



Katarzyna Majchrzycka
Małgorzata Okrasa

**DOBÓR SPRZĘTU
OCHRONY UKŁADU
ODDECHOWEGO
DO ZAGROZEŃ
BIOLOGICZNYCH**

**MATERIAŁY INFORMACYJNE
DLA UŻYTKOWNIKÓW SPRZĘTU**

Materiały informacyjne dla użytkowników sprzętu
Dobór sprzętu ochrony układu oddechowego do zagrożeń biologicznych

Opracowano na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2017-2019 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.

Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

Projekt III.N.11.Opracowanie prognostycznego modelu mikrobiologicznego do oceny bezpieczeństwa stosowania sprzętu ochrony układu oddechowego w środowisku szkodliwych bioaerozoli

Autorzy:

dr hab. inż. Katarzyna Majchrzycka, prof. Instytutu – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ochron Osobistych

dr Małgorzata Okrasa – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ochron Osobistych, Pracownia Sprzętu Ochrony Układu Oddechowego

Kontakt:

dr hab. inż. Katarzyna Majchrzycka, prof. Instytutu

CIOP-PIB, Zakład Ochron Osobistych

90-133 Łódź, ul. Wierzbowa 48

Tel. (42) 6480220

E-mail: kamaj@ciop.lodz.pl

Zdjęcie na okładce: www.freepik.com. Designed by kjpargeter

© Copyright by

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa 2019

CIOP  **PIB**

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
ul. Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa
tel. (48-22) 623 36 98, www.ciop.pl



Abstrakt

Minimalizacja skutków szkodliwego oddziaływania czynników biologicznych na człowieka zależy od stopnia wypełniania przez pracodawców zobowiązań wynikających z dyrektywy 2000/54/EWG/rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie ochrony pracowników przed czynnikami biologicznymi. W szczególności określono w tych aktach prawnych obowiązki pracodawcy dotyczące wyposażania pracowników w środki ochrony indywidualnej. Jednocześnie z innych aktów prawnych z obszaru BHP wynika, że pracodawca zobowiązany jest do zapewnienia pracownikom warunków do bezpiecznego stosowania tych środków.

W wyniku badań prowadzonych w Zakładzie Ochron Osobistych CIOP-PIB potwierdzono, że podczas użytkowania sprzętu filtrującego dochodzi do wzrostu liczby mikroorganizmów, które mogą stanowić potencjalne zagrożenie przy długotrwałym jego stosowaniu. Aby temu zapobiec pracodawca powinien określić zasady prawidłowego stosowania sprzętu. W tym celu konieczna jest wiedza o stopniu przeżywania mikroorganizmów w materiałach filtracyjnych.

W materiałach informacyjnych dla pracodawcy podano, w sposób syntetyczny, dane na temat zagrożeń, a także wskazówki dotyczące doboru sprzętu oraz zasad jego prawidłowego stosowania i szkoleń.

1. Stan prawny

W Polsce działania legislacyjne zmierzające do ograniczenia zagrożenia czynnikami biologicznymi reguluje Rozporządzenie Ministra Zdrowia (MZ) z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki¹, które przenosi do prawa polskiego postanowienia Dyrektywy 2000/54/WE Parlamentu Europejskiego i Rady UE z dnia 18 września 2000 r.² Zgodnie z wymaganiami Rozporządzenia MZ pracodawca ma obowiązek podejmować działania profilaktyczne wobec pracowników narażonych na szkodliwe czynniki biologiczne, obejmujące zastosowanie środków hermetyczności, w tym środków ochrony indywidualnej. W przypadku narażenia pracowników na wdychanie szkodliwego bioaerozolu jest to sprzęt ochrony układu oddechowego.

Podstawowym aktem prawnym regulującym postanowienia dotyczące stosowania środków ochrony indywidualnej jest Kodeks Pracy³. Zgodnie z art. 237⁶, p. 1 pracodawca jest obowiązany dostarczyć pracownikowi nieodpłatnie środki ochrony indywidualnej zabezpieczające przed działaniem niebezpiecznych i szkodliwych dla zdrowia czynników występujących w środowisku pracy oraz informować go o sposobach postępowania się tymi środkami. Zgodnie z p. 3 tego samego art. środki ochrony indywidualnej dostarczane przez pracodawcę powinny spełniać wymagania dotyczące oceny zgodności określone w odrębnych przepisach. W praktyce dla pracodawcy i użytkownika oznacza to, że powinny być one oznaczone znakiem CE, co potwierdza ich zgodność z wymaganiami rozporządzenia Parlamentu Europejskiej i Rady (UE) nr 2016/425⁴ i odpowiednimi normami. W przypadku filtrującego sprzętu ochrony układu oddechowego są to normy: PN-EN 149⁵ i PN-EN 143⁶.

