Małgorzata Okrasa
Katarzyna Majchrzycka
Tomasz Jonio
Łukasz Kucmin
Przemysław Kowalczyk

OCHRONA UKŁADU ODDECHOWEGO PODCZAS DZIAŁAŃ GAŚNICZYCH NA TERENACH OTWARTYCH

PRAKTYCZNY PORADNIK DLA JEDNOSTEK OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ

CIOP PIB 75 LAT

Zrealizowano w ramach VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej.

Zadanie nr 1.ZS.04,

pt. Stanowiska, kryteria oceny i metody badań sprzętu ochrony układu oddechowego zaprojektowanego do prowadzenia akcji gaśniczych na przestrzeniach otwartych (lasy, łąki).

Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Projekt okładki: Kamil Jach

Opracowanie redakcyjne: Dominika Bohutyn

Opracowanie graficzne: Jolanta Maj, Cezary Szymański

DOI: 10.54215/Ochrona_ukladu_oddechowego_podczas_dzialan_gasniczych_na_terenach_otwartych_Okrasa

© Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Warszawa 2025

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

ul. Czerniakowska 16,

00-701 Warszawa

tel. (22) 623 36 98,

www.ciop.pl

SPIS TREŚCI

1. WPROWADZENIE 4
2. CHARAKTERYSTYKA DYMU Z POŻARÓW ROŚLINNOŚCI 7
3. PROJEKTOWANIE, DOPUSZCZANIE DO OBROTU, UDOSTĘPNIANIE, UŻYTKOWANIE ORAZ UTRZYMANIE ŚRODKÓW OCHRONY UKŁADU ODDECHOWEGO W JEDNOSTKACH PAŃSTWOWEJ STRAŻY POŻARNEJ W POLSCE – WYMAGANIA 12
4. OCENA RYZYKA INHALACYJNEGO W TRAKCIE DZIAŁAŃ RATOWNICZO-GAŚNICZYCH 17
5. STRATEGIA KONTROLI RYZYKA 20
6. PRZEGLĄD SOUO PRZEZNACZONEGO DO GASZENIA POŻARÓW NA TERENACH OTWARTYCH 23
6.1. Półmaski filtrujące jednorazowego użytku 24
6.2. Półmaski i maski elastomerowe wielokrotnego użytku z wymiennymi elementami oczyszczającymi 25
6.3. Sprzęt oczyszczający z wymuszonym przepływem powietrza 26
6.4. Aparaty powietrzne butlowe 27
7. DOBÓR SOUO DO ZADANIA I WARUNKÓW 28
7.1. Podstawowe kryteria doboru SOUO 28
7.2. Dobór SOUO w zależności od charakteru działań 29
8. ZASADY PRAWIDŁOWEGO STOSOWANIA SOUO 30
8.1. Użytkowanie 31
8.2. Konserwacja i czyszczenie 31
8.3. Okresowe przeglądy i kontrole 32
8.4. Przechowywanie i transport 32
8.5. Dokumentowanie 33
9. BIBLIOGRAFIA 34

1. WPROWADZENIE

Fot. Freepik

W kontekście zmieniającego się klimatu i postępującej ekspansji działalności człowieka pożary terenów otwartych, takich jak lasy czy łąki, stają się coraz bardziej powszechne. Strażacy działający w tych warunkach są narażeni na szereg inhalacyjnych substancji szkodliwych, takich jak cząstki stałe, tlenek węgla, tlenki siarki, tlenki azotu, wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne i aldehydy. Należy podkreślić, że pożary na terenach otwartych stanowią istotne wyzwanie operacyjne dla służb ratowniczych ze względu na dużą zmienność warunków pogodowych, utrudniony dostęp do miejsc zdarzenia, ograniczony dostęp do zasobów wodnych oraz konieczność prowadzenia czynności ratowniczych w warunkach znacznego obciążenia termicznego i fizycznego. W takich okolicznościach środki ochrony indywidualnej (ŚOI) stanowią kluczowy element systemu bezpieczeństwa strażaków, choć ich stosowanie wiąże się z dodatkowym obciążeniem i ograniczeniem w odbiorze bodźców wzrokowych, węchowych, słuchowych, a także brakiem swobody ruchu. W tak trudnych warunkach środowiskowych skuteczność stosowanych przez strażaków ŚOI zależy nie tylko od ich standardowych właściwości ochronnych, lecz także od szczelności dopasowania i przestrzegania procedur przeglądów technicznych oraz konserwacji.

W ramach VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy", w ramach zadania 1.ZS.04 pn. „Stanowiska, kryteria oceny i metody badań sprzętu ochrony układu oddechowego zaprojektowanego do prowadzenia akcji gaśniczych na przestrzeniach otwartych (lasy, łąki)" przeprowadzono badania ankietowe, których celem było uzyskanie szczegółowych informacji dotyczących doświadczeń i opinii strażaków odnośnie do stosowania ŚOI. Większość respondentów pozytywnie oceniła dostępność i skuteczność ŚOI, jednakże podkreślono, że poziom wyszkolenia użytkowników ŚOI istotnie wpływa na ich bezpieczeństwo. Wyniki badań ankietowych potwierdziły potrzebę opracowania poradnika, którego treść w sposób istotny przyczyni się do rozwoju i doskonalenia programów edukacyjnych przeznaczonych dla pracowników straży pożarnej.

Celem tego poradnika jest dostarczenie strażakom, dowódcom oraz osobom odpowiedzialnym za bezpieczeństwo i logistykę w jednostkach Państwowej Straży Pożarnej praktycznych informacji dotyczących stosowania sprzętu ochrony układu oddechowego (SOUO) podczas działań gaśniczych prowadzonych w środowisku pożarów na terenach otwartych, w szczególności lasów, łąk, nieużytków rolnych i innych obszarów pokrytych roślinnością.

Przyswojenie wiedzy przedstawionej w poradniku powinno przyczynić się do:

- zwiększenia bezpieczeństwa zdrowotnego strażaków poprzez ograniczenie ekspozycji na dym i zanieczyszczenia powietrza powstające podczas pożarów roślinności,
- podejmowania świadomych decyzji taktycznych i organizacyjnych związanych z użyciem sprzętu ochrony układu oddechowego,
- podniesienia wiedzy strażaków w zakresie doboru, eksploatacji, konserwacji i dokumentowania stosowania sprzętu ochrony układu oddechowego,
- zwiększenia świadomości ryzyka wynikającego z ekspozycji na produkty spalania i ograniczeń wynikających z aktualnie dostępnych ochronnych rozwiązań technicznych.

Poradnik zawiera charakterystykę podstawowych typów SOUO mogących znaleźć zastosowanie w działaniach związanych z gaszeniem pożarów terenów otwartych, w tym:

- jednorazowe półmaski filtrujące,
- półmaski elastomerowe z wymiennymi elementami oczyszczającymi (filtrami, pochłaniaczami i filtropochłaniaczami),
- oczyszczający sprzęt z wymuszonym przepływem powietrza,
- aparaty powietrzne butlowe.

Opracowanie nie obejmuje działań ratowniczych w środowisku pożarów wewnętrznych (budynki, tunele, pojazdy) ani zastosowania sprzętu w warunkach atmosfer bezpośrednio zagrażających życiu i zdrowiu, gdzie obowiązują odrębne procedury i wymagania sprzętowe. Zakres poradnika obejmuje zarówno działania liniowe (natarcie i obrona), jak i prace towarzyszące – porządkowe, patrolowanie, zabezpieczenie obrzeży pożaru, działania logistyczne, transport oraz inne czynności pomocnicze, podczas których możliwa jest ekspozycja na dym i pyły.

