

Wskaźnik ochrony i dopasowania sprzętu ochrony układu oddechowego – wyniki w laboratorium a rzeczywistość

Fot. Allen Graham/Bigstockphoto



W artykule przedstawiono podstawowe metody ilościowe i jakościowe wyznaczania wskaźników ochrony dla sprzętu ochrony układu oddechowego. Wskazano zalety i wady obu typów metod oraz przedstawiono różnice pomiędzy wyznaczonymi wskaźnikami ochrony stosowanymi przy doborze sprzętu ochrony układu oddechowego w różnych krajach.

Omówiono ponadto wyniki dotychczas prowadzonych badań wskaźników ochrony i rozróżnił wartości wskaźników ochrony na stanowiskach pracy, który jest znacznie większy niż uzyskiwany w powtarzalnych warunkach laboratoryjnych. Dlatego, aby zapewnić bezpieczeństwo pracownikom, ocena szczelności i wskaźnika ochrony powinna być przeprowadzana za każdym razem, gdy pracownikowi przydzielany jest sprzęt ochrony układu oddechowego.

Fit and protection factor of respiratory protective devices – laboratory vs. reality

This article presents basic methods of determining quantitative and qualitative fit factors for respiratory protective devices (RPD). Both types of methods have their advantages and disadvantages. The assigned protection factors used in selecting RPDs vary among countries. This article also discusses the results of studies and the fact that the dispersion in the values of fit factors at workstations is much greater than in values obtained in reproducible laboratory conditions. Therefore, to ensure workers' safety, fit and the protection factor should be assessed whenever an employee is assigned an RPD.

Wstęp

W celu uzyskania optymalnej ochrony układu oddechowego, oprócz przeprowadzenia standardowej procedury doboru sprzętu, uwzględniającej m.in. rodzaj i stężenia zanieczyszczeń w powietrzu, koniecznie należy go odpowiednio dopasować do twarzy użytkownika. Ma to szczególne znaczenie w odniesieniu do ochron podciśnieniowych, w których powietrze dostaje się pod część twarzową dzięki pracy mięśni podczas wdechu, wyposażonych w tzw. szczelnie dopasowane części twarzowe (maski, półmaski). Do tej części zaliczany jest cały „tradycyjny” sprzęt oczyszczający w postaci m.in. najpopularniejszych półmasek filtrujących lub półmasek i masek kompletowanych z filtrami, pochłaniaczami czy też filtropochłaniaczami.

Należy pamiętać, że część twarzowa sprzętu ochrony układu oddechowego, która nie jest dopasowana do twarzy użytkownika, może zapewnić jedynie iluzję ochrony [1]. Aby temu zapobiec wielu producentów oferuje części twarzowe w różnych rozmiarach i kształtach. Niemniej jednak, aby wybrać naprawdę skuteczny sprzęt, należy przeprowadzić test dopasowania umożli-

wiający wyznaczenie wskaźnika ochrony/dopasowania dla każdego indywidualnego przypadku.

Podobnie jak linie papilarne, każdy z nas ma niepowtarzalną twarz, z różnym rozmiarem, kształtem i różnymi cechami charakterystycznymi. Ponadto dochodzą aspekty związane z pochodzeniem etnicznym. Na rynku dostępnych jest obecnie wiele różnorodnych typów sprzętu ochrony układu oddechowego. W takiej sytuacji konieczne staje się prowadzenie oceny dopasowania części twarzowej każdemu użytkownikowi w celu zapewnienia wymaganego poziomu ochrony przed czynnikami szkodliwymi występującymi na stanowiskach pracy.

Podstawowym celem przeprowadzenia badania dopasowania sprzętu ochrony układu oddechowego jest zatem zidentyfikowanie, jaki model, kształt, rozmiar powinna mieć część twarzowa tego sprzętu, aby jak najlepiej pasowała do kształtu twarzy użytkownika. Ponadto w trakcie oceny dopasowania istnieje możliwość wykrycia ewentualnych problemów związanych z użytkowaniem sprzętu ochrony układu oddechowego przez pracownika w ogóle, a także przeprowadzenia szkolenia związanego

z prawidłowym zakładaniem, dopasowaniem i podstawowym, podciśnieniowym testem szczelności. W trakcie takiej oceny możliwe jest również zademonstrowanie pracownikom, jak na skuteczność ochron wpływają różne czynniki, takie jak zarost, nieprawidłowe założenie filtrów, uszkodzenie zaworu wydechowego itp.

