

FILTROVENTILAČNÍ JEDNOTKY – VYŠŠÍ STUPEŇ OCHRANY U NEPROVĚTRÁVANÝCH ODĚVŮ

FILTROVENTILATION UNITS – HIGHER LEVEL OF PROTECTION OF UNVENTILATED PROTECTIVE GARMENTS

Vlastimil SÝKORA, Čestmír HYLÁK
vlastimil.sykora@ioolb.izscr.cz

Abstract

It was performed comparison of penetration sulphur hexafluoride into underclothing area with and without filtroventilation unit. To evaluation was used protective clothing SOO-CO and two industrial protective clothing firm DuPont - TYCHEM C and TYCHEM F, protective mask CM-4 and protective hood manufactured by the company MALINA-SAFETY.

Key words

Protective suits, SOO-CO, TYCHEM, filtroventilation units, penetration.

ÚVOD

Integrovaný záchranný systém (IZS) pro ochranu povrchu těla používá omezený počet typů ochranných oděvů. Pro specialisty je stále k dispozici ochranný oděv SOO-CO, který sice poskytuje velmi dobrou ochranu proti kapkám nebezpečných chemických látek [1], ale oděv není plynotěsný.

Řada firem na českém trhu nabízí, ve své jednodušší variantě, též celou škálu neplynotěsných oděvů [2], určených, dle svého zařídění na základě Nařízení 89/686/EEC – kategorie III, k ochraně před prachovými částicemi, plynnými a kapalnými aerosoly a v omezené míře také před nebezpečnými chemickými látkami.

Jedním ze způsobů, jak zvýšit ochranné vlastnosti výše uvedených oděvů, aniž by bylo nutné provádět zásah do jejich konstrukčního uspořádání, a zároveň dále zlepšit i jejich snesitelnost, je využití nucené ventilace pomocí filtroventilačních jednotek (FVJ).

Filtroventilační jednotka je zařízení, které trvale dodává filtrovaný vzduch do pododěvního prostoru, přičemž v tomto prostoru je vytvářen mírný přetlak, což v konečném důsledku vede k znesnadnění průniku nebezpečné chemické látky směrem dovnitř.

Integrovaný záchranný systém České republiky v současné době ochranný prostředek, který by k filtraci vzduchu využíval FVJ, stále nemá k dispozici. Pro potřeby IZS je tento nový typ ochranného prostředku teprve ve stadiu hodnocení a vývoje, přestože jeho konstrukční uspořádání bylo již prezentováno [3, 4, 5].

Bylo proto přistoupeno k ověření, zda u stávajícího speciálního ochranného oděvu SOO-CO lze za použití FVJ snížit průnik nebezpečné chemické látky do pododěvního prostoru, a tím zvýšit stupeň ochrany uživatele. Tento způsob úpravy se v danou chvíli jevil jako nejschůdnější, a to nejen po stránce materiálové, ale i konstrukční a ekonomické. IZS České republiky stále disponuje více jak 2 000 ks ochranných oděvů SOO-CO, a přestože oděv byl vyráběn přibližně před 40 roky, stále si zachovává dobré ochranné vlastnosti a je stále plně funkční.

Na základě uvedených úvah bylo proto přistoupeno k provedení porovnání průniku hexafluoridu sírového (SF_6) do vnitřního prostoru ochranného oděvu a ochranné masky, a to bez použití FVJ (stávající způsob ochrany uživatele) a s FVJ. Měření bylo prováděno ve

spolupráci s firmou MALINA-SAFETY v roce 2008 a 2009. Získané výsledky byly též porovnány se dvěma komerčními, na českém trhu běžně dostupnými jednorázovými oděvy firmy DuPont – TYCHEM C a TYCHEM F.