Poradnik przeznaczony jest do wykorzystania przez:

- strażaków biorących udział w akcjach gaśniczych – w celu zwiększenia świadomości ryzyka, poznania zasad bezpiecznego użytkowania sprzętu oraz kryteriów jego stosowania podczas różnych rodzajów działań,
- kierujących działaniem ratowniczym oraz dowódców odcinków bojowych – jako narzędzie wspierające proces podejmowania decyzji operacyjnych związanych z doborem i użyciem SOUO w terenie,
- osoby odpowiedzialne za bezpieczeństwo i higienę służby – w zakresie wdrażania i nadzorowania SOUO w jednostkach PSP,
- instruktorów i szkoleniowców – jako materiał pomocniczy w przygotowaniu programów szkoleniowych i ćwiczeń praktycznych.

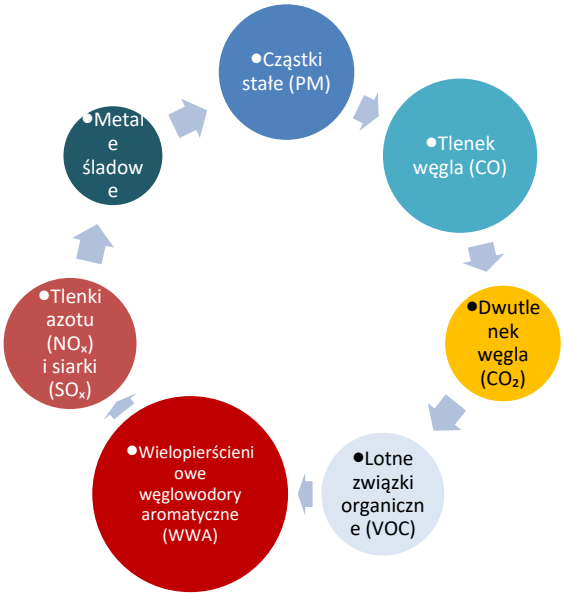
2. CHARAKTERYSTYKA DYMU Z POŻARÓW ROŚLINNOŚCI

Fot. Wirestock/Freepik.com

Podczas pożarów na terenach otwartych – takich jak lasy, łąki czy nieużytki – powstaje złożona mieszanina gazów, par i cząstek stałych określana zbiorczo jako **dym pożarowy**. Jego skład chemiczny i toksyczność zależą od rodzaju spalanego materiału, warunków spalania (temperatura, dostęp tlenu), fazy pożaru oraz warunków środowiskowych (wiatr, wilgotność, ukształtowanie terenu). Zrozumienie natury dymu ma kluczowe znaczenie dla oceny zagrożeń zdrowotnych oraz właściwego doboru i stosowania SOUO.

Dym z pożarów roślinności zawiera setki związków chemicznych [1]. Najistotniejsze z punktu widzenia ochrony zdrowia i doboru SOUO (rys. 1) to:

- **Cząstki stałe (PM)** – mieszanina sadzy, popiołu i związków organicznych. Frakcje **$PM_{2.5}$** (cząstki <2,5 µm) i **PM_1** (ultradrobne, w tym nanocząstki) są szczególnie niebezpieczne, ponieważ przenikają głęboko do pęcherzyków płucnych, wywołując stan zapalny, stres oksydacyjny i zwiększając ryzyko chorób układu oddechowego oraz sercowo-naczyniowego [2].
- **Tlenek węgla (CO)** – bezbarwny, bezwonny gaz powstający przy niepełnym spalaniu. Wiąże się z hemoglobiną ponad 200× silniej niż tlen, prowadząc do niedotlenienia narządów. Już przy stężeniach >35 ppm możliwe są bóle głowy i zaburzenia koncentracji, a ekspozycja powyżej 1000 ppm może być śmiertelna [3].
- **Dwutlenek węgla (CO_2)** – nie jest toksyczny w typowych stężeniach, ale przy wysokich poziomach (>3–5%) wypiera tlen i może powodować duszność.
- **Lotne związki organiczne (VOC)** – takie jak **akroleina, formaldehyd, benzen, toluen, ksyleny** – są silnie drażniące dla dróg oddechowych i błon śluzowych, niektóre wykazują działanie rakotwórcze (benzen) lub neurotoksyczne [4].
- **Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne (WWA)** – np. **naftalen, benzo[a]piren, fenantren** – produkty niepełnego spalania, często związane z cząstkami stałymi. Mają udokumentowane działanie mutagenne i kancerogenne [5].
- **Tlenki azotu (NO_x) i siarki (SO_x)** – drażniące gazy, które nasilają stany zapalne dróg oddechowych i mogą potęgować toksyczność innych składników [6].
- **Metale śladowe** – pochodzące z popiołu, gleby i zanieczyszczeń antropogenicznych (np. ołów, arsen), również mogą przyczyniać się do toksyczności dymu.



Rysunek 1. Główne składniki dymu z pożarów roślinności.

Narażenie strażaków na dym różni się znacząco w zależności od fazy pożaru, rodzaju paliwa oraz czynników operacyjnych. Podczas fazy tlącej stężenia substancji chemicznych są wyższe niż w fazie płomieniowej w 75% przypadków, a stężenie tlenku węgla (CO) przy froncie pożaru może osiągać nawet 205 ppm [7]. W praktyce poziomy CO i $PM_{2.5}$ charakteryzują się dużą zmiennością zależną od etapu akcji. W fazie głównej pożaru ekspozycja ma zazwyczaj charakter krótkotrwały, ale intensywny, natomiast w czasie działań dogaszających i porządkowych jest długotrwała i może prowadzić do przekroczenia zalecanych wartości dopuszczalnych, nawet przy braku widocznego dymu. Planowe wypalania generują wyższe poziomy narażenia niż pożary niekontrolowane, jednocześnie niższe wartości obserwuje się podczas działań związanych z pierwszą fazą działań na miejscu zdarzenia [8]. Najwyższe ryzyko narażenia wiąże się z działaniami takimi jak gaszenie pojedynczych zarzewi ognia, utrzymywanie linii ognia oraz patrolowanie obrzeży pogorzeliska [9]. Monitoring w czasie rzeczywistym wskazuje na dużą zmienność indywidualnych poziomów narażenia w zależności od konkretnego zdarzenia pożarowego [10].

Zmienne i nieprzewidywalne warunki narażenia w środowisku pożarów terenów zielonych nakładają się dodatkowo na znaczne obciążenia fizjologiczne organizmu, co może istotnie zwiększać ryzyko wchłaniania toksycznych substancji i obniżać skuteczność stosowanych środków ochronnych. Strażacy często pracują przy 85–100% maksymalnej częstotliwości skurczów serca oraz 50–85% VO_{2max} [11, 12]. Tak intensywny wysiłek powoduje osiąganie objętości wentylacji minutowej na poziomie 82–102 l/min podczas typowych działań, a wartości szczytowe mogą sięgać nawet 131,7 l/min [13]. Tak wysokie zapotrzebowanie oddechowe przekracza wartości, dla których projektowany jest dostępny obecnie SOUO, co może prowadzić do obniżenia skuteczności ochrony [14]. Połączenie podwyższonego obciążenia fizjologicznego z ograniczeniami sprzętu może zatem w skrajnych przypadkach zwiększać prawdopodobieństwo narażenia strażaków na wdychanie zanieczyszczeń podczas intensywnego wysiłku fizycznego.

