:

- ověřeném postupu přípravy zahuštěného simulantu o potřebné viskozitě
- ověřeném užití elektrických rozbušek, jejich množství a umístění
- užití figurín jako modelů osob,
- uspořádání figurín kolem epicentra výbuchu,
- stanovení hustoty a množství rozstřiku kapalné fáze,
- postupu stanovení sekundární kontaminace
- odhadu nebezpečnosti při potenciálním užití BCHL

## 5. POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY

Metodika bude využívána v rámci technické pomoci pracovníků SÚJCHBO, v.v.i. kontrolním pracovníkům SÚJB, oddělení pro kontrolu zákazu chemických zbraní (OKZCHZ), při výkonu státního dozoru podle zákona č. 19/1997 Sb. /9/. Dále bude moci být využívána při posuzování následků a modelování potenciálních teroristických akcí v rámci mezinárodních inspekcí, konaných inspektory Organizací pro zákaz chemických zbraní (OPCW), v případě, že pracovníci OKZCHZ jsou členy doprovodného týmu inspektorů. Při těchto inspekcích se mohou posuzovat následky zneužití vysoce nebezpečných látek podle zákona č. 19/1997 Sb. (Seznamu 1 Úmluvy o zákazu chemických zbraní) nebo havárie spojené s explozí vzorků těchto látek. Metodika bude také využívána pro potřeby složek IZS, například při preventivních opatřeních na velkých shromaždištích osob. Současně je možné nabídnout využití této metodiky specialistům Armády České republiky.

### Literatura

- /1/ (AEL) Edgewood Safety Office, 1996; (ED<sub>50</sub>) National Research Council; (EC<sub>50</sub>) derived from Ect<sub>50</sub> of Committee on Toxicology, 1998
- /2/ Toxic Chemical Safety Standard, Department of the Army, Washington DC, Pamphlet 385-61. [armypubs.army.mil/epubs/pdf/p385\\_61.pdf](http://armypubs.army.mil/epubs/pdf/p385_61.pdf)
- /3/ Janes' Chemical-Biological Defense Guidebook, Alexandria, Virginia, USA, 2001
- /4/ Watson, A., Opresko, D., Hauschild, V.: Evaluation of Chemical Warfare Agent Percutaneous Vapor Toxicity: Derivation of Toxicity Guidelines for Assessing Chemical Protective Ensembles.. *toxicology and Hazard Assessment* <http://www.osti.gov/cadem>
- /5/ British Standard BS 8468-2:2006: Respiratory protective device for use against chemical, biological, radiological and nuclear (CBRN) agents- Part2: Negative pressure, air purifying device with full face mask-Specification
- /6/ Nerve Agent: VX. <http://www.cbwinfo.com/chemical/Nerve/VX.shtml>
- /7/ SLABOTINSKÝ, J.: Konstrukční fóliové materiály. Základní údaje o toxických látkách a odolnostech materiálů PÍOK. VTÚ 070, Brno 1994
- /8/ Technical Note TN-106, RAE Systems Inc., USA
- /9/ Zákon o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní...č.19/1997 Sb.
- /10/ Slabotinský J., Musilová M.: Postup převedení datových údajů z přístrojů MiniRAE a ppbRAE do Excelu. SÚJCHBO 2014.

