

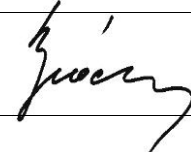


**Testování ochranných systémů v kontrolované atmosféře plyných látek  
pro potřeby kontrolní činnosti SÚJB dle zákona 19/1997 Sb. a složek IZS**

**Ing. Tomáš Dropa**

**Testing of protective systems in controlled atmosphere of gas agents  
for the purposes of inspection activities of OKZCHZ SONS according to  
Act No. 19/1997 Coll. and IRS units**

SÚJCHBO, v.v.i.	Název metodiky Testování ochranných systémů pro potřeby kontrolní činnosti SÚJB dle zákona 19/1997 Sb. a složek IZS				Označení metodiky: CH/2015/03-GasProof	
Normativní odkaz:						
Verze metodiky	1	počet stran:		10		
Počet řízených výtisků:	2	Distribuce výtisků:		č. 1 – LTL č. 2 – SÚJB (neřízeno) <b>č. 3 – KÚ</b>		
	+ umístění aktuální verze na intranetu SÚJCHBO, v.v.i.					
Řídí:	vedoucí LTL					
Autor metodiky:	<b>Ing. Tomáš Dropa</b> vedoucí LTL					
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>říjen 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 SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	3
1 CÍL METODIKY .....	4
2 POPIS METODIKY.....	4
4 POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY .....	10

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

SÚJCHBO, v.v.i.	Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany, veřejná výzkumná instituce
SÚJB	Státní úřad pro jadernou bezpečnost
LTL	Laboratoř toxických látek
SCBA	autonomní dýchací prostředek (Self-Contained Breathing Apparatus)
OP	ochranný prostředek
VH	velkoobjemová hala
TK	testovací komora
PID	fotoionizační detektor (Photo-Ionization Detector)
BCHL	bojová chemická látka/ bojové chemické látky
CARC	speciální ochranný nátěr (Chemical Agent Resistant Coating)
PAC	pentyl acetát
MeS	methyl salicylát
zákon 19/1997 Sb.	zákon 19/1997 Sb., o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní

## 1 CÍL METODIKY

Primárním cílem certifikované metodiky je poskytnout specialistům Laboratoře toxických látek (dále LTL), Státního ústavu jaderné, chemické a biologické ochrany, v.v.i., (dále SÚJCHBO) v rámci technické podpory dozorové činnosti pracovníků Státního úřadu pro jadernou bezpečnost (dále SÚJB) dle zákona 19/1997 Sb., ucelený soubor postupů vhodných k přípravě a řízení experimentálních činností realizovaných ve speciálních zařízeních SÚJCHBO při testování odolnosti ochranných prostředků; jakými jsou např. osobní ochranné prostředky, kolektivní ochranné prostředky a systémy pro dekontaminaci. Metodika najde využití i v rámci výzkumu a vývoje uvedených prostředků a systémů.

## 2 POPIS METODIKY

### Úvod

Znalost spolehlivosti a účinnosti ochranných prostředků používaných v atmosféře nebezpečných CBRN látek je základním předpokladem pro přesné rozhodování o nasazení vhodného ochranného prostředku v krizové situaci. Druh ohrožení, zejména pak na počátku takové situace, obvykle není známý; intenzita nebezpečí zase může postupně narůstat, nebo se v závislosti na vnějších faktorech vyvíjet.

Testování ochranných prostředků v podmínkách imitujících reálné zatížení v uvedených situacích je z těchto důvodů zcela zásadní, a to jak z pohledu ověření integrity ochranných systémů a kompatibility jednotlivých součástí, tak z hlediska odolnosti testovaného systému při pracovní a funkční zátěži i pro nalezení limitujících faktorů a případně omezujících skutečností.

Metodika *Příprava kontrolované atmosféry pro testování ochranných systémů* byla do činnosti LTL primárně zařazena pro účely testování účinnosti a spolehlivosti osobních ochranných prostředků a kolektivních ochranných systémů (OP). Při těchto experimentech se vhodnými detekčními postupy na základě požadavků zadavatele, nebo v souladu technickými a jinými specifikacemi výrobce, sledují ochranné parametry OP; popis sledování vlastních ochranných parametrů testovaného OP překračuje rámec předložené metodiky.