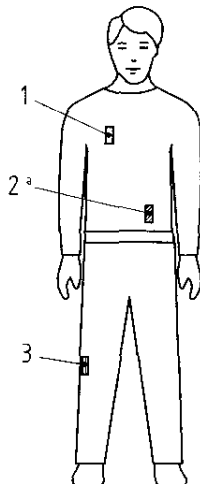
Na základě takto získaných naměřených hodnot pak bylo očekáváno, že bude možné odpovědět na otázku, zda lze bez problémů skombinovat FVJ s ochranným oděvem SOO-CO, popř. s jinými typy jednorázových ochranných oděvů reprezentovanými oděvy TYCHEM C a TYCHEM F a jaký bude výsledný efekt.

EXPERIMENT

Vstupní podmínky

Měření průniku hexafluoridu sírového jako zkušební látky (SF_6) do vnitřního prostoru ochranného oděvu bylo prováděno ve zkušební komoře „KOMPIO“ (modifikovaný BIOBOX EBXT 06 fy EGO Zlín). Pro měření koncentrace SF_6 v testovací komoře byl použit IČ spektrofotometr MIRAN 1B2, pro měření průniku SF_6 do vnitřního prostoru ochranného oděvu a ochranné masky fotoakustický IČ spektrofotometr 1412. Všechna zátěžová cvičení byla prováděna na běžacím trenažéru PROTEUS 6800.

Funkční vzorky ochranných oděvů byly opatřeny průchodkami pro odběr vzorků – viz obrázek 1 (1 – odběrové místo „hrud“, 2 – odběrové místo „záda-pas“, 3 – odběrové místo „koleno“), otvorem pro průchodku vzduchu z FVJ a 5 otvory pro vložení přetlakových ventilů – po jednom na rukávech a nohavicích a jeden na zádech.



*Obr. 1
Jednotlivá odběrová místa*

Koncentrace SF_6 ve zkušební komoře pro měření průniku směrem dovnitř ochranných oděvů byla nastavena na hodnotu 1 000 ppm, teplota v komoře se pohybovala v rozmezí 20 ± 5 °C.

Provedení testu

Jednotlivé testy byly prováděny dle interní metodiky [7]. Zkušební osoba po obléknutí ochranného oděvu vstoupila do zkušební komory, kde se pomocí vrapované hadice propojila

s FVJ umístěnou vně komory. Poté na mosazné průchodky pro odběr vzorků (viz obrázek) nasadila odběrové hadičky, které poté byly postupně připojovány k IČ spektrofotometru 1412 pro odběr vzorků. Při vlastním měření průniku prováděla pokusná osoba ve zkušební komoře následující činnosti:

- stání v klidu, vzorek vzduchu odebírán po dobu 3 minut z každého odběrového místa,
- chůze na běžecím trenažeru rychlostí 5 km.hod⁻¹, vzorek vzduchu odebírán po dobu 3 minut z každého odběrového místa,
- dřepy s frekvencí 5 dřepů za minutu, běžecký trenažér vypnut, vzorek vzduchu odebírán po dobu 3 minut z každého odběrového místa.

Vyhodnocení naměřených výsledků, diskuze

Výpočet průniku

Průnik (P) SF₆ byl vypočten na základě posledních tří měření každé pracovní činnosti, přičemž pro výpočet byl vzat průměr z těchto měření.

$$P [\%] = C_2/C_1 \cdot 100$$

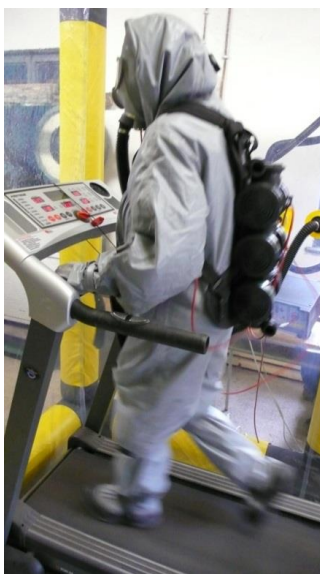
Kde C₁ – zkušební koncentrace [ppm],

C₂ – naměřená střední koncentrace [ppm].

Vyhodnocení naměřených výsledků

Dle normy ČSN EN 943-1 – příloha A, nesmí být průnik SF₆ do ochranného oděvu typu „1C“ nebo typu „2“ větší než 0,05 %. Ochranný oděv podle tohoto hodnocení je hodnocen buď jako „vyhovující“ nebo „nevyhovující“ [8].