Opracowanie nowej, ujednoliconej na poziomie UE metodyki badania i wytycznych do wyznaczania rzeczywistego wskaźnika ochrony, dla różnych typów sprzętu ochrony układu oddechowego, umożliwiającą ich porównywanie dla różnych stanowisk i warunków pracy jest podstawowym celem zadania badawczego realizowanego obecnie w CIOP-PIB w ramach sieci partnerstwa PEROSH.

Wyznaczenie wskaźnika dopasowania i ochrony

Obecnie dostępnych jest wiele metod przeprowadzenia oceny stopnia dopasowania części twarzowej – wyznaczenia wskaźnika dopasowania i ochrony. Określa on, jaka część zanieczyszczeń badanej substancji przedostaje się pod część twarzową – do strefy wdechu. Wskaźniki

te można podzielić na dwie podstawowe grupy: jakościowe i ilościowe [2]. Wyznaczone wskaźniki dopasowania na bazie metod jakościowych dają wynik jedynie w postaci 0/1 – szczelny/nieszczelny, oparty na subiektywnych odczuciach uczestnika badania, wyczuwającego bądź nie charakterystyczny smak, zapach czy podrażnienia wywoływane przez substancje testowe. Jeżeli uczestnik wyczuje substancję testową, wynik oceny dopasowania jest negatywny. Jeżeli uczestnik nie wyczuwa w ocenianym sprzęcie ochrony układu oddechowego substancji testowej, przyjmuje się, że ochrona jest zapewniona, na co najmniej na takim poziomie, do jakiego dany sprzęt został zaprojektowany.

Metody ilościowe wyznaczania wskaźnika ochrony opierają się na pomiarach ilości zanieczyszczeń w atmosferze otaczającej uczestnika i w powietrzu wdychanym, które próbkowane jest spod części twarzowej, ze strefy wdechu. Metody te są bardziej bezstronne i ich wyniki nie zależą od subiektywnej oceny uczestnika badań. Wymagają one natomiast wykonywania specjalnych modyfikacji części twarzowych, wynikających z konieczności podłączenia sondy umożliwiającej pobieranie próbek wdychanego powietrza. Badający musi zatem dysponować odpowiednio zmodyfikowanymi próbkami sprzętu, identycznymi z tymi, jakie mają być stosowane na stanowisku pracy przez badaną osobę.

Do najpopularniejszych metod jakościowych wyznaczania wskaźnika dopasowania należą metody, w których wykorzystywany jest Bitrex, olej bananowy, sacharyna i drażniący dym.

Bitrex, czyli benzoesan denatonium to organiczny związek chemiczny, który jest uznany w Księdze Rekordów Guinnessa za najbardziej gorzką ze wszystkich znanych substancji. Został on opracowany jako „zniechęcający” do spożycia i jest stosowany do skażania toksycznych substancji, których spożycie (szczególnie przez dzieci) może powodować poważne zatrucia. Mogą to być np. wszelkie płyny stosowane w gospodarstwie domowym, zawierające toksyczne substancje (płyny do mycia szyb, odmróżacze zawierające glikole, ciekłe mydła, szampony, denaturat itp.).

Metoda z wykorzystaniem Bitrexu oparta jest zatem na zmyśle smaku. W trakcie oceny dopasowania związek ten jest rozpylany z ręcznego atomizera do dużego kaptura, pod którym stoi uczestnik badania w ocenianej części twarzowej sprzętu ochrony układu oddechowego i wykonuje wdechy ustami. Wycucie gorzkiego smaku oznacza brak szczelności.