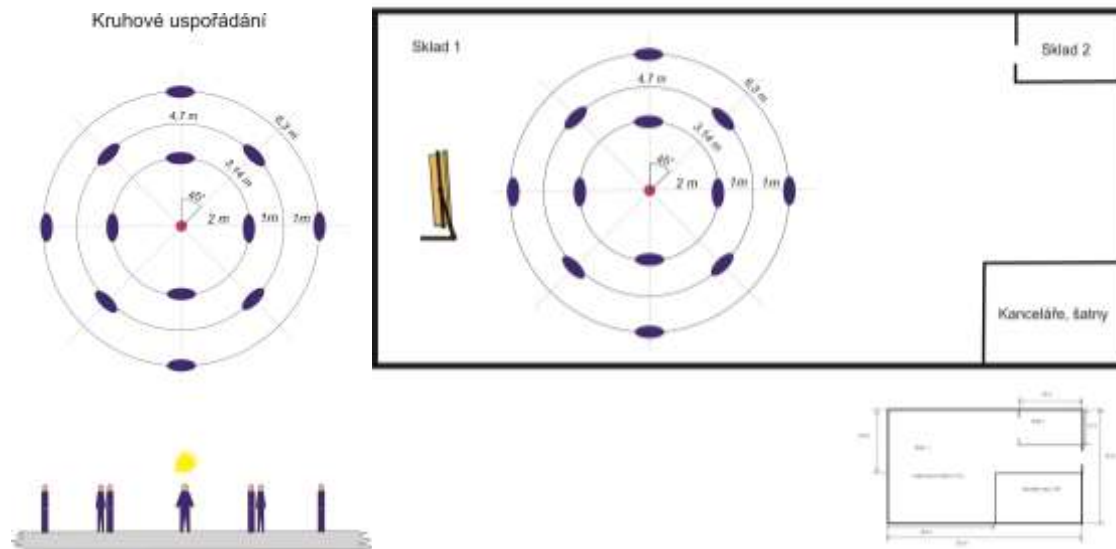
## **Přílohy**

Seznam příloh

Příloha 1	Příklad uspořádání v hale
Příloha 2	Oblečená figurína
Příloha 3	Uspořádání v terénu za bezvětří a elipsovité dle směru větru
Příloha 4	Příklad umístění detektorů koncentrace
Příloha 5	Příklad umístění rozbušek a láhve se simulantom v antiexplozním koši Ukázka umístění uprostřed oděvů s terčíky na oděvech a filtračními papíry na zemi Vizualizace exploze
Příloha 6	Ukázka grafického vyhodnocení koncentrace a limitní hodnoty
Příloha 7	Vizualizace kapalné látky na zemi a na oděvu po explozi
Příloha 8	Vzor protokolu

## Příloha 1

### Příklad uspořádání v uzavřeném prostoru



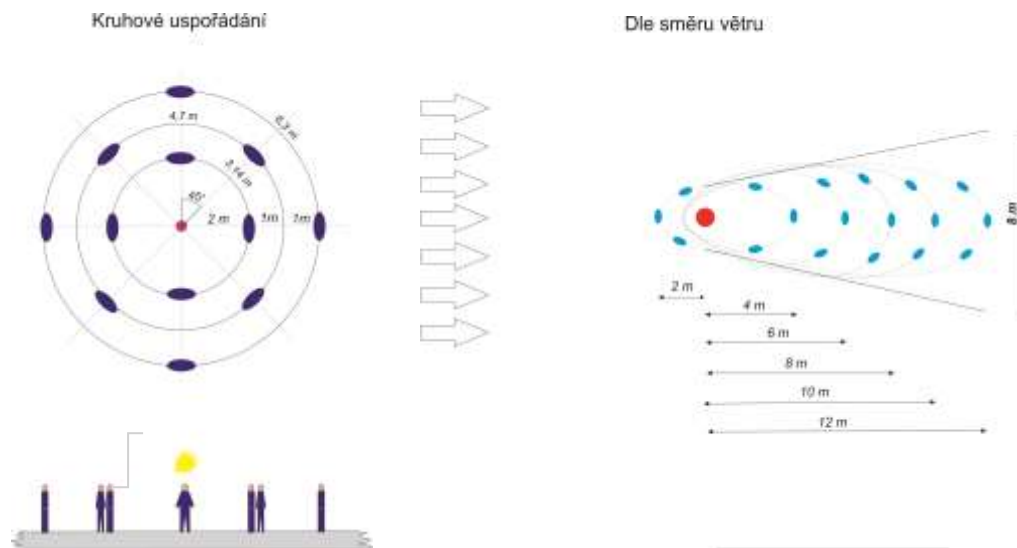
## Příloha 2

### Oblečená figurína



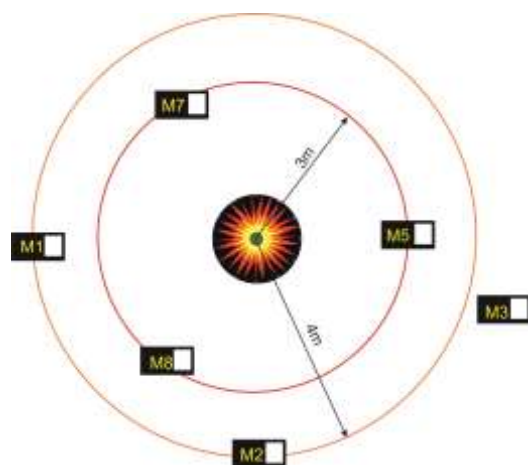
### Příloha 3

#### Uspořádání v terénu za bezvětří a elipsovité dle směru větru



### Příloha 4

#### Příklad umístění detektorů koncentrace



## Příloha 5

Příklad naplnění láhve, umístění rozbušek v láhvi a láhve se simulantom v antiexplozním koši.



Ukázka umístění uprostřed oděvů s terčíky na oděvech a filtračními papíry na zemi