V následující tabulce 1 jsou uvedeny výsledky průniku naměřené pro ochranný oděv SOO-CO v kombinaci s ochrannou maskou CM-4, a to buď s FVJ (obrázek 2) nebo bez ní. Tato zkouška byla provedena se dvěma zkušebními osobami – s jedním mužem a s jednou ženou.



Obr. 2
Ochranný oděv SOO-CO s FVJ

Tabulka 1
Průnik hexafluoridu sírového do oděvu SOO-CO

ochranný oděv SOO-CO s maskou CM-4, popř. FVJ									
odběrové místo	činnost	zkušební osoba							
		provětrávaný (s FVJ)				neprovětrávaný (bez FVJ)			
		průnik SF ₆ [%]							
		naměřeno	Ø	naměřeno	Ø	naměřeno	Ø	naměřeno	Ø
muž		žena		muž		žena			
hrud'	klid	0,004	0,023	0,021	0,044	2,986	9,896	0,189	8,653
	chůze	0,003		0,007		9,661		8,723	
	dřepty	0,062		0,103		17,040		17,047	
záda-pas	klid	0,003	0,005	0,007	0,012	6,039	13,084	0,169	9,900
	chůze	0,003		0,002		13,631		11,266	
	dřepty	0,010		0,028		19,582		18,265	
koleno	klid	0,003	0,005	0,005	0,045	2,474	12,469	0,608	11,870
	chůze	0,006		0,001		13,799		14,896	
	dřepty	0,007		0,129		21,134		20,113	

Pozn.: maximální množství vzduchu, které bylo možné danou FVJ přivádět do oděvu - 230 l.min⁻¹

maximální množství vzduchu, které bylo možné přivádět do masky - 180 l.min⁻¹

zvýrazněné hodnoty - **nevyhovuje**

Z naměřených výsledků s ochranným oděvem SOO-CO vyplynuly následující závěry:

Neprovětrávaná verze ochranného oděvu, tj. bez FVJ, vykazovala vždy podstatně vyšší průnik SF₆ než verze oděvu s FVJ (tj. provětrávaná), a to u obou zkušebních osob.

V případě provětrávané verze u zkušební osoby „muž“ došlo pouze v jednom případě, a to u odběrového místa „hrud“ při činnosti dřepty, k překročení povolené hranice průniku SF₆ hodnocené dle normy ČSN EN 943-1, toto překročení však nebylo velké. Průměrné hodnoty průniku jednotlivých odběrových míst pak tuto povolenou hranici již nepřekročily, proto byl ochranný oděv SOO CO s FVJ hodnocen jako „**vyhovující**“. Obdobně tomu tak bylo i u zkušební osoby „žena“, kde však požadovaná hranice průniku byla překročena ve dvou případech, a to opět u odběrového místa „hrud“ při činnosti dřepty a při téže činnosti u odběrového místa „koleno“. Přesto i zde průměrné hodnoty průniku byly nižší než povolená hranice, proto byl ochranný oděv i v tomto případě hodnocen jako „**vyhovující**“.

Ukázalo se však, že průměrné hodnoty průniku SF₆ v případě provětrávané verze byly u ženy u všech odběrových míst vždy vyšší, než u muže.

Nejvyšších hodnot průniku v případě neprovětrávané verze, čili u oděvu bez FVJ, bylo dosaženo u obou zkušebních osob při odběru v oblasti kolena při činnosti dřepty. Vzduch, který se dostává do této části oděvu, již nestačí tak dokonale odstraňovat nebezpečnou látku, dochází tudíž k její vyšší akumulaci.