### 2.1 TECHNICKÁ ZAŘÍZENÍ A PŘÍSTROJE

- velkoobjemová testovací hala (SÚJCHBO)
- testovací komora (SÚJCHBO)
- fotoionizační detektor (RAE Systems, USA)
- laboratorní plotýnka (IKA, Německo)
- digitální teploměr (COMET, Německo)
- ventilátory
- stopky

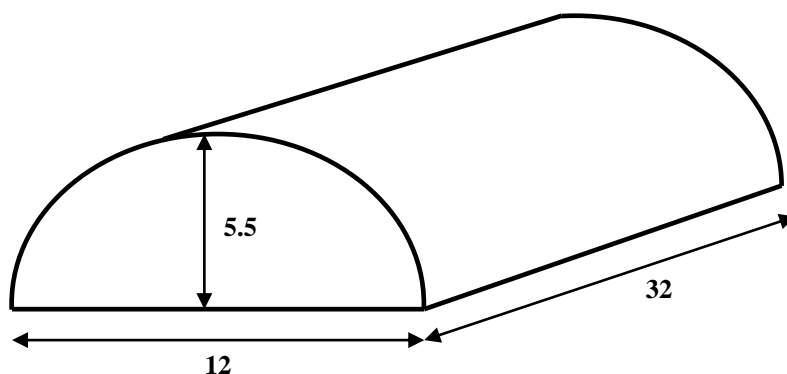
## 2.2 PRACOVNÍ POSTUP

### A. Velkoobjemová testovací hala

Testovací prostor představuje *Velkoobjemová hala* (VH) o rozměrech 12 x 32 x 5,5 m půlkruhového tvaru, **Obr. 1**. Těleso haly je vyrobeno z polymerního sendvičového materiálu (polypropylen – silon), neseném na ocelové konstrukci. Podlahu haly tvoří betonová deska s úpravou CARC (*Chemical Agent Resistant Coating*), se sklonem 2,5 stupně (sklon podlahy zajišťuje odtok kapalin samospádem do odpadní chemické jímky).

Ventilace a klimatizace vnitřního prostoru VH se zajišťuje pomocí potrubí umístěného v nadzemní části haly ve výšce 3 m nad podlahou po celé délce vnitřního prostoru.

Konstrukce VH i použité materiály umožňují ve vnitřním prostoru provádět pouze experimenty využívající netoxické chemické sloučeniny<sup>1</sup>.



**Obr. 1:** Schéma testovací haly (rozměry uvedeny v metrech)

Řízenou kontaminaci vnitřního prostoru VH parami testovací látky lze realizovat odpařením simulantu BCHL<sup>2</sup>. Odpaření se provádí z bodového zdroje při řízené teplotě testovacího prostoru na základě vypočteného množství kontaminantu, potřebného k dosažení požadované koncentrace:

- umístit testovaný ochranný prostředek (OP) do prostoru VH
- monitorovat teplotu; regulovat teplotu VH a/nebo nechat OP stabilizovat při stávající teplotě: po dobu 120 min
- rozmístit do prostoru VH vhodné detektory – v souladu s definovanými testovacími parametry (dle požadavků zákazníka, zaměření testu a typu testovaného ochranného prostředku)  
příklady variant rozmístění detektorů jsou na **Obr. 3**
- umístit odpařovací nádobu na vyhřívanou laboratorní plotýnku, **Obr. 2**
- rozmístit ventilátory do prostoru VH k zajištění promíchávání vnitřní atmosféry; spustit
- spustit ventilaci k odvětrání (čištění) vnitřního prostoru VH: po dobu 10 min
- vypnout ventilaci VH
- zahájit sběr dat rozmístěnými detektory: po dobu 10 min
  - a. proběhne záznam pozadí VH, tj. měření koncentrace chemických sloučenin přítomných v nekontaminované atmosféře VH
- aplikovat testovací látku – vnesení příslušného objemu do odpařovací nádoby; zahájit odpařování nastavením termostatu odpařovací plotýnky na určenou teplotu (dle bodu varu použité testovací látky)
  - b. proběhne záznam vývoje koncentrace testovací látky v prostoru VH
- ukončit test – odvětrat VH, vypnout detektory a plotýnku
- zpracovat/ vyhodnotit naměřená data