Analogicznie prowadzona jest ocena wskaźnika dopasowania z użyciem sacharyny – sztucznym środkiem słodzącym. Jest to imid kwasu o-sulfobenzoesowego. Na produktach spożywczych oznaczana jest kodem E954. Sacharyna jest ok. 300 do 500 razy słodsza od cukru, a stężenie, przy którym jest już wyczuwalna to 23 $\mu\text{mol/l}$ (dla porównania NaCl jest wykrywany przy 100 $\mu\text{mol/l}$). W tym przypadku wycucie słodkiego smaku oznacza brak szczelnego dopasowania. Metoda ta jest jednak bardziej skomplikowana niż



Fot. Wyznaczanie rzeczywistego wskaźnika ochrony z użyciem licznika cząstek PortaCount na stanowisku szlifierza konstrukcji stalowych dla maski skompletowanej z filtrami klasy P3

Photo. Assigning a real protection factor with a PortaCount particle counter at a metal grinder's workstation for a mask equipped with P3 filters

poprzednia, bo przed przystąpieniem do oceny szczelności wymaga ustalenia indywidualnego progu smaku – minimalnego stężenia, jakie należy wytworzyć pod kapturem, aby badana osoba bez sprzętu wyczuła słodki smak.

Olej bananowy, czyli octan pentylu jest rozpuszczalnikiem organicznym o silnym zapachu. Jest on stosowany m.in. jako składnik aromatyzujący do produkcji lakierów, perfum i zmywaczy do paznokci. Badanie z jego użyciem opiera się zatem na zmyśle powonienia. Podobnie jak w przypadku sacharyny, przed badaniem należy sprawdzić zdolność rozpoznawania jego zapachu przez uczestnika i ocenić próg wyczuwalności. Jeżeli próg jest zbyt wysoki, trzeba zastosować inną metodę oceny dopasowania części twarzowej. Badanie polega na umieszczeniu w wąskim tunelu uczestnika badań, z założonym badanym sprzętem, trzymającą na poziomie twarzy bibułę nasączoną olejem bananowym i wykonującego wdechy nosem. Brak wycucia zapachu oleju w określonym czasie oznacza odpowiednie dopasowanie sprzętu.

Ostatnią z wymienionych metod jakościowych jest zastosowanie drażniącego dymu. Do wytworzenia „dymu” stosowany jest chlorek cyny (IV) (dawniej: chlorek cynowy, SnCl_4) – nieorganiczny związek chemiczny sól kwasu solnego i cyny na IV stopniu utlenienia. W temperaturze pokojowej sól ta jest bezbarwnym płynem, który „dymi” w kontakcie z powietrzem, wydzielając szczypiący zapach. Jednym ze składników „dymu” jest chlorowódz HCl, który jest wyczuwalny już przy stężeniu 5 ppm. Na skutek jego oddziaływania następuje podrażnienie gardła i nosa, kaszel i łzawienie oczu, dlatego metoda ta powinna być stosowana jedynie do oceny masek. Badanie polega na omywaniu dymem ocenianej części twarzowej na wolnej przestrzeni.

Istnieje także wiele metod ilościowych wyznaczania wskaźnika ochrony sprzętu ochrony układu oddechowego. Wskaźnik ochrony dostarcza nie tylko informacji o tym, czy dany sprzęt jest dopasowany, ale również o tym, ile zanieczyszczeń przedostaje się pod część twarzową. Do najczęściej stosowanych w laboratoriach należą metody, w których uczestnik badania w ocenianym sprzęcie znajduje się w komorze badawczej i wykonuje w niej określoną serię ćwiczeń. Do komory doprowadzony jest aerozol testowy, którego próbki pobierane są z wnętrza komory i spod części twarzowej badanego sprzętu. Próbki kierowane są do analizatora (np. licznika cząstek, fotometru laserowego lub płomieniowego), który wyznacza wskaźnik ochrony, czyli stosunek stężenia w komorze do stężenia substancji, która przedostała się pod badaną część twarzową. Jako substancje testowe, z których generowany jest aerozol, najczęściej stosowane są olej kukurydziany oraz chlorek sodu.

Kolejną metodą ilościową oceny wskaźnika ochrony jest system kontrolowanego podciśnienia. Aparatura stosowana w tej metodzie nie mierzy właściwie wskaźnika dopasowania, a pozwala na ocenę szczelności danej części twarzowej. W części twarzowej montowanej na aparaturze zakładane są specjalne adaptory, które odcinają dopływ powietrza przez zawory wdechowe. Następnie wytwarzane jest ustalone podciśnienie pod częścią twarzową i mierzona jest ilość gazu (powietrza), która przedostaje się przez nieszczelności na jednostkę czasu, podczas utrzymywania stałego podciśnienia pod maską. Oczywiście metoda ta nie pozwala na badanie półmasek filtrujących, których korpus/czasza jest jednocześnie elementem oczyszczającym.

