

JAK TĚSNÍ OCHRANNÉ MASKY ČESKÉ POPULACI

HOW EFFECTIVE ARE PROTECTIVE MASKS AVAILABLE ON THE CZECH MARKET

Čestmír HYLÁK

cestmir.hylak@ioolb.izscr.cz

Abstract

Between 2003 and 2014, extensive research was carried out on an assessment of the possible use of protective masks offered on the Czech market, which are stored in the warehouses of the Fire Rescue Service of the Czech Republic. Target groups for the use of protective masks are the population of the Czech Republic, members of the Fire Rescue Service and of the Integrated Rescue System.

The research was launched in 2003 with subjective assessments of protective masks that were available on a domestic market at that time, which could be used to protect the population and members of the Integrated Rescue System.

The first phase of the research, which was implemented in 2003-2004, was followed in 2007 by the objective assessments. One of the basic parameters of a protective mask - its tightness (in professional circles known as penetration) was tested during the second phase of the research. This parameter became decisive to the objective evaluation of protective masks and to the subsequent recommendation of what protective mask should the user obtain, depending on the sex, morphological-metric parameters and a shape of his/her face.

Outcomes of the research resulted in recommendations that give guidance to the population of the Czech Republic and members of the Integrated Rescue System on a selecting of optimum protective mask that would both meet requirements for user comfort, and deliver high protection properties.

Key words

A protective mask, face shape, facial anthropometric parameters, factors influencing tightness of a protective mask, user comfort of a protective mask, tightness of fit of a protective mask.

ÚVOD

V současné době je na trhu v České republice nabízena celá řada celohlavových ochranných masek (OM) od výrobců z celého světa. Jednotlivé OM se od sebe liší použitými materiály, konstrukcí konstrukčních uzlů a v neposlední řadě i cenou. Orientace v této nabídce není jednoduchá pro odborníky z oboru, každodenní uživatele OM (hasiče), natož pro obyvatele ČR, kteří by si měli dle platné legislativy zabezpečovat prostředky individuální ochrany dle svého uvážení a svých finančních možností. Z tohoto důvodu byl uskutečněn výzkum, týkající se hodnocení nabízených OM, s cílem doporučit jednotlivcům případně uživatelským skupinám takové OM, které jim zabezpečí nejlepší ochranu a budou pro ně akceptovatelné i po finanční stránce.

Tento výzkum byl zahájen v roce 2003 subjektivním posuzováním OM, které byly v té době k dispozici na tuzemském trhu a které by bylo možné použít k ochraně obyvatelstva a příslušníků integrovaného záchranného systému (IZS) [1].

V roce 2007 byla zahájena druhá fáze tohoto výzkumu, během níž bylo prováděno měření jednoho ze základních parametrů OM, tj. její těsnost – v odborných kruzích

označovanou jako průnik. Tento parametr je rozhodujícím pro objektivní hodnocení OM z hlediska jejího možného použití k ochraně zdraví a života jejího uživatele.

Posuzováno je 18 OM. Pět typů OM je české provenience – CM-3, CM-4, CM-5, CM-5 a OM vz.90. Zbýlých 13 je zahraniční výroby od firem:

- Scott (USA) – M-98, Promask, Sari Sil, Vision;
- Dräger (SRN) – Panorama Nova, FPS – 7000;
- MSA AUER (SRN) – S 3, ADVANTAGE, Ultra Elite;
- 3M (USA) – 3M 6800 a 6900;
- Sundström (Švédsko) – SR 200;
- North (USA) – NORTH 54100;
- Kasco (Itálie) – VENUS.

Samotné posuzování těsnosti vybraných OM je provedeno se 74 zkušebními osobami. Z uvedeného počtu je 43 mužů a 31 žen. Vzhledem k časové náročnosti měření se testování uskutečnilo v letech 2007–2012.

Měření jsou prováděna dle vypracované „Metodiky měření těsnosti ochranných masek“. Tato metodika je v souladu s ČSN EN 136, která doporučuje měření průniku do OM provádět fluoridem sírovým (SF₆) nebo chloridem sodným [2, 3]. V našem případě jsme zvolili první možnost z důvodu operativnějšího získávání výsledků.

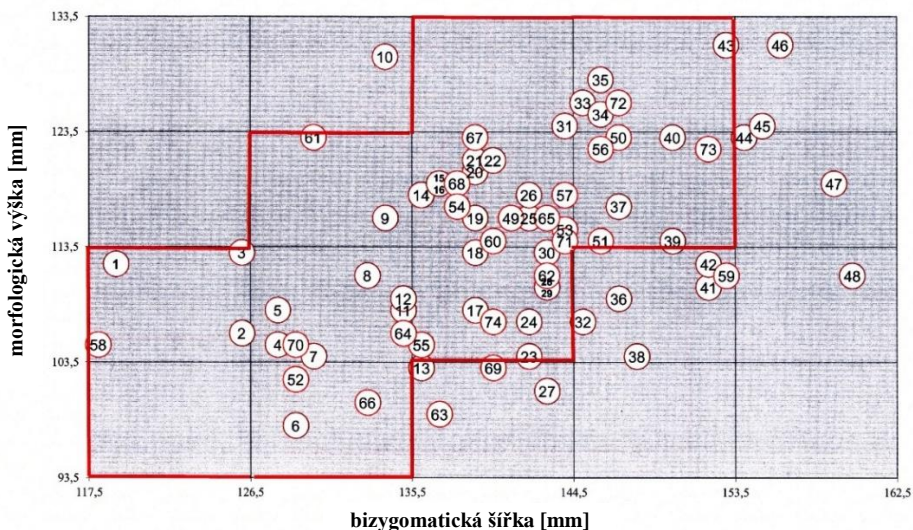
Na základě zjištěného průniku do jednotlivých OM je provedeno hodnocení závislosti tohoto průniku na pohlaví, na morfologicko-metrických parametrech a na tvaru obličeje zkušebních osob. Na základě tohoto hodnocení jsou v závěru uvedeny doporučení, která OM je pro konkrétní osobu, případně skupinu osob optimální, která zabezpečí uživateli vysoký pocit bezpečí v kontaminovaném prostoru současně s vysokým uživatelským komfortem.