Długotrwała i powtarzalna ekspozycja na dym z pożarów na terenach zielonych stanowi poważne zagrożenie dla zdrowia strażaków. Badania kliniczne i epidemiologiczne wskazują, że wdychanie drobnych cząstek stałych oraz toksycznych gazów prowadzi do licznych skutków zdrowotnych zarówno o charakterze ostrym, jak i przewlekłym (tab. 1). Do najczęściej obserwowanych należą podrażnienia i choroby układu oddechowego, zaburzenia czynności płuc, zwiększone ryzyko infekcji oraz pogorszenie parametrów spirometrycznych. Związki chemiczne obecne w dymie mogą również wpływać ogólnoustrojowo – wywoływać reakcje zapalne, stres oksydacyjny, zaburzenia funkcjonowania układu sercowo-naczyniowego, a w dłuższej perspektywie zwiększać ryzyko rozwoju nowotworów. Szczególnie narażeni są strażacy z wieloletnim stażem służby oraz osoby z chorobami układu oddechowego lub krążenia.

Tabela 1. Przegląd skutków zdrowotnych związanych z narażeniem na dym pożarowy u strażaków.

RODZAJ NARAŻENIA	**SKUTEK ZDROWOTNY**	**MECHANIZM DZIAŁANIA**	**DOWODY NAUKOWE**
Układ oddechowy	Podrażnienie dróg oddechowych, kaszel, duszność	Działanie drażniące CO, VOC i cząstek PM na nabłonek dróg oddechowych	[6,15]
	Obniżenie parametrów spirometrycznych (FEV_1)	Stan zapalny i uszkodzenie nabłonka dróg oddechowych	[16]
	Zaostrzenie astmy i POChP	Reakcja zapalna i nadreaktywność oskrzeli	[17]
	Infekcje dróg oddechowych	Osłabienie odporności lokalnej, zwiększona podatność na patogeny	[17]
Układ sercowo-naczyniowy	Zaburzenia rytmu serca, nadciśnienie	Stres oksydacyjny, uszkodzenie śródbłonka	[18]
	Zawał serca, udar	Wzrost stanu zapalnego i krzepliwości krwi, transport cząstek do krwiobiegu	[15]
Efekt ogólnoustrojowy	Stres oksydacyjny	Generacja reaktywnych form tlenu w wyniku ekspozycji na cząstki PM i WWA	[16]
	Zwiększona sztywność tętnic	Długotrwała reakcja zapalna i uszkodzenie naczyń	[16]
Nowotwory	Rak płuc	Długotrwała ekspozycja na benzen, formaldehyd i WWA	[1]
	Potencjalne ryzyko nowotworów hematologicznych	Ekspozycja na benzen i inne związki aromatyczne	[1]
Układ immunologiczny	Wzrost poziomu cytokin prozapalnych (IL-8, CRP)	Aktywacja układu odpornościowego przez toksyny w dymie	[19]

Z uwagi na poważne skutki narażenia kompleksowe podejście do ochrony zdrowia strażaków wymaga nie tylko stosowania skutecznego SOUO, ale również monitorowania stanu zdrowia, ograniczania ekspozycji oraz edukacji dotyczącej metod minimalizacji ryzyka, a także wczesnego rozpoznawania objawów zatrucia i skutków długoterminowych.

Fakty i mity – „naturalny dym" a bezpieczeństwo

Mit 1: „Dym z lasu jest naturalny, więc mniej szkodliwy".
Fakt: Zawiera setki toksycznych związków, w tym substancje rakotwórcze.

Mit 2: „Jeśli nie ma gęstego dymu, zagrożenie jest niewielkie".
Fakt: Nawet przy braku widocznego dymu stężenia CO, VOC i PM mogą przekraczać wartości dopuszczalne.

Mit 3: „Objawy zatrucia pojawią się od razu".
Fakt: Objawy (np. bóle głowy, zmęczenie, zaburzenia koncentracji) mogą być subtelne i narastać po kilku godzinach od ekspozycji.

3. PROJEKTOWANIE, DOPUSZCZANIE DO OBROTU, UDOSTĘPNIANIE, UŻYTKOWANIE ORAZ UTRZYMANIE ŚRODKÓW OCHRONY UKŁADU ODDECHOWEGO W JEDNOSTKACH PAŃSTWOWEJ STRAŻY POŻARNEJ W POLSCE – WYMAGANIA

Fot. Awesomecontent/Freepik.com

W Polsce środki ochrony indywidualnej (ŚOI), w tym sprzęt ochrony układu oddechowego (SOUO), są objęte szczegółowymi regulacjami prawnymi. Ich celem jest zapewnienie wysokiego poziomu ochrony zdrowia i bezpieczeństwa strażaków podczas działań ratowniczo-gaśniczych, w tym prowadzonych w środowiskach o podwyższonym ryzyku inhalacyjnym, takich jak pożary terenów leśnych czy trawiastych. Odpowiedni dobór, stosowanie i utrzymanie SOUO są nie tylko obowiązkiem pracodawcy (komendanta jednostki PSP), ale też integralnym elementem systemu bezpieczeństwa pracy strażaka.

System prawny w Polsce określa wymagania dotyczące projektowania, dopuszczania do obrotu, udostępniania, użytkowania oraz utrzymania środków ochrony układu oddechowego w jednostkach Państwowej Straży Pożarnej. Kluczowe akty prawne obejmują:

a) Rozporządzenie MSWiA z 31 sierpnia 2021 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpieczeństwa i higieny służby strażaków PSP [20]

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 sierpnia 2021 r. stanowi podstawowy akt wykonawczy regulujący szczegółowe zasady bezpieczeństwa i higieny służby funkcjonariuszy Państwowej Straży Pożarnej. Dokument ten określa zarówno wymagania dotyczące organizacji pracy jednostek ratowniczo-gaśniczych, jak i szczegółowe obowiązki w zakresie stosowania ŚOI, zabezpieczenia medycznego oraz zasad prowadzenia działań ratowniczych, ćwiczeń i szkoleń. Jego zapisy mają charakter wiążący i stanowią punkt odniesienia przy opracowywaniu wewnętrznych procedur bezpieczeństwa, instrukcji stanowiskowych oraz standardów operacyjnych.

W zakresie ŚOI rozporządzenie szczegółowo określa obowiązki zarówno pracodawcy (komendanta jednostki), jak i samych strażaków. Każdy funkcjonariusz zobowiązany jest do stosowania ŚOI – w tym SOUO – zgodnie z ich przeznaczeniem oraz instrukcją użytkowania producenta. Obowiązek ten obejmuje zarówno udział w akcjach ratowniczo-gaśniczych, jak i udział w ćwiczeniach i szkoleniach. Strażak musi korzystać z pełnej odzieży specjalnej oraz wszystkich wymaganych elementów ochrony indywidualnej, odpowiednich do rodzaju prowadzonych działań.

W odniesieniu do ochrony układu oddechowego rozporządzenie precyzuje szereg wymogów mających na celu zapewnienie bezpieczeństwa podczas działań w atmosferze zanieczyszczonej lub atmosferze z niedoborem tlenu, wskazuje m.in. że:

- SOUO musi być każdorazowo sprawdzany przed rozpoczęciem pracy oraz okresowo kontrolowany w ramach ustalonego harmonogramu przeglądów. Sprawdzenie obejmuje m.in. stan techniczny aparatu, szczelność połączeń, poziom ciśnienia w butli czy integralność elementów filtrujących.
- Każdy strażak ma obowiązek niezwłocznego informowania przełożonych o wszelkich uszkodzeniach, niekompletności czy podejrzeniu niesprawności sprzętu. Użytkowanie sprzętu uszkodzonego lub niespełniającego wymogów jest niedopuszczalne.
- Podczas pracy w sprzęcie izolującym strażak jest zobowiązany do utrzymania rezerwy powietrza umożliwiającej bezpieczne opuszczenie strefy zagrożenia. Oznacza to konieczność monitorowania poziomu ciśnienia w butli oraz zakończenia działań przed osiągnięciem minimalnego zapasu.

