

NOVÝ OCHRANNÝ PROSTŘEDEK PRO DĚTSKOU POPULACI – DĚTSKÁ KUKLA

NEW PROTECTIVE DEVICE FOR CHILD POPULATION – A CHILD PROTECTIVE HOOD

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

Abstract

A new protective hood for children was developed in cooperation with the company MALINA-SAFETY, for the age categories 6-12 and 13-18. Tightness of the hood, as a key parameter, was verified by measuring the penetration of sodium chloride aerosol according to the Czech national standard ČSN EN 12941 and the penetration of sulphur hexafluoride according to ČSN EN 136. The measurements were performed on both the children test subjects as well as the adults. Very low values, which met the stated standards were achieved in both cases. The obtained results thus predestine the hood to become a protective device for the child population, but at the same time, it can be used as a protective device for adults.

Key words

Aerosol sodium chloride, child`s hood, sulphur hexafluoride, carbon dioxide, penetration.

ÚVOD

Za válečného stavu nebo při mimořádných událostech je nezbytné chránit nejen dospělé obyvatelstvo, ale i dětskou populaci. Pro dospělé jsou vedle ochranných masek, případně ochranných roušek, k dispozici již nově vyvinuté ochranné prostředky na bázi filtroventilace. Jedná se především o ochranný systém CleanAir Medical [1, 2, 3] skládající se ze dvou částí, a to z varianty CleanAir Doctor a varianty CleanAir Patient, dále o ochrannou kuklu pro seniory [3] a nově vyvinutý ochranný oděv určený pro složky IZS [2, 3].

Pro děti, kromě již zavedeného dětského vaku DV-75, dětské kazajky DK-88 a ochranných masek DM-1 a CM-3/3h, jsou již pro výrobu připraveny také některé nově vyvinuté ochranné prostředky, všechny opět na bázi filtroventilace, a to CleanAir Smart-Baby s dětským vakem DV-2010 (určen pro děti od narození do 1 roku) [1, 2, 3], CleanAir Smart-Child s dětskou kazajkou DK-2010 (pro děti od 1 roku do 6 let) [1, 2, 3] a ochranné kukly pro děti ve věku 6–12 [4, 5] a 13–18 let [4, 6].

Stávající ochranné prostředky již nebyly schopny pokrýt požadavky dětské populace na jejich množství a kvalitu, neboť zejména vlivem stárnutí materiálu docházelo k jejich poškozování. To se nejvíce projevovalo u ochranných masek. Navíc ochranné masky, zejména malými dětmi, byly přijímány s určitými problémy vyžadujícími speciální nácvik. Proto bylo přistoupeno k jejich eventuální náhradě za moderní ochranný prostředek, a to za ochrannou kuklu. Nová kukla by tak vhodně doplnila soubor stávajících a nově vyvinutých ochranných prostředků, které by v případě válečného stavu popř. za mimořádných událostí mohla mít k dispozici dětská populace.

Tato nová dětská ochranná kukla v kombinaci s filtroventilační jednotkou (FVJ) a s vhodnými částicovými nebo kombinovanými filtry by měla chránit dýchací orgány a oči uživatele před škodlivými chemickými látkami, viry a bakteriemi, ať již ve formě pevných nebo

kapalných aerosolů, popř. před plyny nacházejícími se v okolním ovzduší, a to bez nutnosti ochrany krku a ramen.

Jak již bylo zmíněno, celý systém je založen na principu filtroventilace, tj. na přívodu vzduchu skrz ochranné filtry pomocí filtroventilační jednotky do prostoru ochranného prostředku v takovém množství, aby dítě mělo dostatek vzduchu jak pro dýchání, tak i pro rychlejší odstraňování nežádoucích zplodin vznikajících při dýchání, tj. oxidu uhličitého a vodních par.