Obecnie najpopularniejszą metodą ilościową oceny wskaźnika ochrony jest metoda wykorzystująca aerozol powietrzny i kondensacyjny licznik cząstek, który na zmianę zlicza cząstki w otoczeniu i pod badaną częścią twarzową. Na tej podstawie wyliczany jest bezpośrednio wskaźnik dopasowania. Nie ma tu zatem potrzeby generowania aerozolu testowego ani stosowania jakiegokolwiek komory czy tuneli. Zliczane są cząsteczki, które w danym miejscu są zawieszane w powietrzu. Korzystając z tej metody można więc prowadzić pomiary wskaźnika dopasowania zarówno w laboratorium, jak i bezpośrednio na stanowiskach pracy (fot.).

Istnieje wiele możliwości znalezienia odpowiedniego rozwiązania i prawidłowego dopasowania sprzętu ochrony układu oddechowego prawie dla każdego pracownika. Oczywiście opisane metody mają swoje wady i zalety. Podstawową zaletą metod jakościowych jest niska cena składników i możliwość przeprowadzenia oceny bezpośrednio przez pracodawców lub służbę bhp, wadą natomiast jest subiektywna ocena uczestników, wynikająca z progów wyczuwalności substancji testowych, a zatem możliwość popełnienia błędu w ocenie. Do głównych zalet metod ilościowych można zaliczyć precyzję oraz brak limitu dla wyznaczanego wskaźnika. Wadą jest natomiast potrzeba modyfikacji badanych części twarzowych, wysoki koszt niezbędnej aparatury i konieczność objęcia jej metrologicznym nadzorem.

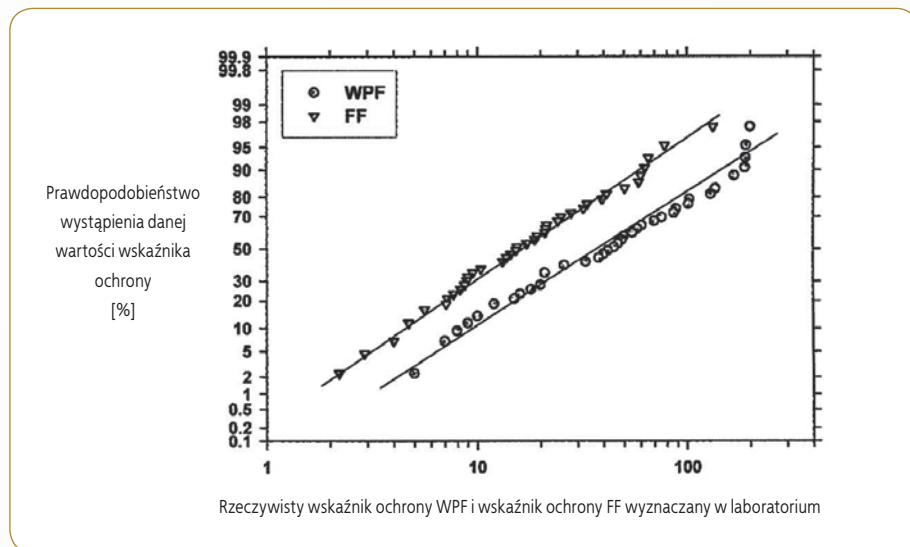
Laboratorium a rzeczywistość

Wyznaczony w opisany sposób wskaźnik dopasowania/ochrony daje ogólny obraz zachowania szczelności i prawidłowego dobrania sprzętu ochrony układu oddechowego dla indywidualnego użytkownika. Powstaje jednak pytanie, czy wyznaczone wartości tych wskaźników zachowują swój poziom w warunkach rzeczywistych – na stanowiskach pracy?

Wskaźnik, który wyznaczany jest w analogiczny sposób jak wskaźnik ochrony, ale na stanowiskach pracy i przy założeniu, że sprzęt ochrony układu oddechowego został założony poprawnie, nazywany jest rzeczywistym wskaźnikiem ochrony.