Jednocześnie zgodnie z rozporządzeniem Ministra Pracy i Polityki Socjalnej⁷ pracodawca powinien zapewnić, że środki ochrony indywidualnej przydzielane pracownikom są odpowiednie do

¹ Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r., Dz. U. 2005 Nr 81 poz. 716 z późniejszymi zmianami, Dz. U. 2008 Nr 48 poz. 288.

² Dyrektywa 2000/54/WE Parlamentu Europejskiego i Rady UE, Official Journal of European Communities L, 262/21.

³ Kodeks Pracy – Ustawa z dnia 26 czerwca 1974, Dz. U. 2014.1502 j.t. z późniejszymi zmianami.

⁴ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 2016/425 z dnia 9 marca 2016 r. w sprawie środków ochrony indywidualnej oraz uchylenia dyrektywy Rady 89/686/EWG, Dz. U. UE L 81/51.

⁵ EN 149+A1:2010 Sprzęt ochrony układu oddechowego. Półmaski filtrujące. Wymagania, badanie, znakowanie.

⁶ PN-EN 143:2004/A1:2007 Sprzęt ochrony układu oddechowego. Filtry. Wymagania, badanie, znakowanie

⁷ Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r., Dz. U. z 2003 r., Nr 169, poz. 1650 ze zmianami oraz z 2001 r. Nr 173, poz. 1034.

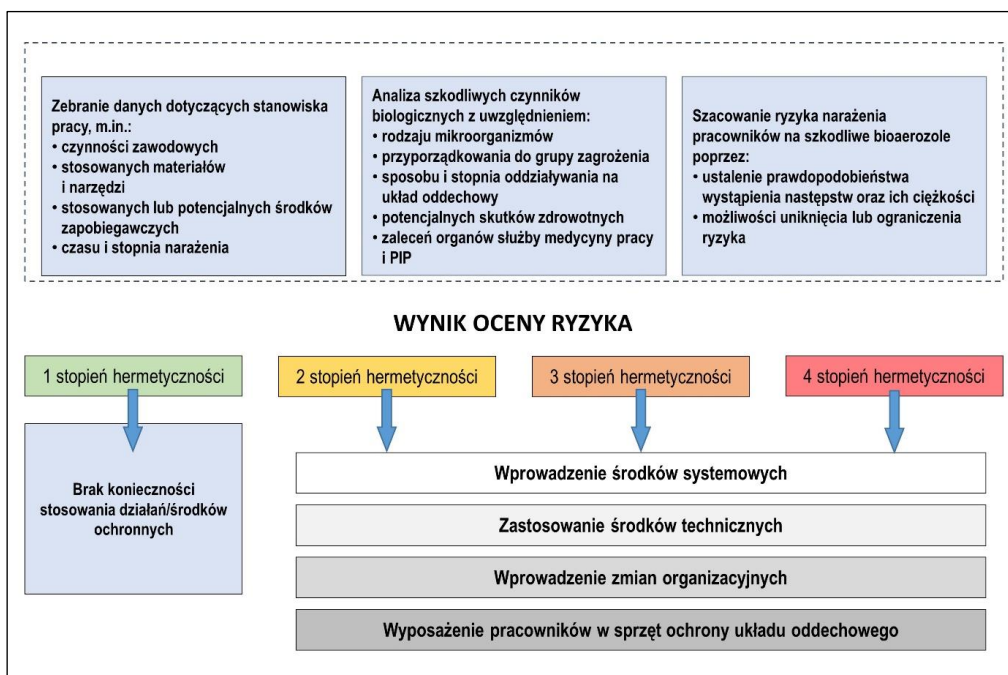
istniejącego zagrożenia i same z siebie nie powodują zwiększenia zagrożenia. Oznacza to, że sprzęt ochrony układu oddechowego przed szkodliwym bioaerozolem, oprócz wysokiej zdolności do wychwytywania cząstek drobnodispersyjnych, **powinien mieć właściwości biobójcze** lub **pracodawca powinien ustalić zasady i czas bezpiecznego stosowania sprzętu standardowego.** Wynika to z faktu, że przy jego długotrwałym użytkowaniu w środowisku mikroorganizmów może dojść do wzrostu ich liczby i utworzenia biofilmu we włókninie filtracyjnej, co może stanowić potencjalne źródło zagrożenia dla użytkownika sprzętu.