Z pohledu prováděných činností má největší vliv na průnik provádění dřepů, kdy při této činnosti vlivem pístového efektu dochází sice k rychlejšímu vymývání (vytlačování) nebezpečné chemické látky z pododěvního prostoru vzniklým přetlakem při pohybu zkušební osoby směrem dolů, avšak na druhé straně podtlak, který vzniká při pohybu osoby směrem nahoru, způsobuje rychlejší přisávání vzduchu a zároveň i nebezpečné chemické látky

z vnějšího prostředí směrem dovnitř, což se projevuje následným zvýšením průniku škodliviny do vnitřního prostoru oděvu, kde se zejména ve spodní části více akumuluje. Vyšší průnik při činnosti dřepy byl naměřen u obou verzí ochranného oděvu.

V případě neprovětrávané verze (bez FVJ) u obou zkušebních osob při všech činnostech a u všech odběrových míst **byl oděv na průnik SF₆ hodnocen jako nevyhovující**.

Z výše uvedených výsledků pro ochranný oděv SOO-CO je zřejmé, že se zde **významně projevil vliv použití FVJ jako zdroje dodávaného vzduchu do pododěvního prostoru za účelem rychlejšího a účinnějšího vymývání nebezpečné chemické látky**. Ve všech případech u obou zkušebních osob došlo k výraznému snížení průniku SF₆, v případě muže to bylo 430násobné u odběrového místa „hrud“ až 2500násobné a 2620násobné u odběrového místa „koleno“, resp. „pas“. V případě ženy tento pokles průniku v porovnání s mužem byl sice nižší, zejména u odběrového místa „koleno“, přesto i tak dosahoval značných hodnot. V oblasti „hrudi“ to bylo 200násobné snížení, v oblasti pasu cca 830násobné snížení a v oblasti kolena cca 260násobné snížení průniku.

V následujících tabulkách 2 a 3 jsou uvedeny výsledky naměřených hodnot průniku u dvou komerčních oděvů – TYCHEM F a TYCHEM C. Ochranné oděvy byly kompletovány v případě zkušební osoby „muž“ buď s kuklou, nebo s ochrannou maskou CM-6 (tabulka 2), v případě zkušební osoby „žena“ pouze s kuklou (tabulka 3). Měření byla prováděna jak s FVJ, tak bez ní. Oděv TYCHEM F byl otestován na zkušební osobě muž, oděv TYCHEM C na obou zkušebních osobách.

Tabulka 2

Průnik hexafluoridu sírového do oděvů TYCHEM, zkušební osoba muž

ochranné oděvy TYCHEM, zkušební osoba muž									
odběrové místo	ochranný prostředek	provětrávaný (s FVJ)						neprovětrávaný	
		TYCHEM C				TYCHEM F			
		maska CM-6		kukla		kukla		kukla	
		průnik SF ₆ [%]							
činnost	hodnota	Ø	hodnota	Ø	hodnota	Ø	hodnota	Ø	
hrud'	klid	0,034		0,014		0,008		7,671	
	chůze	0,018	0,031	0,010	0,037	0,009	0,019	25,212	23,943
	dřepy	0,042		0,086		0,040		38,946	
záda-pas	klid	0,004		0,008		0,005		16,532	
	chůze	0,011	0,007	0,015	0,010	0,005	0,006	35,105	30,615
	dřepy	0,007		0,007		0,008		40,208	
koleno	klid	0,017		0,066		0,005		27,549	
	chůze	0,004	0,013	0,052	0,042	0,010	0,031	37,693	35,163
	dřepy	0,019		0,008		0,077		40,246	
maska	mluvení	0,006	0,006	0,015	0,015				

Pozn.: maximální množství vzduchu, které bylo možné danou FVJ přivádět do oděvu - 230 l.min⁻¹

maximální množství vzduchu, které bylo možné přivádět do masky - 180 l.min⁻¹

zvýrazněné hodnoty - nevyhovuje

Z výsledků pro obě pohlaví vyplynuly tyto závěry:

U obou oděvů bez FVJ (neprovětrávaných) bylo dosaženo podstatně vyššího průniku SF₆ do pododěvního prostoru než u oděvů s FVJ (provětrávaných). Naměřené výsledky tak velmi dobře korespondují s výsledky získanými při testování ochranného oděvu SOO-CO s maskou CM-4 (viz tabulka 1). Opět se však ukázalo, že neprovětrávaná verze ochranných oděvů, ať již v případě zkušební osoby muž s oděvem TYCHEM F, či ženy s oděvem TYCHEM C při všech činnostech i u všech odběrových míst byla, tak jako v případě oděvu SOO-CO, z pohledu průniku hodnocena opět jako nevyhovující.