<sup>1</sup> pro obdobné experimenty lze použít i nepatogenní biologická agens nebo radioizotopy s krátkým poločasem rozpadu

<sup>2</sup> např. pentylacetát (PAC) – simulant GB; methylsalicylát (MeS) – simulant HD



Obr. 2: Příklad odpařování PAC z bodového zdroje

### Výpočet teoretického množství testovací látky<sup>3</sup> (pro pentylacetát, PAC)

#### *příklad 1*

požadovaná koncentrace PAC: **55 ppm**

objem uzavřeného prostoru: 1520 m<sup>3</sup>

$$c_2 \text{ (mg.m}^{-3}\text{)} = \frac{c_1 \text{ (ppm)} * M}{R * T / P}$$

$$c_2 \text{ (mg.m}^{-3}\text{)} = 55 * 130,19 / 24,4489$$

**c<sub>2</sub> = 293 mg.m<sup>-3</sup>, tj. 445 g PAC/ kontaminovaný prostor**

#### *příklad 2*

požadovaná koncentrace PAC: **27 ppm**

objem uzavřeného prostoru: 1520 m<sup>3</sup>

$$c_2 \text{ (mg.m}^{-3}\text{)} = \frac{c_1 \text{ (ppm)} * M}{R * T / P}$$

$$c_2 \text{ (mg.m}^{-3}\text{)} = 27 * 130,19 / 24,4489$$

**c<sub>2</sub> = 143 mg.m<sup>-3</sup>, tj. 219 g PAC/ kontaminovaný prostor**

#### *příklad 3*

požadovaná koncentrace PAC: **17 ppm**

objem uzavřeného prostoru: 1520 m<sup>3</sup>

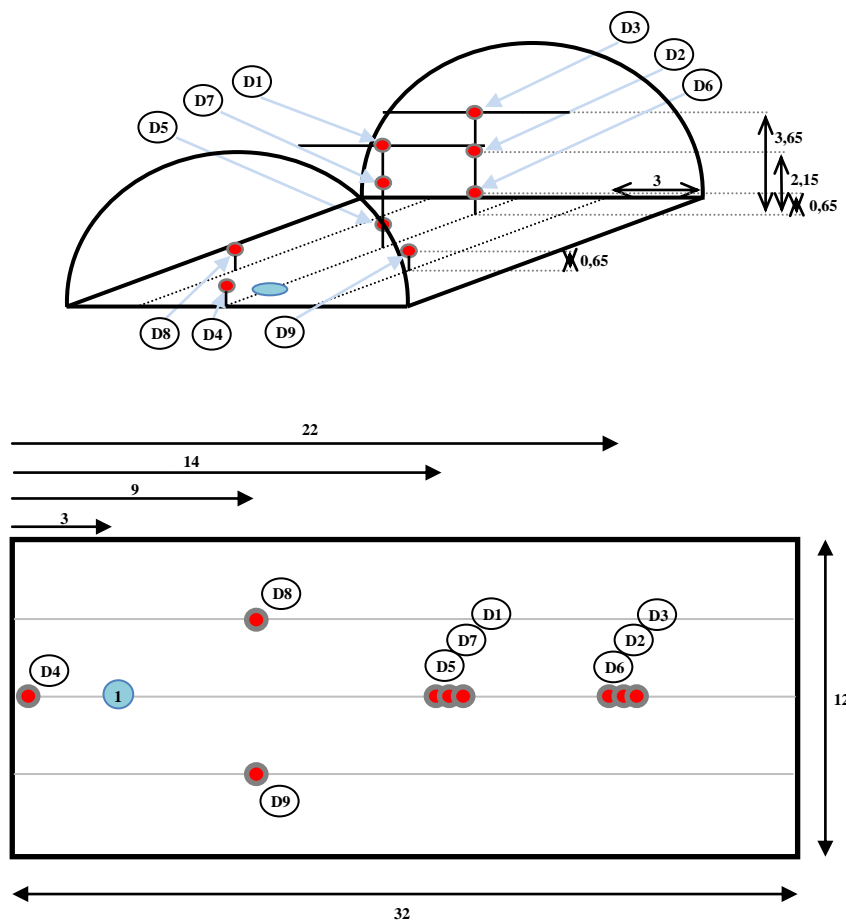
$$c_2 \text{ (mg.m}^{-3}\text{)} = \frac{c_1 \text{ (ppm)} * M}{R * T / P}$$