2. Ocena ryzyka

Przed doбором sprzętu ochrony układu oddechowego **obowiązkiem pracodawcy jest ocena ryzyka zawodowego związanego z narażeniem pracowników na wdychanie szkodliwego bioaerozolu.** W tym celu pracodawca powinien zgromadzić informacje dotyczące występujących na stanowiskach pracy szkodliwych czynników biologicznych, biorąc pod uwagę:

- klasyfikację i wykaz szkodliwych czynników biologicznych zawarty w rozporządzenia MZ,
- rodzaj czynności zawodowych wykonywanych przez pracownika oraz czas i stopień narażenia na działanie czynników biologicznych,
- możliwość (prawdopodobieństwo) działania alergizującego lub toksycznego szkodliwego czynnika biologicznego,
- rodzaj choroby, która może wystąpić u pracownika w następstwie wykonywanej pracy,
- analizę stwierdzonych przypadków wystąpienia chorób zawodowych, które miały bezpośredni związek z pracą wykonywaną przez pracowników zatrudnionych w warunkach narażenia na czynniki biologiczne,
- zalecenia organów właściwej inspekcji sanitarnej, jednostek służby medycyny pracy lub Państwowej Inspekcji Pracy.

Na rysunku 1 przedstawiono schemat postępowania przy ocenie ryzyka narażenia pracowników na wdychanie szkodliwego bioaerozolu.

Rysunek 1. Schemat oceny ryzyka w narażeniu na czynniki biologiczne⁸

3. Dobór sprzętu ochrony układu oddechowego

W przypadku konieczności wyposażenia pracowników w sprzęt ochrony układu oddechowego należy zastosować wytyczne przedstawione na rys. 2.

Wynik oceny ryzyka: średnie	
2 stopień hermetyczności Krótki czas narażenia na czynniki 2 grupy zagrożenia Zastosowane skuteczne inne środki prewencji	półmaski filtrujące FFP1R
2 stopień hermetyczności Długi czas narażenia Zastosowane skuteczne inne środki prewencji	półmaski filtrujące FFP2 R
2 stopień hermetyczności Długi czas narażenia Inne środki prewencji nie są wystarczająco skuteczne	półmaski filtrujące FFP3 NR lub półmaski z filtrami FFP2 lub półmaski z filtrami FFP3
Wynik oceny ryzyka: duże	
3 stopień hermetyczności Krótki czas narażenia Zastosowane skuteczne inne środki prewencji	półmaski filtrujące FFP3 NR
3 stopień hermetyczności Długi czas narażenia Inne środki prewencji nie są wystarczająco skuteczne	półmaski/maski z filtrami P3 lub sprzęt ze wspomaganie przepływu powietrza TMP2 lub sprzęt z wymuszonym przepływem powietrza THP2
4 stopień hermetyczności Długi czas narażenia Inne środki prewencji nie są wystarczająco skuteczne	sprzęt ze wspomaganie przepływu powietrza TMP3 lub sprzęt z wymuszonym przepływem powietrza THP3

Rysunek 2. Wskazówki doboru sprzętu ochrony układu oddechowego przed bioaerozolem