- Kierujący działaniem ratowniczym ma obowiązek nadzorowania pracy ratowników stosujących SOUO i może wyznaczyć osobę odpowiedzialną za monitorowanie czasu pracy, zużycia powietrza oraz warunków środowiskowych.
- Dopuszczalne jest użycie sprzętu oczyszczającego, ale jedynie w atmosferze zawierającej co najmniej 18% tlenu oraz przy braku substancji toksycznych w stężeniach wymagających zastosowania sprzętu izolującego.
- Części twarzowe i elementy oczyszczające można zakładać i zdejmować wyłącznie w atmosferze niezanieczyszczonej substancjami szkodliwymi. Ma to zapobiec przypadkowemu narażeniu na wdychanie toksycznych gazów lub pyłów podczas manipulowania sprzętem.
- Podczas akcji prowadzonych w niskich temperaturach lub trudnych warunkach atmosferycznych należy zachować szczególną ostrożność przy użytkowaniu SOUO, m.in. z uwagi na ryzyko oblodzenia zaworów, uszczelnień czy zmian parametrów pracy urządzeń.
- Strażak powinien utrzymywać włosy i zarost w stanie umożliwiającym bezpieczną pracę w SOUO.
- Sprzęt powinien być używany zgodnie z instrukcją producenta.

Rozporządzenie nakłada także obowiązek zapewnienia strażakom odpowiednich warunków szkoleniowych i zapoznania ich z zasadami użytkowania ŚOI. Szkolenia te obejmują zarówno podstawowe zasady eksploatacji sprzętu, jak i procedury awaryjne, ocenę ryzyka czy działania w sytuacjach zagrożenia zdrowia i życia.

b) Rozporządzenie MSWiA z 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów dopuszczonych do użytkowania [21]

Drugim kluczowym aktem prawnym regulującym kwestie dopuszczenia środków ochrony indywidualnej – w tym sprzętu ochrony układu oddechowego – do stosowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej jest Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania. Rozporządzenie to precyzuje, które wyroby mogą być wprowadzane do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej, a także określa procedury dopuszczania ich do eksploatacji.

Zakres rozporządzenia obejmuje m.in. wykaz wyrobów – w tym sprzęt ochrony układu oddechowego, aparaty powietrzne butlowe, maski pełnotwarzowe, sprzęt komunikacyjny, sprzęt ostrzegawczy, sprzęt gaśniczy oraz inne urządzenia wykorzystywane w działaniach ratowniczo-gaśniczych i do alarmowania o zagrożeniach. Wszystkie te wyroby mogą być stosowane w jednostkach PSP, OSP czy innych jednostkach ochrony przeciwpożarowej wyłącznie po uzyskaniu oficjalnego dopuszczenia do użytkowania. Rozporządzenie zobowiązuje producentów i dystrybutorów do zapewnienia, że sprzęt przeznaczony do użytkowania przez jednostki ochrony przeciwpożarowej spełnia określone wymagania techniczne i użytkowe, które gwarantują jego bezpieczeństwo, niezawodność oraz kompatybilność z innymi elementami wyposażenia ratowniczego.

Ponadto rozporządzenie zawiera opis trybu wydawania, zmiany i wycofywania dopuszczenia do użytkowania. Procedura dopuszczenia do użytkowania prowadzona jest przez Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy (CNBOP-PIB). Obejmuje ona ocenę zgodności wyrobu z wymaganiami norm zharmonizowanych, badania techniczne, kontrolę jakości oraz analizę dokumentacji technicznej. W przypadku niespełnienia wymagań dopuszczenie może zostać cofnięte lub zawieszone. W rozporządzeniu opisano także zasady znakowania wyrobów. Każdy wyrób dopuszczony do użytkowania musi być oznakowany w sposób jednoznacznie identyfikujący jego producenta, typ, numer dopuszczenia oraz datę jego wydania.

W odniesieniu do sprzętu ochrony układu oddechowego rozporządzenie określa szczegółowe wymagania techniczne dla aparatów powietrznych butlowych ze sprężonym powietrzem oraz masek pełnotwarzowych, które muszą spełniać wymagania odpowiednich norm zharmonizowanych, w tym:

- PN-EN 136: 2001 – „Sprzęt ochrony układu oddechowego – Maski pełnotwarzowe – Wymagania, badanie, znakowanie" [22],
- PN-EN 137: 2008 – „Sprzęt ochrony układu oddechowego – Aparaty powietrzne butlowe ze sprężonym powietrzem – Wymagania, badanie, znakowanie" [23].

Warto jednak podkreślić, że rozporządzenie nie zawiera szczegółowych zapisów dotyczących oczyszczającego (filtrującego i pochłaniającego) SOUO. Ma to szczególne znaczenie w kontekście rosnącego wykorzystania tego typu urządzeń w działaniach strażaków podczas gaszenia pożarów na terenach otwartych.

c) Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/425 z dnia 9 marca 2016 r. w sprawie środków ochrony indywidualnej oraz uchylenia dyrektywy Rady 89/686/EWG [24]

Rozporządzenie (UE) 2016/425 stanowi podstawowy akt prawny Unii Europejskiej określający wymagania dotyczące projektowania, produkcji, certyfikacji i wprowadzania do obrotu środków ochrony indywidualnej, w tym sprzętu ochrony układu oddechowego. Jego nadrzędnym celem jest zapewnienie wysokiego poziomu ochrony zdrowia i bezpieczeństwa użytkowników, a także zagwarantowanie swobodnego przepływu certyfikowanych produktów ochronnych na jednolitym rynku europejskim.

Rozporządzenie ustanawia ramy prawne, które muszą zostać spełnione zarówno przez producentów, jak i dystrybutorów, zanim dany wyrób zostanie udostępniony użytkownikom końcowym – w tym jednostkom ochrony przeciwpożarowej. Obejmuje ono wymagania techniczne, procedury oceny zgodności, obowiązki informacyjne oraz zasady dotyczące oznakowania i identyfikowalności ŚOI.

W odniesieniu do sprzętu ochrony układu oddechowego rozporządzenie nakłada szereg szczegółowych wymagań konstrukcyjnych i funkcjonalnych. SOUO powinien:

- Dostarczać użytkownikowi powietrze nadające się do oddychania w atmosferze zanieczyszczonej lub o niedostatecznej zawartości tlenu. Może się to odbywać poprzez filtrowanie powietrza z otoczenia albo dostarczanie go z niezanieczyszczonego źródła zewnętrznego.