$$c_2 \text{ (mg.m}^{-3}\text{)} = 17 * 130,19 / 24,4489$$

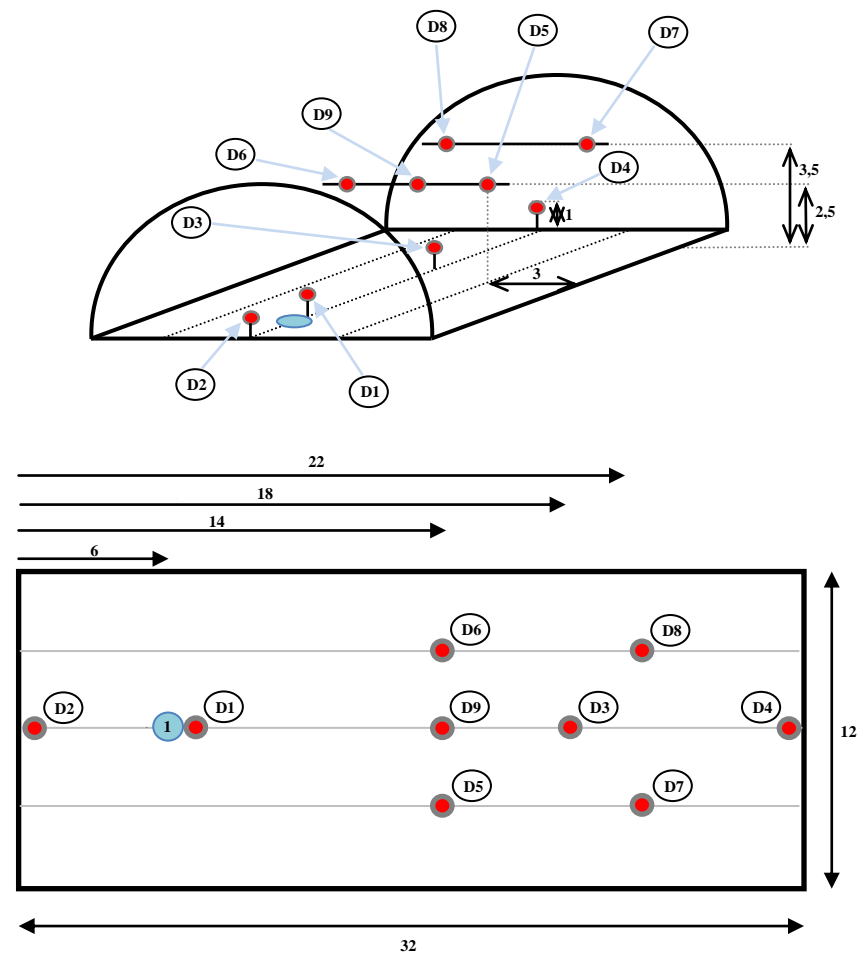
**c<sub>2</sub> = 91 mg.m<sup>-3</sup>, tj. 138 g PAC/ kontaminovaný prostor**

<sup>3</sup> Uvedené matematické vztahy pro přepočet koncentrace kontaminantu v plynné fázi vycházejí ze stavové rovnice ideálního plynu přičemž:  $R$  je molární plynová konstanta ( $8,3144598 \text{ J.K}^{-1}.\text{mol}^{-1}$ ),  $T$  je termodynamická teplota a  $P$  je tlak v testovacím prostoru (pro výpočty se používá hodnota atmosférického tlaku).

### Varianta 1



### Varianta 2



Obr. 3: Varianty rozmístění detektorů (D1 – D9) při záznamu koncentrací testovací látky ve VH

Měření koncentrace testovací látky ve VH se na základě technických možností SÚJCHBO, v.v.i. provádí pomocí 9 ks *foto-ionizačních detektorů* (PID). Detektory jsou při experimentech vždy rozmístěny v předem definovaných záznamových bodech VH tak, aby vytvořená detekční síť poskytovala věrohodné údaje o vývoji koncentrace testovací látky ve směru horizontálním i vertikálním.