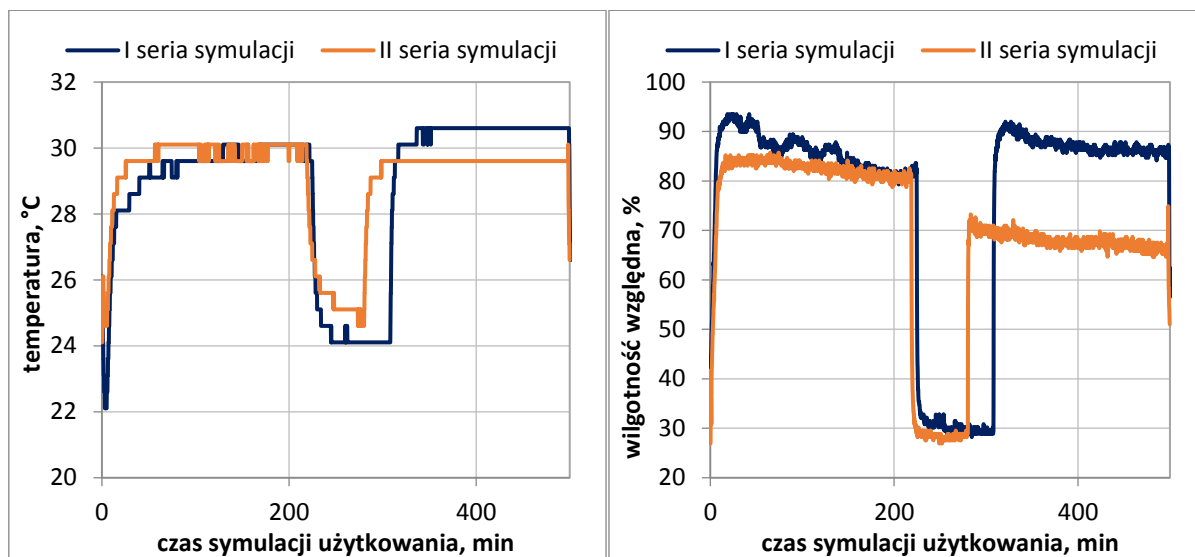
⁸ Majchrzycka K., Okrasa M., Narażenie na bioaerozole – sposoby indywidualnej ochrony, w: *Nowe trendy w bezpieczeństwie pracy, środowisku i zarządzaniu*, WSZOP, Katowice, 2018.

4. Zagrożenia związane ze stosowaniem filtrującego sprzętu

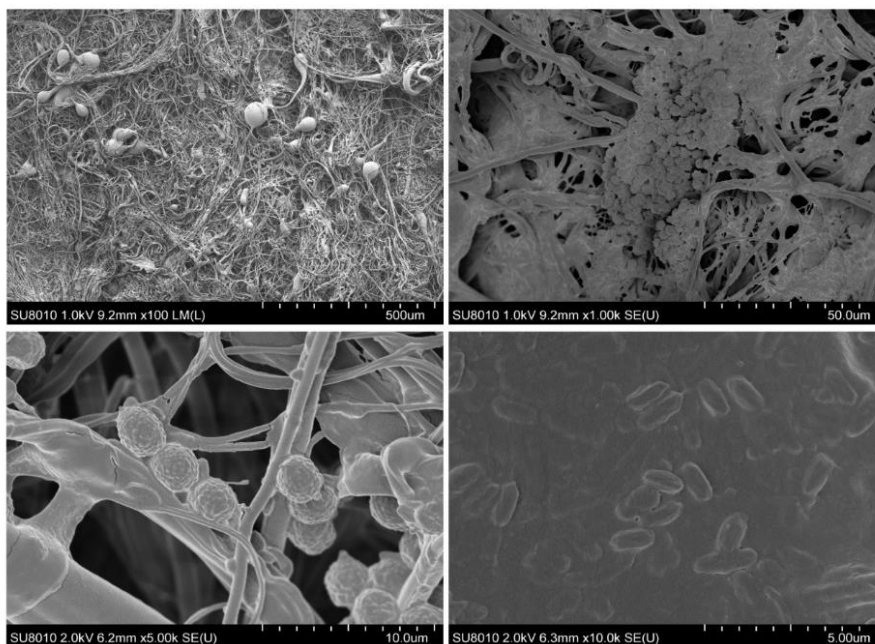
Ważnym aspektem związanym z bezpieczeństwem stosowania filtrującego sprzętu ochrony układu oddechowego, który wynika ze specyfiki czynników biologicznych, jest **zdolność mikroorganizmów do przeżywania i rozwoju we włókninach filtracyjnych**⁹. Mikroorganizmy są w różnym stopniu wrażliwe na czynniki środowiska zewnętrznego. Niektóre, np. wirusy grypy, bardzo szybko giną w środowisku zewnętrznym, inne, np. prątki gruźlicy, mogą swą zdolność do zakażenia nowych organizmów utrzymywać przez wiele miesięcy. Ponadto najtrwalsze i najdłużej utrzymujące się w powietrzu są cząstki zaopatrzone w otoczkę białkową, a więc te, które wydostają się z dróg oddechowych użytkownika sprzętu. Gdy środowiskiem ich bytowania jest przestrzeń wewnątrz sprzętu ochrony układu oddechowego, wówczas mogą w określonych warunkach (np. w przypadku słabej odporności immunologicznej osób narażonych) wywoływać stany zapalne dróg oddechowych.