Průměrné hodnoty průniku v případě provětrávané verze oděvu TYCHEM C byly ve všech případech vyšší u muže než u ženy, přičemž v případě muže při některých měřeních překročily požadovanou hodnotu průniku 0,05 % (odběrové místo hrud' – činnost dřepy a odběrové místo koleno – činnost klid a chůze).

Hodnocení zkušební osoby muž

Průnik zkušební látky v případě neprovětrávané verze ochranného oděvu (TYCHEM F) s kuklou byl podstatně vyšší než v případě verze provětrávané, bez ohledu na to, byl-li použit ochranný oděv TYCHEM C či TYCHEM F, popř. byla-li použita maska nebo kukla (v případě oděvu TYCHEM C) – viz tabulka 2; získané výsledky velmi dobře korespondují s výsledky získanými s ochranným oděvem SOO-CO s maskou CM-4.

V případě provětrávané verze oděvu TYCHEM C, kde bylo provedeno porovnání různých typů ochrany dýchacích cest, byly naměřeny vyšší hodnoty průniku, jestliže pro ochranu byla použita kukla v porovnání s maskou. Použití ochranné masky v kombinaci s FVJ se tak jeví poněkud výhodnější než použití ochranné kukly s FVJ. Rozdíly jsou však nepatrné.

Při porovnávání průměrných hodnot průniku jednotlivých odběrových míst ochranných oděvů TYCHEM s FVJ a s kuklou byly naměřeny vyšší hodnoty u oděvu TYCHEM C v porovnání s oděvem TYCHEM F, rozdíly však byly minimální. Oba oděvy tak splnily požadovanou podmínku na průnik dle ČSN EN 943-1, tudíž „**vyhověly**“.

Nejvyšší hodnoty průniku jak u neprovětrávané, tak i u provětrávané verze oděvu TYCHEM F s kuklou byly naměřeny při činnosti dřepy a u odběrového místa „koleno“, přičemž průměrná hodnota průniku u neprovětrávané verze byla cca 520x vyšší než u verze provětrávané. Tento oděv s FVJ a s kuklou dosáhl sice velmi nízkých hodnot průniku v případě odběrového místa „hrud'“, „pas“ a částečně i „koleno“, kde pouze při činnosti dřepy bylo dosaženo hodnoty průniku, překračující povolenou mez. Zvýšení opět nebylo markantní.

V případě provětrávané verze oděvu TYCHEM C, ať již s kuklou nebo s maskou, se naměřené hodnoty neshodovaly s výsledky získanými při měření oděvu SOO-CO, neboť nejvyšší hodnoty průniku (TYCHEM C s kuklou) byly sice naměřeny při činnosti dřepy, ale u odběrového místa hrud', přičemž nejproblematičtějším odběrovým místem bylo opět „koleno“, kde průměrná hodnota byla vyšší než u hrudi, rozdíly jsou opět velmi malé.

U oděvu TYCHEM C s maskou CM-6 v případě provětrávané verze byly naměřeny velmi nízké hodnoty průniku, podobně jako v případě provětrávané verze ochranného oděvu SOO-CO s maskou CM-4. Nejvyšší hodnoty byly opět naměřeny při činnosti dřepy u odběrového místa hrud'. Ukázalo se, že druh ochranného oděvu, způsob ochrany dýchacích cest a vykonávaná činnost má zcela zásadní vliv na průnik nebezpečné chemické látky do prostoru ochranného oděvu.

Použití FVJ pro dodávku vzduchu do ochranného oděvu TYCHEM F s kuklou (provětrávaná verze) v porovnání s neprovětrávanou verzí (bez FVJ) tak vedlo k více jak tisícinásobnému snížení průniku SF₆ u všech předepsaných činností.