Zkušební osoby

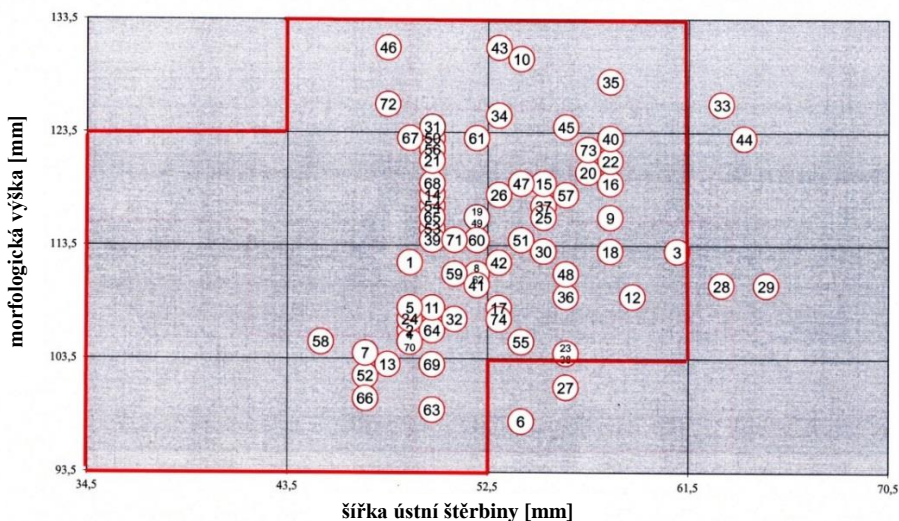
Vlastnímu měření předcházela výběr zkušebních osob (ZO), na kterých je měření průniku SF₆ do vytypovaných OM prováděno. Pro výběr byly rozhodující dva předpoklady. První byl objektivně dán parametry obličeje dané ZO. Cílem bylo získat takový soubor osob, který pokryje co největší škálu jednotlivých obličejových parametrů, které jsou pro posuzování těsnosti lícnic OM rozhodující. Druhý předpoklad byl subjektivní a byla jím sledována ochota dané osoby podstoupit poměrně rozsáhlá a na fyzickou kondici a někdy i psychiku náročná měření těsnosti lícnic jednotlivých OM. ZO se tak rekrutovali ze zaměstnanců a příslušníků Hasičského záchranného sboru ČR a studentů Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. Věkově se ZO pohybovali od 20 do 55 let.

Dle norem NIOSH používaných v USA by měl výběr ZO pro měření těsnosti OM vycházet ze závislosti morfologické výšky obličeje na bizygomatické šířce obličeje, eventuálně ze závislosti morfologické výšky obličeje na šířce ústní štěrbiny [4]. V našem případě by grafické znázornění této závislosti vypadalo u 74 ZO následovně – viz obr. 1 a obr. 2.

Z grafů na obrázcích 1 a 2 je zřejmé, že 74 ZO představuje poměrně dobré zastoupení obličejů z hlediska antropometrických parametrů – morfologické výšky obličeje, bizygomatické šířky obličeje a šířky ústní štěrbiny. Několik obličejů ZO leží mimo vymezená červená pole grafu normou NIOSH (dle této normy se měří průnik do ochranných masek při jejich certifikaci pouze u ZO, které se vejdou do červeně vymezeného pole), což je v případě posouzení parametru průniku (těsnosti) OM u české populace objektivnější.



Obr. 1
Graf závislosti morfologické výšky na bizygomatické šířce obličeje



Obr. 2
Graf závislosti morfologické výšky na šířce ústní štěrby obličeje

Factory ovlivňující těsnost ochranných masek

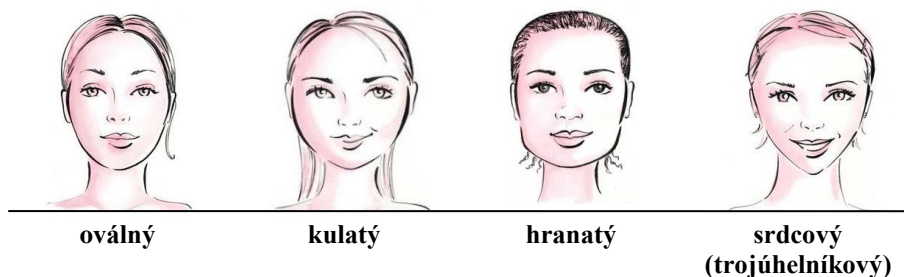
Příčinou netěsnosti OM může být několik faktorů, které se dají obecně rozdělit na subjektivní a objektivní. Objektivními faktory příčin netěsnosti OM může být nesprávný způsob jejího nasazení, její špatný technický stav nebo poškození a v případě mužské populace