Měření koncentrace testovací látky pomocí PID detektorů probíhá ve volitelných časových intervalech (obvykle každých 30 sec) po celou dobu experimentu. V totožných záznamových bodech se současně zaznamenává také hodnota teploty prostoru VH.

## **B. Toxikologická komora**

Testovací prostor představuje velkoobjemová *Testovací komora* (TK) tvaru pravidelného kvádrů, o rozměrech 3,2 x 4,5 x 2,4 m (š x d x v), s využitelným testovacím objemem 34,5 m<sup>3</sup>. Všechny vnitřní povrchy TK jsou opatřeny polymerním nátěrem typu CARC, naneseným na laminátovém podkladu. Ve stěnách jsou dále na třech místech integrovány speciální okenní průhledy s řízeným vyhříváním. Podlahu TK tvoří betonová deska s CARC úpravou, se sklonem 2,5 stupně pro odtok kapalin do odpadní chemické jímky.

Ventilaci vnitřního prostoru TK zajišťuje speciální *Ventilační systém*, jehož výstupy jsou umístěny v rozích komory. Ventilační systém komory tvoří 2 páry komínových těles: první pár je určen k aktivnímu odtahu vzdušiny z prostoru TK (před výstupem do vnějšího prostoru vzdušina prochází vysokokapacitními filtry pro záchyt chemických látek). Druhý pár komínových těles je určen pro pasivní přívod čerstvého vzduchu z venkovní atmosféry (vzduch na přívodní straně přitom prochází prachovými filtry a před vlastním vstupem do TK je přehříván). Komora je prostřednictvím stěnového průchodu propojena s *Aplikační místností*, která slouží k řízenému a bezpečnému provádění kontaminace prostoru TK podle zadaných parametrů experimentu (nebo požadavků zákazníka). Ovládání systémů TK, měření pomocných parametrů a ostatních veličin, jakož i sledování průběhu experimentů se řídí z *Velína*, místnosti pro řídicího experimentu a souvisejících činností.

Technologické vybavení komory a všechny konstrukční materiály umožňují realizovat veškeré experimentální práce, včetně aplikací vysoce toxických sloučenin a bojových chemických látek.

Řízenou kontaminaci vnitřního prostoru TK lze provádět (i) odpařováním testovací látky z bodového zdroje umístěného uvnitř TK, nebo (ii) přímým vnášením testovací látky z *Aplikační místnosti*. Experimenty probíhají při řízené teplotě prostoru TK, potřebné množství testovací látky se stanovuje na základě výpočtu tak, aby byla dosažena požadovaná úroveň kontaminace:

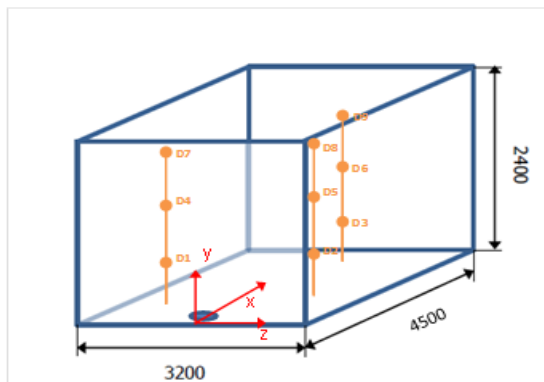
- umístit testovaný OP do prostoru TK
- monitorovat teplotu; regulovat teplotu TK a/nebo nechat OP stabilizovat při stávající teplotě: po dobu 120 min
- rozmístit do prostoru TK vhodné detektory – v souladu s definovanými testovacími parametry (dle požadavků zákazníka, zaměření testu a typu testovaného OP), viz **Obr. 4**
- připravit potřebné zařízení pro aplikaci testovací látky do prostoru TK<sup>4</sup>
- rozmístit ventilátory do prostoru TK k zajištění promíchávání vnitřní atmosféry a spustit
- spustit ventilaci k odvětrání (čištění) vnitřního prostoru TK: po dobu 10 min
- vypnout ventilaci TK