Tabulka 3
Průnik hexafluoridu sirového do oděvu TYCHEM C, zkušební osoba žena

ochranný oděv TYCHEM C s kuklou, popř. s FVJ					
odběrové místo	činnost	zkušební osoba – žena			
		provětrávaný		neprovětrávaný	
		průnik SF ₆ [%]			
		hodnota	Ø	hodnota	Ø
hrud'	klid	0,014	0,012	3,151	16,374
	chůze	0,012		14,760	
	dřepy	0,009		31,210	
záda-pas	klid	0,008	0,007	15,480	24,727
	chůze	0,007		25,010	
	dřepy	0,005		33,690	
koleno	klid	0,005	0,006	neměřeno	34,705
	chůze	0,008		31,710	
	dřepy	0,004		37,700	

Pozn.: maximální množství vzduchu, které bylo možné danou FVJ přivádět do oděvu - 230 l.min⁻¹
 maximální množství vzduchu, které bylo možné přivádět do masky - 180 l.min⁻¹
 zvýrazněné hodnoty - **nevyhovuje**

Výsledky průniku pro zkušební osobu žena

U oděvu bez FVJ (neprovětrávaný) byly naměřeny výrazně vyšší hodnoty průniku SF₆ do vnitřního prostoru než u oděvu s FVJ, přičemž ve všech případech byl nejvyšší průnik naměřen při činnosti dřepy a u odběrového místa „koleno“. Uvedené výsledky velmi dobře korespondují s výsledky získanými při měření neprovětrávané verze oděvů SOO-CO a TYCHEM F. I zde se ukázala nemožnost rychlejšího vymývání nebezpečné chemické látky z prostoru oděvu, který je více vzdálen od přívodu čerstvého vzduchu.

Naopak u oděvu s FVJ byly naměřeny nejvyšší průměrné hodnoty průniku za klidu a při odběru z hrudi. Rozdíly mezi jednotlivými odběrovými místy jsou však minimální, přičemž hodnoty průniku se pohybovaly řádově v tisícinách až setinách procenta.

I zde se též potvrdily markantní rozdíly mezi hodnotami průniku provětrávané a neprovětrávané verze. Průměrný průnik v případě neprovětrávané verze v porovnání s provětrávanou verzí byl v oblasti hrudi přibližně 1370x vyšší, v oblasti pasu 3530x a v oblasti kolena 5780x vyšší než v případě provětrávané verze.

Neprovětrávaná verze oděvu TYCHEM C se zkušební osobou žena ve všech případech, tj. u všech odběrových míst i při všech činnostech dle zadané podmínky „**nevyhověla**“, naopak verze provětrávaná „**vyhověla**“ podmínkám normy.

ZÁVĚR

Naměřené výsledky průniku SF₆ do vnitřního prostoru ochranného oděvu tak potvrdily **význam používání filtroventilační jednotky** pro zvýšení stupně ochrany neprovětrávaných oděvů, jakožto i zdroje dodávky dostatečného množství dýchacího vzduchu a zdroje vzduchu určeného pro vymývání pododěvního prostoru od nebezpečné chemické látky.

Hodnocené ochranné oděvy, ať již byly testovány mužem nebo ženou a bylo-li k ochraně dýchacích cest použito ochranné masky nebo kukly, v případě neprovětrávané verze (tj. bez použití FVJ) nedosáhly s ohledem na naměřené hodnoty průniku vyhovujícího danému

způsobu hodnocení, tj. normě ČSN EN 943-1, příloha „A“. Naopak, jestliže byla pro podporu dýchání využita FVJ, došlo k výraznému poklesu měřených hodnot průniku, a to až o 3–4 řády. Ve většině případů tak bylo dosaženo nižších hodnot, než udává příslušná norma pro ochranné oděvy typu „1C nebo 2“, tj. méně než 0,05 %.