neoholená tvář – vousy. Obecně platí, že objektivní faktory se dají eliminovat. Subjektivní faktory eliminovat nelze, protože jsou dány především individuálními dispozicemi „obličejů“ uživatelů masek, v našem případě ZO. Každý disponujeme obličejem, který se liší velikostí a tvarem. Tento fakt mají na paměti také výrobci OM, kteří vychází při jejich konstrukci a tedy i tvarování těsnící linie a velikosti lícnice a vnitřní masky z místních potřeb, které jsou dány geograficky. Jiné velikosti obličeje mají lidé v Evropě, jiné v Severní Americe, Asii atd. Tvar lebky a obličeje mají rozdílný i obyvatelé samotné Evropy. Zde žije obyvatelstvo europoidní rasy, která má z hlediska antropologie šest typů – severský (nordický), fálský, mediteránní, baltický, dinárský (adriatický) a alpský (západní, keltský). Tyto jednotlivé typy se liší mimo jiné i ve velikosti a tvarem obličeje. Lidé severského typu mají obličej úzký, vysoký s vysokým čelem, vyvinutými nadočnicovými oblouky a dobře vyvinutou bradou. Lidé baltického typu mají obličej robustní, široký s vysedlými lícnicovými kostmi a masivní nevystupující bradou. Dinárský typ se vyznačuje úzkým obličejem s vystouplými lícnicovými kostmi, vysokým čelem a nevýraznou bradou. Alpský typ má široký, kulatý obličej s širokým čelem a čelistí. Lidé fálského typu mají obličej čtvercový, široký se strmým širokým čelem a širokou masivní čelistí s vystouplou bradou. Mediteránní typ se vyznačuje dlouhým oválným obličejem. Z uvedeného výčtu je patrné, že není jednoduché pro výrobce OM vyrobit takovou OM, která by ideálně „seděla“, v případě posuzovaném v tomto příspěvku těsnila každému. Z hlediska obyvatelstva ČR je procentuální zastoupení uvedené typologie obličejů následující. Převažuje obyvatelstvo alpského typu – 45 %, baltický typ – 25 %, dinárský typ – 15 % a zbytek tvoří obyvatelé zbývajících typů [6, 8]. V našem případě jsme použili pro rozlišení různých tvarů obličeje jednodušší členění, ke kterému nejsou třeba žádné antropometrické pomůcky, a obličeje se dělí na – oválný, kulatý, hranatý a srdcový (trojúhelníkový).

Z hlediska celé populace ČR jsou největší rozdíly v parametrech obličejů dané pohlavím. Pokud bychom provedli porovnání obličejů obou pohlaví, zjistíme, že muži mají oproti ženám obličej větší téměř ve všech antropometrických parametrech [5]. Ženy mají obličej menší a to se pochopitelně odráží ve výsledcích měření těsnosti OM, které jim těsní hůře než mužům. Ale samotné pohlaví není rozhodující. Individualita každého z nás se odráží v antropometrických parametrech obličeje, které jsou čtyři pro těsnost OM limitující. Jsou to morfologická výška (MVO), bizygomatická šířka (BŠO), hloubka (HO) a šířka ústní štěrbiny (ŠÚŠ). V mnoha případech hraje tvar obličeje mnohem významnější roli, nežli samotné antropometrické parametry osob.



Obr. 3–4
Antropometrické parametry obličeje



Obr. 5–8
Tvar obličeje

Vlastní měření a hodnocení

Každá pokusná osoba byla nejprve ve stručnosti seznámena s jednotlivými OM, jejich správným způsobem nasazování a vlastní metodikou měření těsnosti OM. Následně bylo provedeno dle metodiky IOO LB vlastní měření průniku SF₆ do línic jednotlivých OM.

Pro výpočet průniku P platí vztah:

$$P (\%) = C_2/C_1 \cdot 100 \quad ,$$

kde C_1 – zkušební koncentrace,
 C_2 – naměřená střední koncentrace.

Poznámka: C_2 je střední koncentrace vzorku uvnitř línicové části OM snižená o hodnotu pozadí.

Vlastní hodnocení průniku SF₆ do línice testované OM bylo provedeno v souladu s ČSN EN 136, dle které průnik testovací látky línicovou částí dovnitř při žádné zkoušce nesmí přesáhnout při vdechu střední hodnotu 0,05 % ve vdechovaném vzduchu. Zkouškou je v tomto případě chůze na běžecím trenažéru rychlostí 6 km · h⁻¹, během které se provádí následující cvičení:

- chůze po dobu 2 min bez pohybu hlavou a bez mluvení;
- po dobu 2 min otáčení hlavou z jedné strany na druhou (15 x);
- po dobu 2 min zvedá a sklání hlavu (15 x);
- po dobu 2 min hlasitě vyslovuje abecedu nebo mluví s kolegou;
- chůze po dobu 2 min bez pohybu hlavou a bez mluvení.

V případě, že je průnik do línice při všech cvičeních $\leq 0,05$ %, je línice OM dle tohoto hodnocení „VYHOVUJÍCÍ“, nebo jestliže je průnik v jednom nebo více cvičeních $> 0,05$ %, je línice OM „NEVYHOVUJÍCÍ“ [2].