- Zapewniać szczelność części twarzowej – konstrukcja sprzętu musi gwarantować, że przenikanie zanieczyszczeń z atmosfery do wnętrza maski utrzymuje się na poziomie nieszkodliwym dla zdrowia użytkownika. Obejmuje to m.in. kontrolę wycieków, spadków ciśnienia przy wdechu oraz wydajności filtracji.
- Gwarantować higienę i komfort oddychania – zastosowane materiały oraz rozwiązania konstrukcyjne powinny umożliwiać prawidłową wentylację oraz zapobiegać gromadzeniu się wilgoci i zanieczyszczeń w urządzeniu, nawet podczas długotrwałego użytkowania w trudnych warunkach.
- Być dostarczany z kompletem informacji technicznych – każdy produkt musi zawierać szczegółowy opis swoich właściwości, zakres zastosowania, instrukcje dotyczące prawidłowego użytkowania, konserwacji, przechowywania i utylizacji. Tylko wówczas przeszkolony użytkownik będzie w stanie bezpiecznie i efektywnie korzystać ze sprzętu.
- Zawierać dane o eksploatacji materiałów filtrujących – instrukcje urządzeń filtrujących muszą wskazywać m.in. maksymalny okres przechowywania nowych filtrów w oryginalnych opakowaniach oraz warunki ich magazynowania.

Rozporządzenie wyróżnia również trzy kategorie ŚOI w zależności od poziomu ryzyka, przed którym chronią. Sprzęt ochrony układu oddechowego – ze względu na ochronę przed poważnymi zagrożeniami dla zdrowia i życia, takimi jak niedotlenienie czy toksyczne substancje chemiczne – klasyfikowany jest jako ŚOI kategorii III (wysokiego ryzyka). Oznacza to, że jego projektowanie, produkcja i certyfikacja podlegają najbardziej rygorystycznym procedurom oceny zgodności, które obejmują m.in. badania typu UE, kontrolę jakości produkcji oraz audyty prowadzone przez jednostki notyfikowane.

Wszystkie środki ochrony układu oddechowego stosowane w PSP i innych jednostkach ochrony przeciwpożarowej muszą spełniać wymagania rozporządzenia (UE) 2016/425 oraz być oznakowane znakiem CE, co potwierdza ich zgodność z zasadniczymi wymaganiami dotyczącymi zdrowia i bezpieczeństwa. Oznakowanie CE jest warunkiem dopuszczenia sprzętu do obrotu na rynku europejskim.

Najważniejsze wnioski praktyczne:

Ochrona układu oddechowego to obowiązek – SOUO musi być stosowany wszędzie tam, gdzie istnieje ryzyko ekspozycji na toksyczne gazy, pyły, dym w stężeniach zagrażających zdrowiu lub życiu lub niedobór tlenu – zarówno podczas akcji, jak i szkoleń.

Odpowiedzialność leży także po stronie użytkownika – strażak ma obowiązek sprawdzać sprzęt przed użyciem, zgłaszać uszkodzenia, monitorować rezerwę powietrza i stosować SOUO zgodnie z instrukcją.

Wiedza i praktyka są równie ważne jak normy – bez regularnych szkoleń i właściwej organizacji działań nawet certyfikowany sprzęt nie zapewni pełnej ochrony.

4. OCENA RYZYKA INHALACYJNEGO W TRAKCIE DZIAŁAŃ RATOWNICZO-GAŚNICZYCH

Fot. Freepik

Ocena ryzyka inhalacyjnego stanowi jeden z najważniejszych elementów planowania i prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych. Zgodnie z krajowymi przepisami bezpieczeństwa i higieny służby strażaków oraz wymaganiami prawa unijnego dotyczącymi stosowania środków ochrony indywidualnej dobór i użycie sprzętu ochrony układu oddechowego muszą zawsze wynikać z wcześniejszej identyfikacji zagrożeń i analizy warunków środowiskowych. Celem tej oceny jest określenie, czy atmosfera, w której mają być prowadzone działania, stwarza ryzyko niedoboru tlenu, obecności toksycznych substancji lub nadmiernego stężenia cząstek aerozolu, a w konsekwencji – podjęcie decyzji o rodzaju niezbędnej ochrony.

Poziom narażenia oddechowego w środowisku pożaru lub innego zdarzenia chemicznego jest dynamiczny i zależy od wielu czynników. Kluczową rolę odgrywa etap działań – podczas natarcia ekspozycja ma zwykle charakter krótkotrwały, ale może osiągać wysokie wartości chwilowe, natomiast w fazie dogaszania lub prac porządkowych narażenie bywa długotrwałe i często niedoceniane, nawet jeśli dym nie jest już widoczny. Znaczenie mają również rodzaj spalającego się materiału, warunki meteorologiczne i topograficzne, kierunek wiatru, a także taktyka prowadzenia działań – w tym pozycja ratowników względem źródła emisji, odległość od strefy spalania i organizacja rotacji załóg.

W praktyce ocena ryzyka powinna być prowadzona wielotorowo, z wykorzystaniem zarówno danych pomiarowych, jak i obserwacji operacyjnych. Pomiar stężeń tlenku węgla, frakcji pyłu zawieszonego $PM_{2.5}$ czy lotnych związków organicznych pozwala precyzyjnie określić warunki atmosferyczne i prognozować potencjalne skutki zdrowotne. W sytuacjach, gdy bezpośredni pomiar nie jest możliwy, ratownicy powinni zwracać uwagę na sygnały pośrednie, takie jak widoczność, zapach, podrażnienie błon śluzowych, kaszel czy ból głowy – wszystkie te objawy mogą wskazywać na obecność zanieczyszczeń w stężeniach zagrażających zdrowiu.

Wyniki oceny zagrożeń są podstawą decyzji o rodzaju stosowanego sprzętu ochrony układu oddechowego. Zasadą jest, że w atmosferze o nieznanym składzie, z podejrzeniem niedoboru tlenu lub obecnością toksycznych substancji w wysokich stężeniach należy bezwzględnie stosować sprzęt izolujący. Sprzęt oczyszczający można rozważyć jedynie wtedy, gdy zawartość tlenu przekracza 18%, a obecne substancje nie wymagają stosowania izolacji oddechowej. W takich przypadkach należy też uwzględnić czas trwania działań oraz intensywność wysiłku fizycznego – w warunkach dużego obciążenia wentylacyjnego skuteczność filtracji może być ograniczona, co uzasadnia zastosowanie urządzeń z wymuszonym przepływem powietrza lub skrócenie czasu ekspozycji.

Elementem oceny narażenia powinna być również dokumentacja – zapisy dotyczące warunków środowiskowych, wyników pomiarów, podjętych decyzji dotyczących doboru sprzętu oraz czasu pracy w poszczególnych strefach. Dokumentacja ta stanowi ważny materiał do analiz powypadkowych, szkoleń i planowania działań profilaktycznych.

Obowiązujące przepisy krajowe i unijne podkreślają, że odpowiedzialność za bezpieczeństwo w zakresie ochrony układu oddechowego spoczywa zarówno na kierującym działaniami, jak i na samych ratownikach. Kierujący działaniem ratowniczym ma obowiązek nadzorowania decyzji o wejściu w strefę zagrożenia, monitorowania czasu pracy w aparatach oraz egzekwowania zasad dotyczących stosowania i zdejmowania sprzętu. Z kolei ratownik jest zobowiązany do kontroli stanu technicznego SOUO przed rozpoczęciem pracy, zgłaszania wszelkich nieprawidłowości oraz przestrzegania zasad jego użytkowania.

Identyfikacja i ocena narażenia oddechowego nie są więc jedynie formalnym wymogiem wynikającym z przepisów – stanowią podstawę skutecznej profilaktyki zdrowotnej i warunek utrzymania wysokiego poziomu bezpieczeństwa podczas działań w środowisku o podwyższonym ryzyku inhalacyjnym. Tylko świadome rozpoznanie zagrożeń i adekwatny dobór środków ochronnych pozwalają ograniczyć ryzyko ostrych i przewlekłych skutków zdrowotnych oraz zapewnić ciągłość i skuteczność działań ratowniczych.