Rozwojowi mikroorganizmów wewnątrz materiału filtracyjnego sprzętu sprzyja także wysoka wilgotność. Dlatego też, jeśli w środowisku, w którym są wykonywane czynności zawodowe, występują długie okresy podwyższonej temperatury lub wzrosty wilgotności powietrza bądź duże zawilgocenie przerabianego surowca organicznego (np. pył biomasy leśnej), to długotrwałe stosowanie standardowego filtrującego sprzętu ochrony układu oddechowego może powodować dodatkowe źródło zagrożenia dla pracownika. Potwierdzeniem tego faktu są wyniki najnowszych badań prowadzonych w Zakładzie Ochron Osobistych –CIOP-PIB. **Przeprowadzone symulacje oddychania w półmaskach filtrujących potwierdziły, że wewnątrz sprzętu istnieją sprzyjające warunki do ciągłego gromadzenia wilgoci pochodzącej z powietrza wydychanego podczas użytkowania.** Jak wykazały badania, utrzymują się one przez cały czas stosowania półmasek, nawet w przypadku przerw w pracy (rys. 3). Wykazano także, że warunki te mają wpływ na przeżywalność niektórych gatunków mikroorganizmów i tworzenie biofilmów w materiałach filtracyjnych (rys. 4).

⁹ Majchrzycka K., Okrasa M., Szulc J., Jachowicz A., Gutarowska B., Survival of Microorganisms on Nonwovens Used for the Construction of Filtering Facepiece Respirators, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2019, 16, 1154; doi:10.3390/ijerph16071154.



Rysunek 3. Zmiany temperatury i wilgotności wewnątrz półmasek filtrujących w czasie użytkowania i podczas przerwy w pracy¹⁰



Rysunek 4. Obraz biofilmów wewnątrz włókny filtracyjnej¹¹

W takich warunkach stosowanie klasycznego (bez funkcji biobójczych) sprzętu ochrony układu oddechowego przez pracowników narażonych na wdychanie szkodliwego bioaerozolu może być postrzegane jako nieprawidłowy dobór sprzętu do warunków panujących na stanowiskach pracy.

¹⁰ Majchrzycka K., Okrasa M., Skóra J., Gutarowska B., Evaluation of the survivability of microorganisms deposited on the filtering respiratory protective devices under varying conditions of humidity, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2016, 13(1), 98.

¹¹ Majchrzycka K., Okrasa M., Jachowicz A., Szulc J., Gutarowska B., Microbial Growth on Dust-Loaded Filtering Materials Used for the Protection of Respiratory Tract as a Factor Affecting Filtration Efficiency, *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2018, 15, 1902; doi:10.3390/ijerph15091902.

W szczególności wynika to z wymagania, iż sprzęt sam z siebie nie może stanowić dodatkowego źródła zagrożenia. Brak świadomości pracodawców co do zjawisk zachodzących w filtrującym sprzęcie ochrony układu oddechowego podczas jego stosowania w środowisku, w którym występują szkodliwe czynniki biologiczne może prowadzić do niespełnienia tego wymagania. Dla pracownika oznacza to brak właściwego sposobu ochrony przed zagrożeniami w środowisku pracy, a ponadto stwarza możliwość przeniesienia i rozprzestrzenienia czynników infekcyjnych do otoczenia pozazawodowego.