Hodnocení výsledků měření

Jako základní bylo provedeno hodnocení z pohledu těsnosti jednotlivých typů línic OM u jednotlivých ZO. Ze získaných výsledků byla vypočtena procentuální „úspěšnost“ dané línice z celkového počtu ZO. Další hodnocení byla zaměřena na hledání závislosti těsnosti línic OM na parametrech obličejů ZO včetně tvaru jejich obličeje [7]. Výsledky jsou uvedeny v následujících tabulkách.

Tabulka 1
Celkové kvantitativní hodnocení těsnosti OM – [muži (♂) + ženy (♀)]

Typ OM	Počet vyhovujících osob	% vyhovujících osob	Pořadí
CM – 3	32	43	18.
CM – 4	37	50	16.
CM – 5	34	46	17.
CM – 6	47	64	13.
OM vz.90	62	84	2. – 4.
M-98	53	72	10.
PROMASK	62	84	2. – 4.
SARI Sił	65	88	1.
VISION	55	74	9.
VENUS 1	44	59	15.
3S	46	62	14.
ULTRA ELITE	58	78	7.
ADVANTAGE	49	66	11. – 12.
PANORAMA NOVA	62	84	2. – 4.
FPS 7000	59 z 71	83	5.
3M – 6900 a 6800	47 z 71	66	11. – 12.
Sundström – SR 200	60	81	6.
54100 North	54 z 71	76	8.

Tabulka 2
Kvantitativní hodnocení těsnosti OM – muži (♂)

Typ OM	Počet vyhovujících osob	% vyhovujících osob	Pořadí
CM – 3	23	53	16. – 17
CM – 4	21	49	18.
CM – 5	23	53	16. – 17.
CM – 6	38	88	6.
OM vz.90	41	95	2.– 3.
M-98	34	79	11. – 12.
PROMASK	41	95	2.– 3.
SARI Sił	42	98	1.
VISION	39	91	4. – 5.
VENUS 1	29	67	14. – 15.
3S	29	67	14. – 15.
ULTRA ELITE	36	84	10.
ADVANTAGE	33	77	13.
PANORAMA NOVA	37	86	8. – 10.
FPS 7000	36 z 42	86	8. – 10.
3M – 6900 a 6800	33 z 42	79	11. – 12.
Sundström – SR 2000	39	91	4. – 5.
54100 North	36 z 42	86	8. – 10.

V případě mužské populace dosáhly nejlepšího hodnocení tři OM, u kterých pouze v jediném, respektive dvou případech zkušební osobám OM netěsnila. Byly to OM fy. Scott a to OM SARI Sil a OM PROMASK a OM vz.90 z Gumáren Zubří (viz obr. 9–11). OM PROMASK je charakteristická unikátním T-profillem těsnící linie, který zajišťuje dokonalé posazení na obličej, OM SARI je vyráběna ve třech modifikacích – kaučuková, silikonová a neoprenová. V provedení licnice ze silikonu je velice příjemná a pohodlná, umožňující dlouhodobé nošení [9]. OM vz.90 se vyznačuje dlouhodobou snesitelností, kterou zajišťuje konstrukce a tvar těsnící manžety a nízké dýchací odpory. Je vyráběna ve třech velikostech a je vysoce odolná proti vysoce toxickým látkám, včetně bojových otravných látek [11].



OM SARI Sil



OM PROMASK



OM vz.90

*Obr. 9–11**OM SARI Sil, OM PROMASK a OM vz.90*

Při srovnání prostředních sloupců tabulek 2 a 3, tj. počtu vyhovujících OM a jeho procentuálního vyjádření, je patrné, že OM obecně mužské populaci těsní daleko lépe než ženám. Příkladem může být fakt, že nejlépe hodnocenou OM u žen byla OM Panorama Nova s dosaženou úspěšností 81 %, kdežto u mužské populace byla OM Ultra Elite s 84% úspěšností hodnocena až na 10. místě. Důvodem je zřejmě skutečnost, že všichni výrobci konstruuji OM z antropologického hlediska především na mužský obličej.

V případě žen jsou nejlépe hodnocenými OM PANORAMA NOVA (obr. 12) a OM FPS 7000 (obr. 13) německé fy. Dräger a OM SARI Sil (obr. 9). U prvních dvou jmenovaných lze příčinu spatřovat ve skutečnosti, že těsnící manžeta je dvojitá a těsnící linie [10] tak více přiléhající na obličej žen. V případě OM SARI Sil je to jen potvrzení skutečnosti, že tato maska se svým konstruktérům opravdu podařila zkonstruovat optimálním způsobem a výborně těsní jak mužům, tak i ženám bez rozdílů tvaru a metrických parametrů obličeje.



PANORAMA NOVA



FPS 7000

*Obr. 12–13**PANORAMA NOVA a FPS 7000*

Tabulka 3
Kvantitativní hodnocení těsnosti OM – ženy (♀)

Typ OM	Počet vyhovujících osob	% vyhovujících osob	Pořadí
CM – 3	9	29	17. – 18.
CM – 4	16	52	13.
CM – 5	11	35	16.
CM – 6	9	29	17. – 18.
OM vz.90	21	68	5. – 7.
M-98	19	61	9.
PROMASK	21	68	5. – 7.
SARI Sil	23	74	3.
VISION	16	52	10. – 12.
VENUS 1	15	48	14. – 15.
3S	16	52	10. – 12.
ULTRA ELITE	22	71	4.
ADVANTAGE	16	52	10. – 12.
PANORAMA NOVA	25	81	1.
FPS 7000	22 z 29	76	2.
3M – 6900 a 6800	14 z 29	48	14. – 15.
Sundström – SR 200	21	68	5. – 7.
54100 North	18 z 29	62	8.