Principiálně FVJ funguje tak, že přes filtr je nasáván vzduch a ten je následně vháněn do kukly. Tímto způsobem vzniká ve vnitřním prostoru kukly přetlak, který zabraňuje nejen možnému vniknutí nebezpečných látek z okolního prostoru, ale zároveň tak vytváří i vysoce účinnou ochranu uživatele. Rychlá výměna vzduchu uvnitř kukly také zabraňuje zvyšování koncentrace oxidu uhličitého CO_2 v dýchací zóně uživatele a zároveň zvýšená dodávka vzduchu slouží i pro rychlejší odnímání tepla akumulujícího se v ochranném prostředku. Vzniklý přetlak a vyšší koncentrace CO_2 jsou redukovány výdechovými otvory v bradové části kukly.

Protože ochranné kukly jsou určeny pro děti, byly pro obě věkové kategorie kukly opatřeny průchodkou pro příjem tekutin, přičemž jako zdroje tekutin byl použit hydrovak.



ZÁKLADNÍ POŽADAVKY NA DĚTSKÉ KUKLY

Před vlastním započítím vývoje kukel byly vyspecifikovány technické požadavky, které by dětské kukly měly splňovat. Tyto požadavky byly pro jednotlivé věkové kategorie prakticky stejné, lišily se pouze požadovaným průtokem vzduchu.

Základní technické požadavky pro obě kukly byly následující:

- musí se jednat o prostředek individuální ochrany, a to na bázi nucené ventilace,
- kukly musí být snadno použitelné bez složitějšího náviku,
- kukly musí splňovat nároky na vysoký uživatelský komfort, přičemž musí umožnit pomocí vhodného zařízení přijímat tekutiny,
- jejich skladovatelnost by měla být minimálně 20 let, přičemž baterie do FVJ musí vydržet alespoň 10 let.

Technické parametry kukel by měly splnit následující vlastnosti:

- hmotnost kukel bez FVJ do 500 g,
- těsnost kukel charakterizovaná průnikem do vnitřního prostoru by měla být nižší než 0,05 % (měřeno na průnik fluoridu sírového SF_6),
- koncentrace oxidu uhličitého CO_2 uvnitř kukel by měl být nižší než 1,0 obj. %,
- kukly by měly být vyvzorkovány ve dvou velikostech.

Použitá filtroventilační jednotka pro obě věkové kategorie by měla splňovat tyto požadavky:

- hmotnost jednotky do 500 g, hmotnost baterie do 300 g,
- průtok vzduchu v klidu pro věkovou kategorii dětí 6–12 let $70 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ a pro věkovou kategorii 13–18 let $120 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$,

- průtok vzduchu při pohybu (fyzické zátěži) pro věkovou kategorii dětí 6–12 let $120 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ a pro věkovou kategorii 13–18 let $160 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$,
- možnost připojení jakéhokoliv typu malého ochranného filtru (tj. od jakéhokoliv výrobce či dovozce) libovolné konstrukce s podmínkou, aby filtr (částicový, protichemický, kombinovaný) měl připojovací závit RD 40 x 1/7 “,
- použití lithiového typu baterie s ohledem na dlouhou dobu skladovatelnosti,
- hlučnost jednotky by neměla přesáhnout 62 dB,
- doba provozu filtroventilační jednotky po nabití minimálně 6 hod,
- filtroventilační jednotka by měla být vybavena indikací zanesení částicové vložky filtru a indikací slabé baterie,
- indikace alarmu by měla být optická (blikání LED diody), akustická (pískání bzučáku) a vibrační (vibrátor).

PODMÍNKY A ZPŮSOB PROVEDENÍ ZKOUŠEK DĚTSKÝCH KUKEL

Pro správné fungování ochranného prostředku je nezbytné splnit základní podmínku, a tou je jeho těsnost. Norma pro testování nově vyvíjených dětských kukel v současné době neexistuje, proto byly zkoušky na těsnost přizpůsobeny podmínkám zkoušek na ochranné masky pro dospělé dle ČSN EN 136 [7] a zkouškám na kukly dle ČSN EN 12941 [8].