5. STRATEGIA KONTROLI RYZYKA

Fot. Freepik

Podstawową zasadą systemu bezpieczeństwa pracy – zarówno w ujęciu europejskim, jak i krajowym – jest hierarchia działań ochronnych. Zakłada ona, że środki ochrony indywidualnej, w tym sprzęt ochrony układu oddechowego, stanowią ostatnią barierę ochronną i powinny być stosowane tylko wówczas, gdy inne środki techniczne i organizacyjne nie zapewniają wystarczającego poziomu bezpieczeństwa. W działaniach ratowniczo-gaśniczych prowadzonych w środowisku otwartym, takich jak pożary terenów otwartych, lasów, łąk czy nieużytków, zasada ta ma szczególne znaczenie, ponieważ możliwości technicznego ograniczenia ekspozycji są ograniczone, a decyzje operacyjne często podejmowane są w dynamicznie zmieniających się warunkach atmosferycznych.

Pierwszym i najważniejszym elementem strategii kontroli ryzyka jest eliminacja zagrożenia u źródła. W praktyce oznacza to takie planowanie i prowadzenie działań, które minimalizuje kontakt ratowników z dymem i zanieczyszczeniami powstającymi podczas pożaru. Kluczowe znaczenie ma tu rozpoznanie sytuacji – ocena rodzaju paliwa, kierunku rozprzestrzeniania się ognia, potencjalnego rozwoju pożaru oraz przewidywanego składu dymu. Działania taktyczne, takie jak natarcie od strony nawietrznej, wcześniejsze wykonanie pasów przeciwpożarowych czy zastosowanie kontrolowanego wypalania w sposób ograniczający ilość generowanego dymu, mogą istotnie obniżyć poziom narażenia. Równie ważne jest ograniczenie liczby osób w strefie wysokiego ryzyka do niezbędnego minimum oraz skracanie czasu przebywania w niej.

Jeżeli całkowite wyeliminowanie zagrożenia nie jest możliwe – co w przypadku pożarów roślinności jest najczęściej spotykanym scenariuszem – kolejnym krokiem jest zastosowanie rozwiązań taktycznych o charakterze technicznym i organizacyjnym, mających na celu zmniejszenie stężenia zanieczyszczeń w miejscu pracy ratowników. Choć w środowisku otwartym nie da się zastosować klasycznych systemów wentylacyjnych, można w znacznym stopniu kształtować warunki ekspozycji. Przykładowe działania obejmują:

- planowanie taktyki tak, aby dym był znoszony przez wiatr w kierunku przeciwnym do miejsca pracy,
- utrzymywanie bezpiecznej odległości od stref największej emisji, szczególnie podczas fazy tlącej,
- organizację działań w miejscach o lepszej cyrkulacji powietrza (np. na stokach zawietrznych),
- wyznaczanie punktów postoju, odpoczynku i regeneracji z dala od strefy zadymienia,
- wykorzystanie pojazdów lub mobilnych punktów dowodzenia z systemami filtracji powietrza, jeśli jest to możliwe.

Takie rozwiązania, choć nie eliminują zagrożenia całkowicie, mogą istotnie zmniejszyć intensywność i czas ekspozycji, a w konsekwencji umożliwić stosowanie lżejszych, mniej obciążających ŚOI oraz poprawić ogólną wydolność ratowników podczas długotrwałych działań.

Kolejnym elementem strategii jest kontrola organizacyjna, polegająca na takiej organizacji pracy, która minimalizuje narażenie i obciążenie fizjologiczne ratowników. W działaniach związanych z pożarami terenów otwartych kluczowe znaczenie ma planowanie rotacji zespołów, skracanie czasu przebywania w rejonach największego zadymienia, planowanie przerw w strefach o lepszej jakości powietrza oraz dostosowanie intensywności działań do zmieniających się warunków środowiskowych (np. wiatru, temperatury, wilgotności).

Równie istotne jest odpowiednie rozmieszczenie sił i środków oraz przypisanie zadań ratownikom z uwzględnieniem ich kondycji fizycznej i doświadczenia.

Pomimo zastosowania powyższych działań zwykle konieczne jest wykorzystanie środków ochrony indywidualnej jako ostatniego elementu strategii kontroli ryzyka. W przypadku pożarów roślinności dobór odpowiedniego sprzętu ochrony układu oddechowego powinien być poprzedzony oceną zagrożenia i uwzględniać takie czynniki, jak:

- rodzaj zanieczyszczeń,
- przewidywany czas ekspozycji,
- intensywność wysiłku fizycznego,
- możliwości logistyczne.

W zależności od sytuacji operacyjnej konieczne może być zastosowanie albo sprzętu izolującego (np. w przypadku nieznanego składu atmosfery lub wysokiego stężenia toksycznych gazów), albo sprzętu oczyszczającego (przy znanych warunkach i zawartości tlenu powyżej minimalnego dopuszczalnego poziomu). Należy jednak pamiętać, że skuteczność SOUO zależy w dużym stopniu od jego stanu technicznego, prawidłowego dopasowania i regularnej konserwacji.

Nieodzownym elementem skutecznej strategii kontroli ryzyka jest również przygotowanie na sytuacje awaryjne. W przypadku nagłej zmiany kierunku wiatru, gwałtownego wzrostu stężenia dymu lub wystąpienia objawów zatrucia u członków zespołu konieczne jest natychmiastowe wycofanie ze strefy zagrożenia, udzielenie pomocy medycznej oraz ponowna ocena sytuacji i dostosowanie taktyki działań. Procedury awaryjne powinny być opracowane wcześniej i dobrze znane wszystkim członkom zespołu.

Ostatnim etapem zarządzania ryzykiem inhalacyjnym jest analiza powykonawcza. Dokumentowanie przebiegu akcji, warunków środowiskowych, zastosowanych środków ochrony oraz ewentualnych problemów umożliwia ocenę skuteczności przyjętej strategii i wprowadzenie działań korygujących.

6. PRZEGLĄD SOUO PRZEZNACZONEGO DO GASZENIA POŻARÓW NA TERENACH OTWARTYCH

Fot. SAC Tim White RAF_MOD/Wikimedia

W warunkach pożarów na terenach otwartych stosowanie SOUO wymaga kompromisu między skutecznością ochrony a ergonomią pracy. Ze względu na długi czas działań, wysokie obciążenie fizyczne, ograniczony dostęp do źródeł powietrza oraz często rozproszone ogniska pożaru stosowanie klasycznych aparatów izolujących bywa w praktyce ograniczone do wybranych sytuacji. W działaniach długotrwałych, gdzie istotna jest mobilność, ważną rolę odgrywa sprzęt oczyszczający zapewniający akceptowalną ochronę przy zachowaniu mobilności i komfortu użytkownika.

Zgodnie z dokumentami ISO/TS 16973:2016 i PN-EN ISO 16972:2020-09, SOUO dzieli się na dwie główne grupy w zależności od sposobu działania:

- sprzęt oczyszczający – usuwa zanieczyszczenia z wdychanego powietrza za pomocą elementów oczyszczających (filtrów, pochłaniaczy, filtropochłaniaczy); może działać:
    - pasywnie – użytkownik zasysa powietrze przez element oczyszczający,
    - aktywnie – z użyciem dmuchawy wspomagającej przepływ powietrza.
- sprzęt izolujący – dostarcza powietrze lub tlen z zewnętrznego, niezanieczyszczonego źródła, całkowicie izolując użytkownika od atmosfery zewnętrznej; występuje jako:
    - stacjonarny (aparaty wężowe),
    - autonomiczny (aparaty powietrzne butlowe, regeneracyjne).