Pokud bychom hledali největší rozdíl v hodnocení těsnosti OM na mužském a ženském obličejí, dosáhla jej OM CM-6. Mužům tato OM těsnila v 88 % případů měření oproti 29 % případů měření u žen. Pravděpodobnou příčinou tohoto zjištění je fakt, že tato OM je první svého druhu ve výrobním programu fy. Gumárny Zubří, kdy je vyráběna OM v jedné univerzální velikosti, která pokryje pouze potřeby mužské populace. Tato skutečnost je známa již od zahájení výroby, kdy byla výrobcem nabídnuta HZS k zavedení do vybavení k ochraně obyvatelstva, ale realizace tohoto návrhu ztroskotala na skutečnosti, že v případě morfologické výšky pod 106 mm a byzigomatické šířky případného uživatele pod 128 mm tato OM netěsní.

U žen je pořadí OM v dosažené těsnosti jiné než u mužů, i když rozdíly nejsou velké. Pouze OM masky české výroby vychází u ZO ženského pohlaví poněkud odlišně než u mužů. Ženám např. OM CM-4 těsnila v 56 % naměřených případů, mužům pouze v 33 % a byla to tak nejhůře hodnocená OM. Oproti tomu již uvedená OM vz.90 těsnila ženám v 61 % naměřených případů, mužům v 97 %.

Velmi dobře ženám těsní ochranné masky fy. Dräger, kdy obě OM dosáhly více než 80% těsnosti, což při celkovém počtu 33 žen, je výsledek velmi dobrý. O něco hůře dopadly OM fy. Scott, kde byla těsnost kolem 70 %. Nejhorší v tomto hodnocení byly OM české výroby, kde tři z nich měly těsnost kolem 30 %. Výjimkou byla OM CM-4, která dosáhla těsnosti u 56 % žen a vojenská OM vz.90, která těsnila dokonce v 61 % naměřených případů.

K výsledkům tuzemských OM je třeba poznamenat, že v případě OM CM-3 a OM CM-4 se jedná o masky vyvinuté a vyráběné před 50 respektive 40 lety, kdy byly možnosti v dostupnosti materiálů a výrobních technologií podstatně menší, nežli je tomu v současnosti. Rovněž vlastní konstrukce OM se vyvíjí postupně s cílem dosažení stále lepších parametrů v oblasti nejen ochrany, ale i uživatelského komfortu a u v současnosti vyráběných OM doznala tak značných změn a pokroku. Proto jsou i v současnosti vyráběné OM daleko lépe hodnoceny.

Zařazení OM CM-4 bylo dáno skutečností, že ve skladech HZS je jich stále více než 1,5 mil. ks (OM CM-3 byla v roce 2012 z vybavení HZS ČR vyřazena).

Zajímavým hodnocením je závislost těsnosti OM na tvaru obličeje. Vzorek 74 ZO poskytoval poměrně reprezentativní zastoupení jednotlivých tvarů obličeje, které odpovídá celkovému procentuálnímu vyjádření tvarů obličeje u české populace. ZO s oválným obličejem bylo 42, tj. 57 %, s kulatým obličejem 14, tj. 19 %, s hranatým obličejem 12, tj. 16 % a se srdcovým obličejem 6, tj. 8 % z celkového počtu 74 ZO.

Vlastní hodnocení těsnosti OM v závislosti na tvaru obličeje potvrdilo známou skutečnost, že OM nejlépe těsní jedincům s kulatým obličejem, hůře jedincům s oválným a srdcovým obličejem, nejhůře jedincům s hranatým obličejem a to bez rozdílu pohlaví, viz tabulky 4–6.

Tabulka 4

Těsnost OM v závislosti na tvaru obličeje – celkově [muži (♂) + ženy (♀)]

Typ OM	Vyhovující OM (%) / Pořadí v rámci typu OM v závislosti na tvaru obličeje			
	Oválný	Hranatý	Kulatý	Srdcový
CM-3	53 / 1.	42 / 3.	25 / 4.	33 / 2.
CM – 4	38 / 4.	67 / 2.	63 / 3.	67 / 1.
CM – 5	35 / 3.	42 / 2.	81 / 1.	33 / 4.
CM – 6	65 / 2.	50 / 4.	63 / 3.	83 / 1.
OM 90	85 / 3.	58 / 4.	88 / 2.	100 / 1.
M-98	83 / 1.	50 / 3.	69 / 2.	50 / 3.
PROMASK	82,5 / 3.	75 / 4.	94 / 1.	83,3 / 2.
SARI Sil	85 / 3.	83 / 4.	94 / 2.	100 / 1.
VISION	73 / 3.	75 / 2.	88 / 1.	50 / 4.
VENUS 1	65 / 1.	42 / 4.	63 / 2.	50 / 3.
3S	65 / 2.	42 / 4.	63 / 3.	67 / 1.
ULTRA ELITE	78 / 3.	83,3 / 1.	75 / 4.	83,3 / 1.
ADVANTAGE	63 / 3.	83 / 1.	69 / 2.	50 / 4.
PANORAMA NOVA	85 / 2.	75 / 4.	88 / 1.	83 / 3.
FPS 7000	85 / 1.	73 / 4.	80 / 3.	83 / 2.
3M – 6900 a 6800	69 / 2.	64 / 3.	73 / 1.	50 / 4.
Sundström – SR 200	82,5 / 3.	83,3 / 1.	75,0 / 4.	83,3 / 1.
54100 North	77 / 3.	82 / 1.	80 / 2.	67 / 4.