Tyto zkoušky byly s dětskými zkušebními osobami provedeny v září roku 2019, a to ve firmě MALINA – Safety s.r.o. a v Institutu ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč – na pracovišti VEC Mimoň (dále jen IOO). Těsnost ochranných kukel byla provedena dvěma způsoby, jednak pomocí aerosolu chloridu sodného NaCl (ve firmě MALINA – Safety s.r.o.) a jednak pomocí hexafluoridu sírového SF₆ (v IOO). Pro měření s aerosolem chloridu sodného bylo k dispozici devět zkušebních osob – dále jen dětí, (2 dívky a 7 chlapců) a sedm zkušebních osob (1 dívka a 6 chlapců) pro měření s hexafluoridem sírovým, v obou případech ve věku od 7 do 14 let.

Cílem těchto zkoušek bylo dosáhnout v případě aerosolu průniku pod 0,2 %, tj. splnění podmínek normy ČSN EN 12941 pro třídu kukel TH3 a v případě měření s hexafluoridem sírovým průniku dle ČSN EN 136 do 0,05 %, což by vyhovovalo hodnotám průniku při testování ochranných masek.

Průtok vzduchu u nejmladších dětí byl na filtroventilační jednotce nastaven na $120 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$ a u dvou nejstarších dětí (1 dívky a 1 chlapce) na $160 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Rychlost posunu pásu běžeckého treňažeru byla nastavena tak, aby děti byly schopny zvládnout přednastavenou rychlost. Ta se u nejmladších dětí pohybovala od 3,0 do 4,0 $\text{km}\cdot\text{hod}^{-1}$ a u nejstarších byla nastavena na 4,5 $\text{km}\cdot\text{hod}^{-1}$.

Před vlastním měřením byla každému dítěti stanovena odpovídající velikost ochranné kukly (pro oba způsoby měření byla použita tatáž velikost kukly) a rovněž pro oba způsoby měření i další parametry, jako průtok vzduchu a rychlost chůze. Každé dítě bylo také stručně seznámeno s měřenou kuklou, s principem její funkce, jejím správným nasazováním a s vlastní metodikou měření těsnosti. Následně, dle interní metodiky [9], bylo provedeno vlastní měření průniku do vnitřního prostoru kukly.

Dítě po nasazení kukly vstoupilo spolu s dospělou osobou do zkušební komory. Dospělá osoba následně provedla propojení mezi kuklou a odběrovým zařízením, včetně přívodu vzduchu. Poté byla vytvořena požadovaná koncentrace aerosolu NaCl nebo SF₆. Dle pokynů obsluhy dospělá osoba zapnula běhací treňažer a dítě započalo provádět požadované činnosti při rychlosti odpovídající svému věku a svým schopnostem, tj. v rozmezí 3,0–4,5 $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$ – viz příslušné tabulky. Během chůze dítě provádělo obdobná cvičení, jako

v případě testování ochranných masek [10, 11, 12] určených pro dospělé obyvatelstvo, a to pouze s nepatrnými výjimkami:

- chůze po dobu 2 min bez pohybu hlavou a bez mluvení,
- po dobu 2 min otáčení hlavou z jedné strany na druhou (15 x), kontrolování stěn tunelu,
- po dobu 2 min zvedání a sklánění hlavy (15 x), kontrolování stropu a podlahy,
- po dobu 2 min hlasité mluvení,
- po dobu 2 min chůze za současného pití vody obsažené v hydrovaku.

VÝSLEDKY MĚŘENÍ

V následujících tabulkách jsou uvedeny výsledky měření s jednotlivými zkušebními osobami, včetně pohlaví, stáří, velikosti kukly, přtlaku v kukle, nastaveného průtoku vzduchu a rychlosti chůze, při které bylo měření prováděno.

Výsledky měření s aerosolem NaCl – tabulka 1, poskytly tyto závěry: u všech zkušebních osob (ZO) nebylo překročeno požadované penetrační maximum 0,2 %, základní předpoklad tak byl plně splněn, přičemž průměrné hodnoty penetrace u většiny ZO nedosáhly ani měřitelných hodnot, pouze u ZO 1, u nejmladšího chlapce, byla nějaká penetrace naměřena, ale velmi nízká, a to při kývání, mluvení a při chůzi za současného pití a dále u ZO 4 – opět u chlapce, při kývání.