Jak pokazują dane literaturowe, rozrzut wartości wskaźników ochrony na stanowiskach pracy jest znacznie większy niż ten uzyskiwany w powtarzalnych warunkach laboratoryjnych [3]. Na tym samym stanowisku pracy uzyskiwane wartości, nawet dla tej samej osoby, mogą być diametralnie różne w zależności chociażby od chwilowego fizycznego obciążenia organizmu.

Dowodzą tego również badania wykonane z użyciem półmasek filtrujących klasy N95 na stanowiskach pracy w stalowni i odlewni żelaza [4]. Aby zminimalizować rozbieżności, opracowana została specjalna metoda pobierania próbek, mająca na celu ograniczenie wpływu natężenia przepływu powietrza wdychanego i miejsca powstawania nieszczelności. Pomimo zastosowania nowej metody i specjalnego przeszkolenia pracowników będących uczestnikami badań oraz



Rys. Logarytmiczno-normalny wykres prawdopodobieństwa wartości rzeczywistych wskaźników ochrony (WPF) i wskaźników ochrony wyznaczonych w laboratorium (FF) dla wszystkich zbadanych próbek [7]

Fig. Logarithmic-normal chart of probability of the values of real protection factors and protection factors assigned in a laboratory to all samples [7]

monitorowania sposobu zakładania i dopasowania, wyznaczone rzeczywiste wskaźniki ochrony na poszczególnych stanowiskach pracy mieściły się w zakresie od 753 do 5. Osiągały więc wartości nawet poniżej nominalnego wskaźnika ochrony wynoszącego 20, wyznaczanego na podstawie wartości maksymalnego całkowitego przecieku wewnętrznego określonej w normach dla sprzętu ochrony układu oddechowego. Zebrane podczas tych badań dane potwierdziły bardzo dynamiczny charakter zmian wartości wskaźników ochrony w trakcie wykonywania pracy oraz konieczność przeprowadzenia dodatkowych badań wskaźników ochrony z zastosowaniem innego sprzętu ochrony układu oddechowego w celu zapobieżenia sytuacjom, w których wskaźnik ochrony spada poniżej nominalnej wartości.

Badania wskaźników ochrony dla półmasek filtrujących na stanowiskach pracy w rolnictwie, przeprowadzone podczas wykonywania takich czynności, jak karmienie zwierząt, żniwa, rozładunek ziarna i rutynowy przegląd sprzętu rolniczego wykazały, że wobec niektórych zidentyfikowanych zagrożeń biologicznych nie gwarantują one zachowania odpowiedniego poziomu ochrony [5]. W szczególności dotyczyło to bakterii i zarodników grzybów.

Bezsprzeczna jest zatem konieczność wyznaczania rzeczywistych wskaźników ochrony. Prowadzone prace w Korei jednoznacznie wykazały, że wartości wskaźników ochrony otrzymywane w laboratorium są znacznie wyższe, niż rzeczywiste wskaźniki ochrony wyznaczone bezpośrednio na stanowiskach pracy [6]. Badania prowadzone były w stalowni z wykorzystaniem półmasek z wymiennymi filtrami i półmasek filtrujących. Określono również korelację pomiędzy wszystkimi wskaźnikami ochrony wyznaczonymi na stanowiskach pracy a wskaźnikami ochrony wyznaczonymi w laboratorium dla tych samych osób (rys.).

Ponadto zostały przeprowadzone prace pokazujące, że można zidentyfikować korelacje pomiędzy poszczególnymi metodami wyznaczania wskaźników dopasowania/ochrony [8]. Zaprezentowano to dla różnych typów ochron i następujących metod wyznaczania wskaźników dopasowania: dym drażniący AISI oraz Marsh, Bitrex, aerozol powietrzny, kontrolowane podciśnienie. Korelacja dotyczyła prawdopodobieństwa pozytywnego rezultatu przeprowadzonej oceny wskaźnika dopasowania.