Legenda : 1. místo 2. místo 3. místo 4. místo

Z tabulky 5 je patrné, že v případě mužské populace dosahují OM z hlediska těsnosti u „vítěznych“ tvarů obličeje ve většině případů 100 % hodnocení. Tam, kde není 100 %, je minimálně 83 % hodnocení. Výjimku tvoří OM CM-3, OM VENUS a OM 3S, kde se hodnocení „vítěznych“ tvarů obličeje pohybuje od 64 do 72 %.

V případě žen dosahují OM jen zcela výjimečně 100 % hodnocení a to v případě srdcového obličeje, který byl zastoupen pouze 3 ZO. Tento fakt svědčí o skutečnosti, že ženám obecně OM těsní hůře nežli mužům.

Tabulka 5
Těsnost OM v závislosti na tvaru obličeje – muži (♂)

Typ OM	Vyhovující OM (%) / Pořadí v rámci typu OM v závislosti na tvaru obličeje			
	Oválný	Hranatý	Kulatý	Srdcový
CM – 3	64 / 1.	44 / 2.	22 / 4.	33 / 3.
CM – 4	36 / 4.	83 / 1.	56 / 3.	67 / 2.
CM – 5	44 / 3.	67 / 2.	89 / 1.	0 / 4.
CM – 6	84 / 4.	100 / 1.	89 / 3.	100 / 1.
OM 90	100 / 1.	83 / 4.	89 / 3.	100 / 1.
M-98	84 / 2.	50 / 4.	89 / 1.	67 / 3.
PROMASK	96 / 3.	100 / 1.	100 / 1.	67 / 4.
SARI Sil	96 / 4.	100 / 1.	100 / 1.	100 / 1.
VISION	88 / 3.	100 / 1.	100 / 1.	67 / 4.
VENUS 1	68 / 1.	66,6 / 2.	66,6 / 2.	66,6 / 2.
3S	72 / 1.	50 / 4.	66,6 / 2.	66,6 / 2.
ULTRA ELITE	84 / 2.	83 / 3.	78 / 4.	100 / 1.
ADVANTAGE	72 / 3.	100 / 1.	89 / 2.	67 / 4.
PANORAMA NOVA	88 / 3.	67 / 4.	89 / 2.	100 / 1.
FPS 7000	88 / 1.	83 / 3.	87,5 / 2.	67 / 4.
3M – 6900 a 6800	84 / 1.	66,6 / 4.	75 / 2.	66,6 / 4.
Sundström – SR 200	84 / 4.	100 / 1.	100 / 1.	100 / 1.
54100 North	84 / 3.	83 / 4.	100 / 1.	100 / 1.

Legenda : 1. místo 2. místo 3. místo 4. místo

Tabulka 6
Těsnost OM v závislosti na tvaru obličeje – ženy (♀)

Typ OM	Vyhovující OM (%) / Pořadí v rámci typu OM v závislosti na tvaru obličeje			
	Oválný	Hranatý	Kulatý	Srdcový
CM – 3	33,3 / 1.	17 / 3.	29 / 3.	33,3 / 1.
CM – 4	40 / 4.	50 / 3.	71 / 1.	67 / 2.
CM – 5	20 / 3.	17 / 4.	71 / 1.	33 / 2.
CM – 6	33 / 2.	0 / 4.	29 / 3.	67 / 1.
OM 90	60 / 3.	33 / 4.	86 / 2.	100 / 1.
M-98	80 / 1.	50 / 2.	43 / 3.	33 / 4.
PROMASK	60 / 3.	50 / 4.	86 / 2.	100 / 1.
SARI Sil	67 / 3.	50 / 4.	71 / 2.	100 / 1.
VISION	47 / 3.	50 / 2.	71 / 1.	33 / 4.
VENUS 1	60 / 1.	17 / 4.	57 / 2.	33 / 3.
3S	53 / 3.	33 / 4.	57 / 2.	67 / 1.
ULTRA ELITE	66,6 / 3.	83 / 1.	71 / 2.	66,6 / 3.
ADVANTAGE	47 / 2.	67 / 1.	43 / 3.	33 / 4.
PANORAMA NOVA	80 / 3.	83 / 2.	86 / 1.	67 / 4.
FPS 7000	79 / 2.	60 / 4.	71 / 3.	100 / 1.
3M – 6900 a 6800	43 / 3.	60 / 2.	71 / 1.	33 / 4.
Sundström – SR 200	80 / 1.	66,6 / 2.	43 / 4.	66,6 / 2.
54100 North	64 / 2.	80 / 1.	57 / 3.	33 / 4.