Z výsledků tak jednoznačně vyplynulo, že jakákoli prováděná činnost, včetně té, při které dítě přijímá z hydrovaku tekutiny, nemá na penetraci aerosolem chloridu sodného žádný vliv. Obdobně i rozdíly v pohlaví, věku, velikosti kukly, nastaveném průtoku a rychlosti chůze nemají žádný vliv na dosažené výsledky.

*Tabulka 1
Výsledky měření průniku (penetrace) aerosolem chloridu sodného*

Zkušební osoba	ZO 1 chlapec	ZO 2 chlapec	ZO 3 chlapec	ZO 4 chlapec	ZO 5 chlapec	ZO 6 chlapec	ZO 7 chlapec	ZO 8 dívka	ZO 9 dívka
Věk	7	8	8	9	10	11	14	14	11
Přetlak [Pa]	20	32	28	25	22	26	32	44	26
Velikost kukly	S	S	M	M	M	M	M	S	M
Průtok [l.min ⁻¹]	120	120	120	120	120	120	160	160	120
Rychlost chůze [km.hod ⁻¹]	3	3,5	4	4	3,5	4	4,5	4,5	4
Cvičení	Průměrná penetrace [%]								
Chůze	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Otáčení	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Kývání	0,003	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mluvení	0,013	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Chůze za současného pití	0,006	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000

Výsledky měření průniku s hexafluoridem sírovým SF₆ jsou uvedeny v následující tabulce 2, a to opět i s věkem dítěte, velikostí kukly, přetlakem v kukle, průtokem vzduchu a rychlostí chůze.

Průměrný přetlak v kukle u mladších dětí se pohyboval okolo 25 Pa a u starších okolo 26 Pa. Průměrný průnik SF₆ u mladších dětí dosáhl v případě jednotlivých cvičení následujících hodnot: u počáteční chůze – 0,011 %, otáčení – 0,012 %, kývání – 0,007 %, mluvení – 0,010 % a u závěrečné chůze – 0,006 %. U starších dětí byly dosaženy obdobné průměrné hodnoty, a to v případě počáteční chůze – 0,07 %, otáčení – 0,006 %, kývání – 0,008 %, mluvení – 0,019 % a závěrečné chůze – 0,006 %. Celkový průnik ze všech cvičení u mladších i starších dětí dosáhl 0,009 %.

Na základě takto dosažených výsledků se jednoznačně prokázalo, že u všech dětí (mladších i starších) i při všech prováděných cvičeních nebyla překročena požadovaná hodnota průniku pro masky dle normy ČSN EN 136, tj. 0,05 %. Vzhledem k neexistenci příslušné normy na ochranné dětské kukly lze takto získané naměřené hodnoty považovat za dostačující pro schválení používání těchto kukel.

Tabulka 2
Výsledky měření průniku s hexafluoridem sírovým

Zkušební osoba	ZO 1 chlapec	ZO 2 chlapec	ZO 3 chlapec	ZO 5 chlapec	ZO 6 chlapec	ZO 7 chlapec	ZO 8 dívka
Věk	7	8	8	10	11	14	14
Přetlak [Pa]	30	26	23	23	23	30	24
Velikost kukly	S	S	M	M	M	M	M
Průtok [l.min ⁻¹]	120	120	120	120	120	160	160
Rychlost chůze [km.hod ⁻¹]	3	3,5	4	4	3,5	4	4
Cvičení	Průnik SF ₆ [%]						
Chůze	0,005	0,013	0,011	0,005	0,019	0,005	0,008
Otáčení	0,011	0,013	0,009	0,006	0,020	0,004	0,008
Kývání	0,003	0,011	0,010	0,005	0,008	0,003	0,012
Mluvení	0,007	0,017	0,010	0,010	0,006	0,029	0,008
Chůze	0,005	0,002	0,008	0,011	0,003	0,003	0,009

V následujících tabulkách 3 a 4 jsou uvedeny výsledky měření dětských kukel s dospělými osobami s menším tvarem obličeje, a to se 7 ženami. Tato měření předcházela měření s dětmi a jejich účelem bylo posouzení, zda vyvíjená kukla, zejména její tvar, velikost, použité materiály, systém přívodu a odvodu vzduchu a též i parametry filtroventilační jednotky budou takové, aby vyhověly zadávaným požadavkům, zejména požadavkům na těsnost, snášelnost a ergometrii kukly. Pro měření byla použita kukla, jejíž velikost odpovídala velikosti M dětských zkušebních osob.