Zastosowanie odpowiedniego typu sprzętu uzależnione jest od charakteru zagrożeń, w tym stężenia tlenu, obecności substancji toksycznych oraz poziomu zanieczyszczenia atmosfery.

6.1. Półmaski filtrujące jednorazowego użytku

Najprostszą formą ochrony układu oddechowego w działaniach prowadzonych w terenie otwartym są półmaski filtrujące jednorazowego użytku (rys. 2) zgodne z wymaganiami PN-EN 149+A1:2010 [25]. Są one wytwarzane z włóknin wykonanych z termopolimerów syntetycznych (np. polipropylenu czy poliestru), a proces filtracji zachodzi zarówno na drodze mechanicznej, jak i elektrostatycznej. Ich skuteczność zależy nie tylko od jakości materiału filtrującego, ale także od jakości przylegania (dopasowania) do twarzy, co ma kluczowe znaczenie dla realnej ochrony użytkownika. Półmaski filtrujące stanowią skuteczną barierę przed cząstkami stałymi zawieszonymi w dymie, takimi jak sadza czy popiół, a także ograniczają ekspozycję na niektóre aerozole biologiczne. Ich zaletą jest niska masa, łatwość użytkowania i brak konieczności konserwacji. Do ich wad należy brak ochrony wobec gazowych składników dymu (np. tlenku węgla, formaldehydu) oraz brak możliwości długotrwałego użytkowania – gwałtowny wzrost oporów oddychania w zapylonej atmosferze.

Fotografia	Typowe zastosowanie
	prace patrolowe i porządkowe, działania w strefach o niskim stężeniu zanieczyszczeń, zadania logistyczne i zabezpieczające

Rys. 2. Półmaska filtrująca i jej zastosowanie.

6.2. Półmaski i maski elastomerowe wielokrotnego użytku z wymiennymi elementami oczyszczającymi

Półmaski elastomerowe (rys. 3) wyposażone w wymienne filtry, pochłaniacze lub filtropochłaniacze, zgodne z wymaganiami normy PN-EN 140: 2001 [26], stanowią kolejny poziom ochrony w działaniach prowadzonych w terenie otwartym, zapewniając wyższy stopień zabezpieczenia niż półmaski jednorazowe. Urządzenia te zaprojektowane są tak, aby tworzyć szczelne połączenie wokół nosa i ust użytkownika. Wykonuje się je zazwyczaj z gumy, silikonu lub innych materiałów elastomerowych, co umożliwia ich wielokrotne czyszczenie, dezynfekcję i ponowne użycie. Większość modeli jest wyposażona w zawór wydechowy, który zmniejsza opór oddychania i ogranicza dyskomfort użytkowania podczas długotrwałej pracy.

Z kolei maski pełnotwarzowe (rys. 3) zgodne z wymaganiami PN-EN 136:2001 [22], które rozciągają się na całą twarz, wyposażone w przezroczysty wizjer, zapewniają dodatkową ochronę oczu i skóry twarzy, co jest szczególnie istotne w warunkach wysokiego zapylenia, obecności aerozoli czy drażniących par. Po wyposażeniu ich w odpowiednie elementy oczyszczające mogą one chronić nie tylko przed cząstkami, ale także przed gazami i parami, a ponadto zapewniają dodatkową barierę przed rozpryskami cieczy lub substancjami drażniącymi. Ze względu na większą powierzchnię uszczelnienia i zintegrowany wizjer maski pełnotwarzowe charakteryzują się wyższym stopniem ochrony i bardziej niezawodnym dopasowaniem niż półmaski elastomerowe lub jednorazowe półmaski filtrujące.

Do głównych zalet tych rozwiązań należą możliwy dłuższy czas użytkowania oraz lepsze dopasowanie do twarzy użytkownika w porównaniu z jednorazowymi półmaskami filtrującymi. Ich ograniczenia obejmują jednak większy opór oddychania, konieczność regularnej konserwacji i kontroli stanu technicznego, a także brak ochrony przed tlenkiem węgla. Sprzęt tego typu nie może być stosowany w atmosferze z niedoborem tlenu (<18%) ani w środowisku, w którym stężenia substancji toksycznych przekraczają zdolność sorpcyjną zastosowanych elementów oczyszczających.

Fotografie		Typowe zastosowanie
Półmaska elastomerowa	**Maska elastomerowa**	
		działania dogaszające, prace na obrzeżach pożaru, działania logistyczne i kontrolne w warunkach podwyższonego zapylenia i obecności związków organicznych

Rysunek 3. Półmaska i maska elastomerowa oraz ich zastosowanie.

6.3. Sprzęt oczyszczający z wymuszonym przepływem powietrza

Sprzęt z wymuszonym przepływem powietrza stanowi zaawansowaną grupę SOUO, łącząc wysoką skuteczność ochrony z podwyższonym komfortem użytkowania. Dzięki zastosowaniu zasilanego akumulatorowo wentylatora wymuszającego przepływ powietrza przez elementy oczyszczające system ten znacząco redukuje opór oddychania oraz poprawia mikroklimat pod częścią twarzową, co ma szczególne znaczenie w przypadku działań długotrwałych, wykonywanych w wysokiej temperaturze i przy dużym obciążeniu fizjologicznym. Zgodnie z wymaganiami PN-EN 12941: 2024-06 [27] (w odniesieniu do urządzeń z wymuszonym przepływem powietrza z kapturem lub hełmem, rys. 4) oraz PN-EN 12942:2004-06 [28] (w odniesieniu do urządzeń z maską pełnotwarzową, półmaską lub ćwierćmaską), urządzenia te mogą być konfigurowane z różnymi rodzajami elementów oczyszczających, co umożliwia ich stosowanie w zróżnicowanych środowiskach pracy.

Ich zaletą jest możliwość użytkowania w atmosferach zawierających zarówno cząstki stałe, jak i określone gazy czy pary, pod warunkiem że zawartość tlenu w powietrzu wynosi co najmniej 18%, a rodzaj i stężenie zanieczyszczeń są znane i mieszczą się w zakresie skuteczności zastosowanego elementu oczyszczającego. Pomimo większej masy i konieczności zapewnienia zasilania sprzęt z wymuszonym przepływem powietrza uznawany jest w wielu krajach za najbardziej ergonomiczne rozwiązanie dla działań prowadzonych w terenie otwartym, zapewniając wysoki poziom ochrony przy relatywnie niskim obciążeniu fizjologicznym. Dodatkową zaletą jest możliwość integracji z hełmami, odzieżą ochronną lub systemami komunikacyjnymi, co zwiększa ich funkcjonalność i bezpieczeństwo użytkownika.

Fotografia	Typowe zastosowanie
	długotrwałe działania przy liniach pożaru, prace w strefach o wysokim zapyleniu, monitorowanie i zabezpieczanie pogorzelisk

Rysunek 4. Oczyszczający sprzęt ze wspomaganiem przepływu powietrza wyposażony w kaptur i jego zastosowanie.