Legenda : 1. místo 2. místo 3. místo 4. místo

Závislost těsnosti OM na antropometrických parametrech zkušebních osob se ze získaných výsledků vyhodnocuje jen velmi obtížně. Kromě vlastních antropometrických parametrů zde hraje významnou roli již uvedený tvar obličeje a další individuální dispozice každé ze zkušebních osob. Významný je tvar např. lebky ve spánkové oblasti, kdy těsnost OM u ZO s „propadlými“ spánky byla naměřena o poznání horší než u ZO osob se spánky rovnými.

Obecně lze z dosažených výsledků měření vyvodit, že limitující morfologickou výškou obličeje je 108 respektive 125 mm, při jejich překročení (MVO < 108 nebo MVO > 125) se těsnost OM snižuje. Stejně tak lze konstatovat, že těsnost OM je menší u osob s bizygomatickou šířkou obličeje menší než 132 mm. Pokud byly oba tyto parametry (MVO a BŠO) u ZO zkombinovány, vycházela celkově těsnost OM menší než 50 %.

Dle dosažených výsledků má vliv na těsnost rovněž šířka ústní štěrbin. U ZO se štěrbinou ≤ 50 mm a ≥ 60 mm jsou výsledky těsnosti ochranných masek podstatně horší, než u ZO s ústní štěrbinou pohybující se v rozmezí těchto hodnot. V některých případech je to umocněno i parametrem morfologické výšky obličeje, který se u těchto ZO také vymyká výše uvedené optimální hodnotě.

Tato zjištění korespondují s normami NIOSH [4] používanými v USA, dle kterých by měl výběr ZO pro měření těsnosti prostředků ochrany dýchacích cest vycházet ze závislosti morfologické výšky obličeje na bizygomatické šířce obličeje, eventuálně ze závislosti morfologické výšky obličeje na šířce ústní štěrbin. K tomu je v těchto normách stanoven graf závislosti s rozmezím povolených hodnot, které by u ZO neměly být překročeny. Toto ale platí při schvalování používání posuzovaných ochranných prostředků v referenčních laboratořích. V našem případě bylo cílem zjistit možnost použití posuzovaných licínic OM u náhodně vybraného vzorku české populace, a proto nebylo při výběru ZO k těmto kritériím přihlíženo.

*Tabulka 7
Doporučené OM pro populaci ČR dle pohlaví a tvaru obličeje*

Pořadí doporučených OM	1.	2.	3.	4.	5.
Muži (♂)					
oválný obličej	FPS 7000 (fa.Dräger)	3M – 6900 (fa.3M)	3S (fa.MSA Auer)	M-98 (fa.SCOTT)	OM – 90 (fa.Gumárny Zubří)
hranatý obličej	SARI Sil (fa.SCOTT)	ADVANTAGE (fa.MSA Auer)	PROMASK (fa.SCOTT)	SR – 200 (fa.Sundström)	VISION (fa.SCOTT)
kulatý obličej	SARI Sil (fa.SCOTT)	SR – 200 (fa.Sundström)	PROMASK (fa.SCOTT)	VISION (fa.SCOTT)	54100 NORTH (fa.North)
srdcový obličej	SARI (fa.SCOTT)	PANORAMA NOVA (fa. Dräger)	ULTRA ELITE (fa.MSA Auer)	SR – 200 (fa.Sundström)	54100 NORTH (fa.North)
Ženy (♀)					
oválný obličej	SR – 200 (fa.Sundström)	M-98 (fa.SCOTT)	ADVANTAGE (fa.MSA Auer)	FPS 7000 (fa.Dräger)	54100 NORTH (fa.North)
hranatý obličej	ADVANTAGE (fa.MSA Auer)	ULTRA ELITE (fa.MSA Auer)	54100 NORTH (fa.North)	PANORAMA NOVA (fa.Dräger)	VISION (fa.SCOTT)
kulatý obličej	PANORAMA NOVA (fa.Dräger)	VISION (fa.SCOTT)	SARI Sil (fa.SCOTT)	3M – 6900 (fa.3M)	PROMASK (fa.SCOTT)
srdcový obličej	SARI Sil (fa.SCOTT)	FPS 7000 (fa.Dräger)	3S (fa.MSA Auer)	PROMASK (fa.SCOTT)	SR – 200 (fa.Sundström)

Z předchozích tabulek je možné doporučit pro populaci ČR v závislosti na pohlaví, morfologicko-metrických parametrech obličeje a tvaru obličeje OM, které zabezpečí svým uživatelům maximální ochranu před působením nebezpečných látek v ovzduší (viz tabulka 7). Tato doporučení vychází rovněž z objektivního hodnocení ochranných masek, kdy je hodnocen i jejich uživatelský komfort.

Všechny OM uvedené v tabulce 7 je možné zakoupit v ČR. Jsou distribuovány prostřednictvím maloobchodní sítě, do které jsou dodávány zastoupeními výrobci v ČR.