Přestože vstupní parametry při měření i vzorky použitých kukel se částečně lišily od parametrů a kukel použitých při testování s dětmi, bylo dosaženo velmi příznivých výsledků. Průměrný přetlak v kukle u žen při nižším průtoku vzduchu, tj. 140 l.min⁻¹, dosahoval 44,6 Pa a při vyšším průtoku vzduchu 185 l.min⁻¹ 51,9 Pa. Průměrný průnik při nízkém průtoku vzduchu se u jednotlivých cvičení pohyboval od 0,022 % u počáteční chůze, přes otáčení – 0,016 %, kývání – 0,018 %, mluvení – 0,057 %, až po 0,012 % při závěrečné chůzi. Pouze v případě mluvení byla průměrná hodnota průniku v porovnání s hodnotou deklarovanou pro masku, tj. 0,05 %, překročena. Toto překročení však nebylo až tak značné. Na tomto nepříznivém výsledku se tak podílelo pouze jediné měření u jediné ženy – viz tabulka 3.

Obdobně, u téže zkušební osoby a při mluvení, i při vyšším průtoku vzduchu bylo dosaženo vyššího průniku překračujícího požadavky na masku, přesto v případě jednotlivých cvičení nebyly průměrné hodnoty průniku překročeny – viz tabulka 4.

Průměrné hodnoty průniku se v tomto případě pohybovaly od 0,020 % při počáteční chůzi, přes otáčení – 0,022 %, kývání – 0,021 %, mluvení – 0,038 %, až po 0,024 % při závěrečné chůzi. Celkový průnik při nižším průtoku dosáhl průměrné hodnoty 0,025 % a při vyšším průtoku 0,024 %.

Tabulka 3

Výsledky měření průniku s hexafluoridem sírovým – ženy, nižší průtok vzduchu

Zkušební osoba	ZOŽ 1	ZOŽ 2	ZOŽ 3	ZOŽ 4	ZOŽ 5	ZOŽ 6	ZOŽ 7
Přetlak [Pa]	45	44	45	45	40	44	49
Průtok [l.min ⁻¹]	140	140	140	140	140	140	140
Rychlost chůze [km.hod ⁻¹]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Cvičení	Průnik SF ₆ [%]						
Chůze	0,003	0,038	0,018	0,005	0,028	0,029	0,032
Otáčení	0,005	0,025	0,010	0,004	0,020	0,023	0,023
Kývání	0,004	0,019	0,007	0,002	0,023	0,026	0,042
Mluvení	0,006	0,018	0,005	0,002	0,021	0,318	0,028
Chůze	0,008	0,011	0,003	0,003	0,009	0,018	0,031

Tabulka 4

Výsledky měření průniku s hexafluoridem sírovým – ženy, vyšší průtok vzduchu

Zkušební osoba	ZOŽ 1	ZOŽ 2	ZOŽ 3	ZOŽ 4	ZOŽ 5	ZOŽ 6	ZOŽ 7
Přetlak [Pa]	52	55	54	54	53	46	49
Průtok [l.min ⁻¹]	185	185	185	185	185	185	185
Rychlost chůze [km.hod ⁻¹]	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Cvičení	Průnik SF ₆ [%]						
Chůze	0,018	0,023	0,018	0,013	0,020	0,025	0,025
Otáčení	0,018	0,025	0,033	0,013	0,009	0,027	0,030
Kývání	0,016	0,016	0,032	0,012	0,008	0,024	0,040
Mluvení	0,016	0,013	0,025	0,012	0,031	0,126	0,041
Chůze	0,018	0,023	0,021	0,012	0,014	0,0024	0,039

ZÁVĚR

Nové ochranné dětské kukly plně splnily požadavky, které na ně byly při jejich vývoji kladeny. Zejména těsnost kukel, stanovená pomocí měření penetrace aerosolem chloridu sodného, popř. měřením průniku hexafluoridu sírového, dosahovala při zkouškách velmi nízkých hodnot, jež se zejména u dětí pohybovala pod hranicí požadovanou příslušnými normami. Velmi nízké hodnoty byly naměřeny i v případě, že děti při závěrečné chůzi přijímaly z přiloženého hydrovaku tekutiny.