---

<sup>4</sup> v závislosti na druhu testovací látky: (i) v případě použití permanentního plynu propojit tlakovou láhev umístěnou v aplikační místnosti potrubím s prostorem TK, nebo (ii) umístit odpařovací nádobu na vyhřívanou laboratorní plotýnku



- zahájit sběr dat rozmístěnými detektory: po dobu 10 min
  - a. proběhne záznam pozadí TK, tj. měření koncentrace chemických sloučenin přítomných v nekontaminované atmosféře TK
- aplikovat testovací látku dle požadované koncentrace/ typu OP
  - b. proběhne záznam vývoje koncentrace testovací látky v prostoru TK během doby testu
- ukončit test – odvětrat TK, vypnout detektory a ventilátory (popř. plotýnku)
- zpracovat/ vyhodnotit naměřená data



**Obr. 4:** Schéma testovací komory s rozmístěním detektorů (rozměry uvedeny v cm)

**Tab. 1:** Pozice detektorů v komoře

	x (cm)	y (cm)	z (cm)
zdroj Z	50	10	0
detektor D1	165	70	-80
detektor D2	280	70	80
detektor D3	395	70	0
detektor D4	165	140	-80
detektor D5	280	140	80
detektor D6	395	140	0
detektor D7	165	210	-80
detektor D8	280	210	80
detektor D9	395	210	0

### 3 INOVAČNÍ ASPEKTY, NOVOST POSTUPŮ

Metodika *Příprava kontrované atmosféry pro testování ochranných systémů* byla vyvinuta a optimalizována pro reprodukovatelné praktické experimenty zaměřené na testování ochranných prostředků v kontrované atmosféře plyných látek.

Vznik metodiky byl inspirován potřebou státní správy komplexně testovat rozličné druhy ochranných prostředků a posuzovat jejich ochrannou účinnost. Současně je ale při prováděných testech respektován aktuální vývoj v oblasti OP a související inovace.

Popisované pracovní postupy realizované v reálném měřítku kombinují moderní instrumentální technologie (sledování koncentrací plyných testovacích látek v reálném čase) a funkční zatížení testovaných ochranných prostředků.

Těchto parametrů může být dosaženo pouze díky využívání speciálních testovacích prostor a zařízení SÚJCHBO, které byly vytvořeny pro variabilní činnosti při testování ochranných prostředků a dekontaminačních systémů.

Autorům metodiky nebylo v době jejího zpracování známo jiné pracoviště na území ČR, které by disponovalo obdobným technickým a materiálním zázemím a provádělo komplexně pojaté experimentální práce, simulující reálnou pracovní zátěž testovaného OP.

#### **4 POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY**

Metodika *Příprava kontrolované atmosféry pro testování ochranných systémů pro potřeby kontrolní činnosti SÚJB dle zákona 19/1997 Sb. a složek IZS* byla vypracována a zavedena do činnosti LTL v souvislosti s řešením výzkumného záměru „Výzkum moderních metod detekce a identifikace nebezpečných chemických, biologických, jaderných a radioaktivních látek (CBRN) a materiálů, metod snížení jejich nebezpečnosti a dekontaminace; výzkum moderních prostředků ochrany osob a prvků kritické infrastruktury“; identifikační kód výzkumného záměru VF 20110201513.

Prezentovaná metodika je – vedle potenciální využitelnosti pro zahraniční zákazníky SÚJCHBO – primárně zaměřena na rozvoj pracoviště LTL, a to zejména v oblasti testování stávajících i nově vyvíjených individuálních i kolektivních ochranných prostředků a systémů pro dekontaminaci.

Potenciálně je metodika využitelná také k technické podpoře kontrolní činnosti SÚJB v souvislosti s činnostmi a pracemi inspektorů, event. dalších terénních pracovníků, v kontaminovaném prostoru.

Metodika najde další uplatnění v souvislosti s řešením problematiky bezpečnostního výzkumu státu. V případě potřeby může být prezentovaná metodika využívána i dalšími dotčenými orgány státní správy ČR.