Ponieważ wielokrotnie wykazywane, że rzeczywiste wskaźniki ochrony są niższe niż nominalne wskaźniki ochrony (obliczane na podstawie maksymalnego dopuszczalnego całkowitego przecieku wewnętrznego – wg wymagań norm), w Stanach Zjednoczonych wprowadzono pojęcie *Assigned Protection Factor* (ustalony wskaźnik ochrony), definiowany jako oczekiwany poziom ochrony, który zostanie zapewniony pracownikom przez sprzęt ochrony układu oddechowego stosowany zgodnie z przyjętym i wdrożonym na stałe przez pracodawcę programem doboru sprzętu ochrony układu oddechowego określonym w dokumencie OSHA 3352-02 z 2009 r. [9]. Dokument ten jest przeznaczony do obowiązkowego stosowania.

W Europie wprowadzono przewodnik EN 529:2005 *Zalecenia dotyczące doboru, użytkowania, obsługi i konserwacji*, w którym podano podstawowe wartości wskaźników ochrony [10]. Nie jest to jednak dokument o charakterze obowiązkowym.

W tabeli przygotowanej na podstawie wspomnianego przewodnika przedstawiono dla wybranych typów sprzętu ochrony układu oddechowego nominalne wskaźniki ochronne wynikające z maksymalnych dopuszczalnych wartości całkowitego przecieku wewnętrznego oraz ustalone wskaźniki ochronne obowiązujące w różnych krajach Europy. Dla porównania podano wartości

Tabela. Nominalne wskaźniki ochrony i wyznaczone wskaźniki ochrony używane w różnych krajach
 Table. Nominal values of protection and set values of protection used in various countries

Typ sprzętu	Klasa	Nominalny wskaźnik ochrony	Ustalony wskaźnik ochrony używany w niektórych krajach Europy					Ustalony wskaźnik ochrony
			Finlandia	Niemcy	Włochy	Szwecja	Zjednoczone Królestwo	
Półmaski filtrujące do ochrony przed cząstkami	FF P1	4	4	4	4	4	4	-
	FF P2	12	10	10	10	10	10	10
	FF P3	50	20	30	30	20	20	10
Półmaski pochłaniające lub filtropochłaniające z zaworami	FF Gaz X P1	4		4	--		4	-
	FF Gaz X P2	50		30	--		10	10
	FF Gaz X P2	12		10	--		10	10
	FF Gaz X P3	33		30	--		10	10
Półmaska i ćwierćmaska z elementem oczyszczającym	P1	4	4	4	4	4	4	-
	P2	12	10	10	10	10	10	10
	P3	48		30	30		20	10
	Gaz X	50	20	30	30	20	10	10
	Gaz X P1	4						-
	Gaz X P2	12						10
	Gaz X P3	48		30	--		10	10
Maska (wszystkie klasy)	P1	5	4	4	4	4	4	-
	P2	16	15	15	15	15	10	-
	P3	1000	500	400	400	500	40	50
	Gaz X	2000	500	400	400	500	20	50
	Gaz X P1	5						-
	Gaz X P2	16						-
	Gaz X P3	1000		400	--		20	50
Sprzęt oczyszczający z wymuszonym przepływem powietrza wyposażony w hełm lub kaptur	TH1	10	5	5	5 ^b	5	10	25
	TH2	50	20	20	20 ^b	20	20	25
	TH3	500	200	100	200 ^b	200	40	25
Sprzęt oczyszczający ze wspomaganym przepływem powietrza wyposażony w maski, półmaski lub ćwierćmaski	TM1	20	10	10	10 ^b	10	10	1000
	TM2	200	100	100	100 ^b	100	20	1000
	TM3	2000	1000	500	400 ^b	1000	40	1000
Aparaty wężowe sprężonego powietrza z automatem oddechowym Część 1: Aparaty z maską		2000	1000	1000	400	1000	40	50
Aparaty wężowe sprężonego powietrza z automatem oddechowym Część 2: Aparaty z półmaską z nadciśnieniem		200						50
Aparaty wężowe sprężonego powietrza lub tłoczonego powietrza	1A/1B	10						50
	2A/2B	50						50
	3A/3B	200						50
	4A/4B	2000						50
Aparaty wężowe świeżego powietrza	Półmaska	50		100	--		10	-
	Maska	2000	500	1000	400	500	40	-
Aparaty wężowe tłoczonego powietrza wyposażone w kaptur	Kaptur	200		100				-
Aparaty powietrzne butlowe ze sprężonym powietrzem	Automat bez nadciśnienia	2000		> 1000 ^a	400		40	50
	Automat nadciśnieniowy	2000		> 1000	1000		2000	10000

ustalonych wskaźników ochrony obowiązujące w Stanach Zjednoczonych – (na podstawie wymienionego dokumentu OSHA).