Velmi nízké hodnoty průniku hexafluoridu sírového u zkušebních dospělých osob, zejména u žen, tak předurčují používání těchto kukel také dospělými osobami.

Literatura

- [1] SÝKORA, Vlastimil. Nové ochranné prostředky pro civilní obyvatelstvo a složky IZS. *112: odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva*. 2013, roč. 12, č. 1, s. 22–23.
- [2] SÝKORA, Vlastimil a Čestmír HYLÁK. Ochranné prostředky nové generace. In: *Konference Ochrana obyvatelstva – Nebezpečné látky 2016: Sborník abstraktů*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2016, s. 148–150. ISBN 978-80-7385-171-2, ISSN 1803-7372.
- [3] SÝKORA, Vlastimil, Čestmír HYLÁK a Radek MALINA. Ochranné prostředky určené pro civilní obyvatelstvo ČR a složky IZS. In: *24. mezinárodní vědecká konference Řešení krizových situací v specifickom prostředí*. Žilina: Žilinská univerzita v Žilině, 2019, s. 501–508. ISBN 978-80-554-1559-8.
- [4] HYLÁK, Čestmír a Dagmar URBANOVÁ. Zkoušky nového ochranného prostředku pro děti od 6 do 18 let. *112: odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva*. 2019, roč. 18, č. 12, s. 30.
- [5] SÝKORA, Vlastimil a Čestmír HYLÁK. Výzkum, konstrukce a hodnocení funkčního vzorku dětské ochranné kukly pro děti ve věku 6–12 let. [Závěrečná zpráva]. Lázně Bohdaneč: MV – GŘ HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2020, 28 s.
- [6] SÝKORA, Vlastimil a Čestmír HYLÁK. Výzkum, konstrukce a hodnocení funkčního vzorku dětské ochranné kukly pro děti ve věku 13–18 let. [Závěrečná zpráva]. Lázně Bohdaneč: MV – GŘ HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2020, 28 s.
- [7] ČSN EN 136. *Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Obličejové masky – Požadavky, zkoušení, značení*. Praha: Český normalizační institut, 1998. 44 s.
- [8] ČSN EN 12941. *Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Filtrační prostředky s pomocnou ventilací připojené k přilbě nebo ke kukle – Požadavky, zkoušení a značení*. Praha: Český normalizační institut, 1999. 52 s.
- [9] HYLÁK, Čestmír, Vlastimil SÝKORA a Dagmar URBANOVÁ. Metodika měření těsnosti ochranných masek. Lázně Bohdaneč: MV – GŘ HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva, 2008, 10 s.
- [10] SÝKORA, Vlastimil a Čestmír HYLÁK. Ochranné masky – chrání nebo nechrání, popř. proč? In: *Konference DEKONTAM 2013: Sborník abstraktů*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2013, s. 161–166. ISBN 978-80-7385-122-4.
- [11] SÝKORA, Vlastimil a Čestmír HYLÁK. Testování českých ochranných masek – vztah mezi průnikem a obsahem oxidu uhličitého. In: *Konference Ochrana obyvatelstva – zdravotní záchrannářství 2020: Sborník abstraktů*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2020, s. 47–49. ISBN 978-80-7385-227-6.
- [12] SÝKORA, Vlastimil a Čestmír HYLÁK. Testování zahraničních ochranných masek – vztah mezi průnikem a obsahem oxidu uhličitého. *The Science for Population Protection*. 2020, vol. 12, č. 1, s. 63–79. ISSN 1803-568X.