Aby przeciwdziałać zagrożeniom dla użytkownika, wynikającym z możliwości rozwoju mikroorganizmów w materiałach filtracyjnych sprzętu stosowanego do ochrony przed bioaerozolem, pracodawcy powinni:

- poszukiwać na rynku sprzętu ochrony układu oddechowego o cechach biobójczych – takie działania wspomogą wdrożenie tego rodzaju sprzętu do stosowania na terenie UE,
- opracować specjalne procedury postępowania ze sprzętem podczas wykonywania czynności zawodowych i przerw w pracy, a także określić czas użytkowania zależny od warunków środowiska pracy, w przypadku stosowania standardowego sprzętu ochrony układu oddechowego przed czynnikami chemicznymi.

5. Wskazówki dla pracodawcy

Opracowując zasady bezpiecznego stosowania sprzętu ochrony układu oddechowego, który nie ma właściwości biobójczych, należy rozważyć zminimalizowanie możliwości rozprzestrzenienia się czynników biologicznych przez:

- przekazanie sprzętu do utylizacji po każdorazowym wykonywaniu czynności związanych z wytworzeniem szkodliwego bioaerozolu,
- przekazanie sprzętu do utylizacji, gdy zostanie zanieczyszczony krwią lub innymi płynami fizjologicznymi,
- przekazanie sprzętu do utylizacji po bezpośrednim kontakcie z pacjentem będącym źródłem infekcji wymagającej szczególnych środków ostrożności,
- zastosowanie dodatkowo do sprzętu ochrony układu oddechowego osłony twarzy, jeśli spowoduje to zmniejszenie zanieczyszczenia mikroorganizmami powierzchni filtracyjnej sprzętu,
- przechowywanie sprzętu, w przerwach pomiędzy stosowaniem, w przeznaczonym do tego celu pomieszczeniu, w papierowym, przepuszczającym powietrze pojemniku,

- uniemożliwienie, w przerwach między stosowaniem, kontaktu innych osób niż użytkownik z zanieczyszczoną powierzchnią sprzętu, np. przez wprowadzenie kodów identyfikujących sprzęt, oraz uniemożliwienie dostępu osobom nieuprawnionym do pomieszczenia, w którym jest przechowywany,
- regularne czyszczenie pojemników (innych niż papierowe) do przechowywania sprzętu podczas przerw w pracy lub zastosowanie pojemników do jednorazowego użytku,
- mycie rąk z użyciem wody i mydła lub środków dezynfekujących na bazie alkoholu przed dotykaniem i po dotykaniu sprzętu podczas jego zakładania, zdejmowania lub dopasowywania,
- unikanie dotykania wewnętrznej strony sprzętu; w tym celu można użyć jednorazowych niesterylnych rękawic ochronnych, które należy wyrzucić po czynnościach związanych z zakładaniem, zdejmowaniem lub dopasowywaniem sprzętu.

Pomocnym narzędziem dla pracodawcy jest opracowana w Zakładzie Ochron Osobistych CIOP-PIB procedura symulacji zjawisk zachodzących w materiałach filtracyjnych podczas ich stosowania w środowisku szkodliwych bioaerozoli. Może być ona także wykorzystana przez pracodawców do określenia czasu stosowania konkretnego, używanego przez pracowników sprzętu, przy symulacji warunków środowiska pracy. Umożliwi to uściślenie procedur stosowania sprzętu, ze szczególnym uwzględnieniem czasu jego bezpiecznego stosowania.

6. Aspekty szkoleniowe

Przydzielając sprzęt ochrony układu oddechowego pracownikom należy:

- poinformować pracownika o istniejących zagrożeniach, przed którymi chronić go będzie stosowanie sprzętu,
- zorganizować szkolenia i, jeżeli jest taka potrzeba, pokazy używania sprzętu,
- zapewnić, że sprzęt będzie stosowany jedynie zgodnie ze swoim przeznaczeniem określonym w instrukcji producenta (z wyłączeniem szczególnych i wyjątkowych sytuacji),
- zapewnić, aby instrukcje producenta były dostępne oraz zrozumiałe dla pracowników.

Przykład informacji niezbędnych do przekazania pracownikowi podczas szkolenia przedstawiono na rys. 5.



Rysunek 5. Przykładowy schemat szkolenia dla pracowników stosujących sprzęt ochrony układu oddechowego przed bioaerozolem¹²

¹² Majchrzycka K., Okrasa M., Narażenie na bioaerozole – sposoby indywidualnej ochrony w: *Nowe trendy w bezpieczeństwie pracy, środowisku i zarządzaniu*, WSZOP, Katowice, 2018