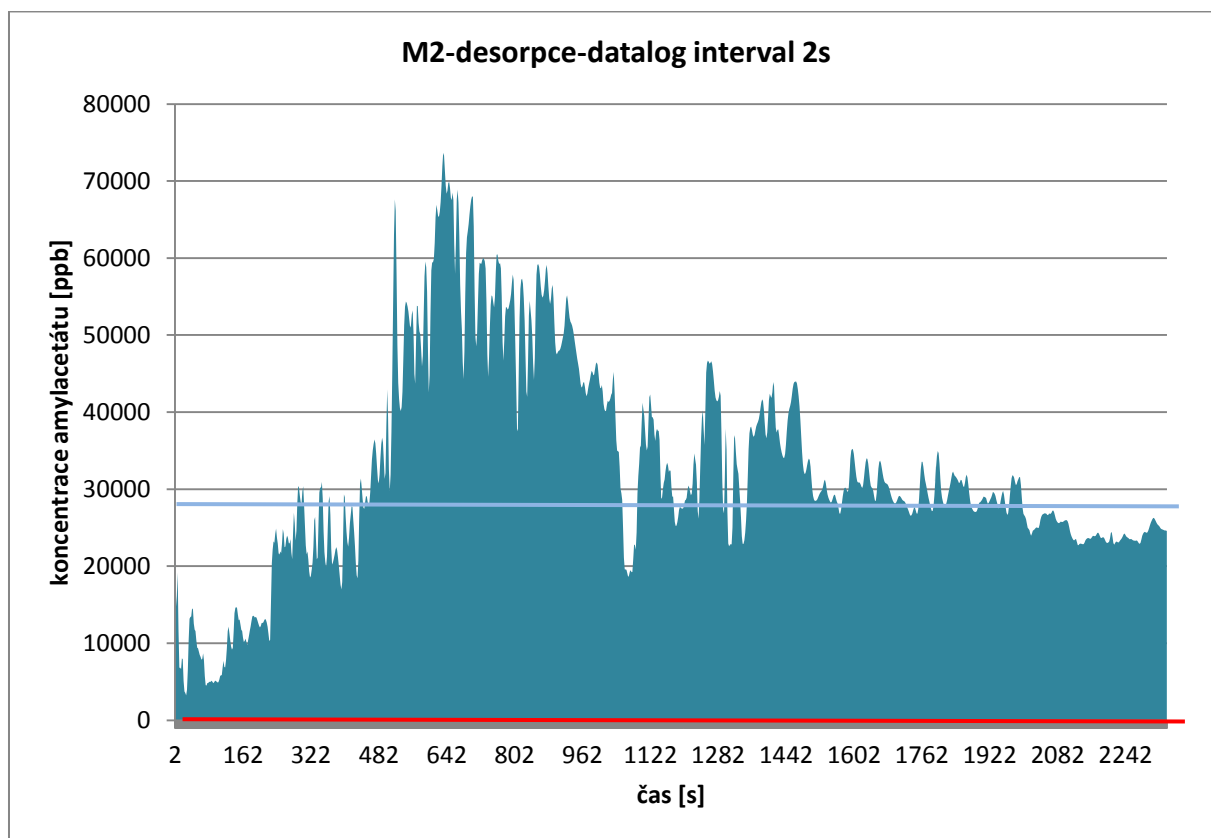


Vizualizace exploze



## Příloha 6

Ukázka grafického vyhodnocení koncentrace a limitní hodnoty



Modrá – limitní hodnota pro 1 minutovou dávku na kůži

Červená dtto pro dýchací orgány

## Příloha 7

Vizualizace kapalné látky na zemi a na oděvu po explozi



Příloha 8

**Protokol z hodnocení šíření kontaminantu explozí**

Datum:

Vypracoval:

Místo experimentu:

Podmínky:

Teplota: °C Relativní vlhkost: % Rychlost větru: m.s-1 Směr větru:

Schéma rozmístění přístrojů od epicentra: (náčrt)

Simulant: Nádoba: Objem simulantu: ml Umístění:

Grafy změny koncentrace v čase s vyznačením limitní hodnoty (kopie z Excelu)

Měřicí přístroj 1 ..... n (zadej typ dle umístění s příslušným číslem pořadí)

Hodnocení

Vzdálenost od epicentra dle umístění přístroje [m]	Maximální hodnota odečtu koncentrace, přepočtená dle vztahu (2.3.6) $C_{max}$ [ mg.m <sup>-3</sup> ]	Odhad přípustné doby pobytu $t_{max}$ [min]	

Pozn.:  $t_{max} = TCt/C_{max}$

Vyhodnocení kontaminace kapalinou

Simulant:	Nádoba:	Objem simulantu:	Umístění:
Figurína	Odhad počtu kapek	Přivažek simulantu na terčíku [mg]	Hustota kontaminace [mg.m <sup>-2</sup> ]

	Terčíky na oděvu	Filtrační papír na zemi	Terčíky na oděvu	Filtrační papír na zemi	Oděv	Zem
F <sub>1</sub>						
F <sub>n-1</sub>						
F <sub>n</sub>						

Údaje poslouží pro potřebu dekontaminace a spotřebu dekontaminantu. Stanoví se také podíl látky rozptýlené v parách z rozdílu objemu (hmotnosti) kapaliny před explozí a odhadu z plošné kontaminace na zemi a na oděvech.

#### Vyhodnocení sekundární kontaminace

Počet figurín	Objem místnosti V [ m <sup>3</sup> ]	Maximální koncentrace  C <sub>max</sub> [ mg.m <sup>-3</sup> ]	Odhad přípustné doby pobytu t <sub>max</sub> [min]	
			Dýchací orgány	Kůže

Pozn.:  $t_{max} = TCt/C_{max}$