Porovnání subjektivního a objektivního hodnocení OM

Porovnáním výsledků subjektivního hodnocení OM z let 2004–2005 a výsledků měření průniku z let 2008–2012 zjistíme, že ve většině případů došlo k posunu OM v pomyslné výsledkové lince a to obojím směrem. Některé OM si pohoršily, jiné zase polepšily. Markantní je to u masek fy. 3M OM řady 6000 a fy. MSA AUER OM Advantage, které se z pomyslného 1. místa respektive 2. místa posunuly na místo 6. respektive 7. Naopak OM fy. Dräger Panorama Nova se z 9.–10. místa posunula na místo první [1]. Z tabulky 8 je patrné, že subjektivní a v tomto případě pocitové vnímání některých vlastností OM jednotlivými ZO, jako jsou tlak na obličej, dýchací odpor, panoramatické vidění, snadné nasazení OM atd., mohou být v některých případech zavádějící a spíše než skutečné ochranné vlastnosti OM hodnotí komfort jejich užívání. Při samotném výběru OM by měla být na první místo kladena schopnost OM chránit svého uživatele před působením nebezpečných látek, které se do těla mohou dostat dýchacími cestami, tedy případnými netěsnostmi OM.

*Tabulka 8
Porovnání pořadí OM subjektivním a objektivním hodnocením*

Typ OM	Objektivní hodnocení OM v letech 2009–2012	Subjektivní hodnocení OM r. 2006
CM – 4	11.	9. – 10.
CM – 5	12.	11.
CM – 6	8.	5.
M-98	5.	3.
PROMASK	1. – 2.	4.
VENUS	10.	12.
3S	9.	6 - 7.
ULTRA ELITE	4.	8.
ADVANTAGE	6. – 7.	2.
PANORAMA NOVA	1. – 2.	9. – 10.
3M – 6900	6. – 7.	1.
Sundström – SR 200	3.	6. – 7.

ZÁVĚR

Práce hodnotí základní parametr ochranných masek nabízených na tuzemském trhu – průnik v závislosti na antropologických parametrech současné české populace. Výsledky měření těsnosti lícnic ochranných masek ukázaly, že na tuzemském trhu je nabízena celá řada ochranných masek, které nejen že splňují požadavky ČSN EN 136, ale současně vyhovují

požadavkům geomorfologické skladby obyvatelstva z hlediska stavby jeho obličeje. Potenciální uživatelé ochranných masek si pouze musí správně vybrat takovou, která jim zabezpečí co nejvyšší možnou ochranu. Při jejich hromadném pořizování je možné přihlídnout k celkovým kvantitativním výsledkům měření průniku (těsnosti) a konkrétnímu složení uživatelské skupiny osob.

Jednotliví uživatelé ochranných masek by měli při jejich pořizování přihlídnout ke svým individuálním dispozicím obličeje a vybrat takovou, která jim zabezpečí co nejvyšší možnou ochranu současně s vysokým uživatelským komfortem. Prvním kritériem výběru ochranné masky je pohlaví, druhým tvar obličeje a třetím antropometrické parametry obličeje.

Résumé

Paper evaluates the fundamental parameter of protective masks offered on the domestic market – their penetration qualities depending on facial anthropological parameters of the current Czech population. Test results of face masks tightness tests have shown that a wide range of protective masks offered on the domestic market not only meet the requirements of ČSN EN 136, but at the same time meet requirements of geomorphological structure of the population in terms of their head shape and upper face shape. Potential users of protective masks should only choose the right protective mask, which would provide them with as much protection as possible. If purchasing them collectively, it is possible to take into account the overall quantitative results of the penetration testing and the specific constitution of the user group.

Individual users of protective masks should take into account their individual facial anthropometric parameters and choose such protective mask that provides as much protection as possible and at the same time is user friendly. The first criterion for the correct selection of a mask is gender, the second is a face shape, and the third are facial anthropometric parameters.

Příspěvek vznikl v rámci projektu VI20152020009.

Literatura

- [1] SÝKORA, Vlastimil a Čestmír HYLÁK. Testování ochranných masek. 112: odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva. 2004, ročník III, č. 8, s. 20–22.
- [2] ČSN EN 136. Ochranné prostředky dýchacích orgánů – Obličejové masky – Požadavky, zkoušení a značení. Praha: Český normalizační institut, 1998.
- [3] HYLÁK, Čestmír a Vlastimil SÝKORA. Metodika měření těsnosti ochranných masek. Lázně Bohdaneč: MV – GR HZS ČR Institut ochrany obyvatelstva, 2007.
- [4] Procedure No.RST-APR-STP-0005-05a-06: Determination of qualitative isoamyl acetate (IAA) faepiece, air-purifying respirators standard testing procedure. Pittsburgh: National Institute for Occupational Safety and Health, National Personal Protective Technology Laboratory.
- [5] <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/download/120006724/?lang=cs>
- [6] <https://rasovetypy.wordpress.com/2011/08/30/zakladni-rasove-typy-bileho-plemene/>
- [7] HYLÁK, Čestmír, Vlastimil SÝKORA, Dagmar URBANOVÁ a Hana KOVALIČOVÁ. Měření průniku SF₆ do lícnic ochranných masek dostupných na tuzemském trhu [Výzkumná zpráva]. Lázně Bohdaneč: MV – GR HZS ČR Institut ochrany obyvatelstva, 2011.
- [8] <http://21stoleti.cz/2006/05/19/jsme-opravdu-tak-rozdilni/>
- [9] <https://obchod.klimafil.cz/p/154/ochranna-celooblicejova-mask-a-scott-promask-black>

- [10] https://www.draeger.com/cs_cz/Fire-Services/Products/Personal-Protection-Equipment/Masks-and-Filters/Full-Face-Masks/FPS-7000
- [11] <http://guzu.cz/index.php?view=nbc&display=ochranne-masky-vojenske-om-90&lang=cz>