Podsumowanie

Przedstawione wartości ustalonych wskaźników ochrony w poszczególnych krajach znacznie odbiegają od siebie i są znacznie niższe od nominal-

nego wskaźnika ochrony. Jeżeli jednak nie przeprowadzimy własnej oceny wskaźnika dopasowania lub wskaźnika ochrony sprzętu, a użytkownik będzie stosował ochrony układu oddechowego, które nie są dopasowane do jego kształtu twarzy, to podane w tabeli wyznaczone wartości wskaźników ochrony nie zostaną osiągnięte: pracownik zostanie pozbawiony jakiegokolwiek ochrony. Ponadto należy pamiętać, że wartości

wskaźnika ochrony otrzymywane w warunkach rzeczywistych na stanowiskach pracy są często wielokrotnie niższe od tych wyznaczonych w czystym i przytulnym laboratorium.

Dlatego, aby zapewnić bezpieczeństwo pracownikom, ocena szczelności oraz wskaźnika dopasowania i ochrony powinna być przeprowadzana za każdym razem, gdy pracownikowi przydzielony jest sprzęt ochrony układu oddechowego oraz w sytuacjach wymagających zmiany dotychczas stosowanego typu lub rodzaju sprzętu. Biorąc pod uwagę ewentualne zmiany kształtu twarzy użytkownika, będące wynikiem np. operacji, pojawienia się blizny, zmiany masy ciała, ocenę dopasowania stosowanych ochron należy powtarzać przynajmniej raz w roku, aby zachować pewność prawidłowego dopasowania sprzętu, a przy okazji powtórzenia elementów szkolenia z zakresu zakładania, dopasowania, stosowania i konserwacji ochron układu oddechowego.

Jeżeli pracownikowi nie uda się dopasować odpowiedniego modelu oraz rozmiaru tradycyjnego sprzętu ochrony układu oddechowego, jedynym rozwiązaniem jest wyposażenie pracownika w sprzęt z wymuszonym przepływem powietrza skompletowany z luźno dopasowaną częścią twarzą w postaci, np. osłony twarzy lub kaptura, gwarantujący odpowiedni poziom ochrony.

PIŚMIENICTWO

- [1] *Respiratory protection in the workplace. A practical guide for small-business employers.* Cal/OSHA, CIPR, USA, 2005
- [2] *Introduction to respiratory fit testing, Application Note ITI-070,* TSI Incorporated, USA, 2009
- [3] ANSI 1910.134 Appendix A *Fit testing procedures (Mandatory),* 2004
- [4] Shu-An Lee *Laboratory and field evaluation of a new personal sampling system for assessing the protection provided by N95 respirators.* "Ann.Occup.Hyg." 2005, 49, 3:245-257
- [5] Larry L. Janssen *Workplace Protection factor for an N95 filtering facepiece respirator.* "Journal of Occupational and Environmental Hygiene" 4: 698-707, 2007
- [6] Shu-An Lee *Respiratory protection provided by N95 Filtering face piece respirators against airborne dust and microorganisms in agricultural farms.* "Journal of Occupational and Environmental Hygiene" 2005, 2:577-585
- [7] Don-Hee Han *Correlations between workplace protection factors and fit factors for filtering face pieces in the welding workplace* "Industrial Health" 2002, 40:328-334
- [8] Thomas J. Nelson *Recommendations for the acceptance criteria for new fit test methods.* "Journal of ISRP" 2004, 21
- [9] *Assigned Protection Factors for the revised respiratory protection standard.* OSHA, 3352-02, USA 2009
- [10] EN 529:2005 *Sprzęt ochrony układu oddechowego. Zalecenia dotyczące doboru, użycia, obsługi i konserwacji.* Przewodnik

Publikacja opracowana na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wzszego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.