Přesto, zejména v případě odběrových míst „hrud“ a „koleno“, bylo v některých případech naměřeno nepatrně vyšších hodnot, než bylo požadováno. Tyto vyšší hodnoty průniku byly naměřeny zejména při činnosti „dřepy“. Byla tak potvrzena skutečnost, že **jakákoli namáhavější činnost vedla zejména u neprovětrávaných ochranných oděvů ke zvýšení průniku nebezpečných chemických látek, což v konečném důsledku vedlo ke snížení účinné ochrany uživatele daného oděvu.**

Vezmeme-li v úvahu toxicitu látek, které se mohou v místě použití ochranného oděvu (např. při mimořádných událostech) vyskytovat, mohou takto **upravené (doplněné o FVJ) ochranné oděvy výrazně zvýšit ochranný faktor. To platí také v případě, půjde-li o látky ze skupiny CBRN, zejména pak o bakteriologické prostředky.**

Testování výše uvedených modifikovaných oděvů prokázalo, že jejich modernizace formou přidání FVJ je možná. Užité vlastnosti oděvu se přidáním FVJ, zejména v oblasti zvýšení uživatelského komfortu, navýší, aniž by utrpěly ochranné vlastnosti oděvu.

Článek vznikl v rámci řešení projektu „VI20152020009 – Cílený aplikovaný výzkum nových moderních technologií, metod a postupů ke zvýšení úrovně schopností HZS ČR – CAVHZS“.

Literatura

- [1] URBANOVÁ, D., H. KOVALIČOVÁ, Č. HYLÁK a V. SÝKORA. *Rezistenční odolnost nových materiálů na yperit*. [Technická zpráva.] Lázně Bohdaneč: MV – GR HZS ČR Institut ochrany obyvatelstva, 2009. 24 s.
- [2] SÝKORA, V. *Prostředky pro ochranu povrchu těla*. 1. vyd. Praha: MV – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2016. 126 s.
- [3] SÝKORA, V., Č. HYLÁK a R. MALINA. Nové ochranné prostředky určené pro civilní obyvatelstvo ČR a složky IZS. In: *Riešenie krízových situácií v špecifickom prostredí: 22.-23. máj 2019, Žilina*. Žilina: EDIS – vydavateľské centrum ŽU, 2019, s. 501–508. ISBN 978-80-554-1559-8.
- [4] SÝKORA, V. a Č. HYLÁK. Ochranné prostředky nové generace. In: *Ochrana obyvatelstva – Zdravotní záchranná služba 2016: sborník příspěvků z mezinárodní konference*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2016, s. 148–150. ISBN 978-80-7385-171-2, ISSN 1803-7372.
- [5] HYLÁK, Č., V. SÝKORA a R. MALINA. Ochranný oděv pro příslušníky IZS. In: *2. ročník mezinárodní konference o ochraně proti CBRN látkám HAZMAT PROTECT 2016: sborník abstraktů*. Kamenná: Státní ústav jaderné, chemické a biologické ochrany, v. v. i., 2016, s. 259–260. ISBN 978-80-270-0474-4.
- [6] SÝKORA, V., Č. HYLÁK, D. URBANOVÁ a H. KOVALIČOVÁ. Použití filtroventilačních jednotek pro ochranné oděvy. In: *Sborník přednášek z XXI. Mezinárodní konference o separační chemii a analýze toxických látek*. Lázně Bohdaneč: MV – GR HZS ČR Institut ochrany obyvatelstva, 2015, s. 68–74.
- [7] SÝKORA, V., Č. HYLÁK, D. URBANOVÁ a H. KOVALIČOVÁ. *Metodika měření těsnosti ochranných oděvů*. Lázně Bohdaneč: MV – GR HZS ČR Institut ochrany obyvatelstva, 2009. 22 s.
- [8] ČSN EN 943-1. *Ochranné oděvy proti kapalným a plyným chemikáliím, včetně kapalných aerosolů a pevných částic – Část 1: Požadavky na účinnost protichemických oděvů ventilovaných a neventilovaných: „plynotěsných“ (typ 1) a které nejsou plynotěsné (typ 2)*. Praha: Český normalizační institut, 2003.