6.4. Aparaty powietrzne butlowe

Aparaty powietrzne butlowe (ang. *Self-Contained Breathing Apparatus*, SCBA) stanowią najwyższy poziom ochrony układu oddechowego strażaka. Są to urządzenia izolujące, które dostarczają użytkownikowi powietrze oddechowe ze źródła niezależnego od otaczającej atmosfery. Dzięki temu zapewniają pełną ochronę przed wszystkimi rodzajami zagrożeń inhalacyjnych, w tym tlenkiem węgla, toksycznymi gazami i parami, a także w atmosferach o niedostatecznej zawartości tlenu (<18%) lub o nieznanym składzie.

Aparaty takie są standardowym wyposażeniem w działaniach ratowniczych prowadzonych w przestrzeniach zamkniętych, w sytuacjach, gdy stężenia toksyn przekraczają możliwości sprzętu filtrującego oraz wszędzie tam, gdzie występuje atmosfera nieznana lub potencjalnie niebezpieczna. Ich zastosowanie w działaniach na otwartej przestrzeni, takich jak pożary lasów czy łąk, jest natomiast ograniczone – przede wszystkim ze względu na znaczną masę (zazwyczaj 12–18 kg), ograniczoną autonomię pracy (najczęściej 30–60 minut) oraz wysoki koszt energetyczny oddychania w sprzęcie ciśnieniowym, który istotnie zwiększa obciążenie fizjologiczne ratownika.

Najczęściej stosowanym w PSP typem są aparaty powietrzne typu otwartego obiegu, wyposażone w butlę wysokociśnieniową umieszczoną na plecach oraz maskę pełnotwarzową (zgodne z PN-EN 137:2008). Urządzenia te mogą pracować w dwóch wariantach konstrukcyjnych:

- typ „demand” (niestosowane już w PSP) – powietrze podawane jest wyłącznie w momencie wdechu użytkownika, co zwiększa efektywność zużycia gazu,
- typ „pressure-demand” – w części twarzowej utrzymywane jest stałe nadciśnienie, co minimalizuje ryzyko przecieków i zwiększa poziom ochrony.

Standardowy czas pracy aparatu zależy od pojemności butli i intensywności wentylacji, zwykle wynosi 30–45 minut, a w wersjach o zwiększonej pojemności – do 60–75 minut. Ograniczony czas działania i konieczność rotacji załóg sprawiają, że aparaty te nie są zazwyczaj preferowanym rozwiązaniem w przypadku długotrwałych działań w terenie otwartym, jednak pozostają niezwykle cennym i niezastąpionym narzędziem w sytuacjach wysokiego ryzyka.

7. DOBÓR SOUO DO ZADANIA I WARUNKÓW

Dobór odpowiedniego SOUO jest istotnym elementem zapewnienia bezpieczeństwa strażaków podczas działań gaśniczych na terenach otwartych. Decyzja o wyborze konkretnego typu sprzętu powinna być wynikiem analizy warunków środowiskowych, charakteru zagrożeń, intensywności pracy, a także czasu trwania działań. Odpowiedni dobór sprzętu nie tylko zwiększa skuteczność ochrony, ale również ogranicza obciążenie fizjologiczne i poprawia ergonomię pracy, co ma szczególne znaczenie w działaniach długotrwałych.

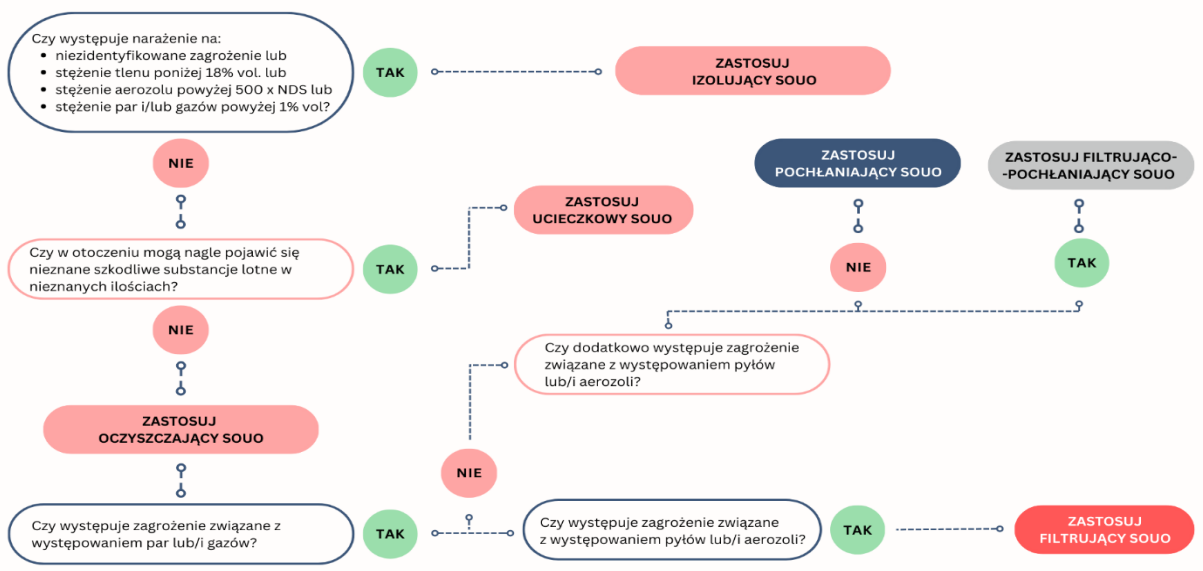
7.1. Podstawowe kryteria doboru SOUO

Podstawowym punktem wyjścia do doboru SOUO jest ocena atmosfery w miejscu działań (rys. 5). W zależności od stężenia tlenu, rodzaju i poziomu zanieczyszczeń oraz dostępności danych pomiarowych stosuje się różne rodzaje sprzętu:

- Sprzęt oczyszczający może być używany wyłącznie wtedy, gdy zawartość tlenu w powietrzu przekracza 18%, a stężenia toksycznych gazów i par nie przekraczają dopuszczalnych wartości,
- Sprzęt izolujący jest niezbędny, gdy atmosfera jest nieznana, niedotleniona lub zawiera substancje toksyczne w wysokim stężeniu.

W praktyce dobór SOUO musi również uwzględniać takie czynniki, jak:

- przewidywany czas ekspozycji i możliwość rotacji zespołów,
- intensywność wysiłku fizycznego, która wpływa na wentylację minutową i skuteczność filtracji,
- mobilność i ergonomia, kluczowe przy działaniach długotrwałych w rozproszonej strefie pożaru,
- dostępność zaplecza technicznego i możliwości konserwacji sprzętu w terenie.



Rysunek 5. Podstawowe kryteria doboru SOUO.

7.2. Dobór SOUO w zależności od charakteru działań

W środowisku pożarów na terenach otwartych można wyróżnić kilka typowych scenariuszy operacyjnych, dla których rekomenduje się różne rozwiązania sprzętowe:

Działania patrolowe, logistyczne, zabezpieczające

Przy założeniu, że w tych sytuacjach stężenie zanieczyszczeń jest niskie, a zagrożenie ogranicza się do cząstek stałych (np. sadzy, popiołu), wystarczającą ochronę zapewniają jednorazowe półmaski filtrujące klasy FFP2 lub FFP3 (PN-EN 149+A1: 2010).

Prace dogaszające i na obrzeżach pożaru

Podczas długotrwałych działań w warunkach podwyższonego zapylenia oraz obecności związków organicznych skuteczne będą półmaski lub maski elastomerowe z wymiennymi elementami oczyszczającymi (PN-EN 140: 2001, PN-EN 143: 2021-07, PN-EN 14387: 2021-07). Maski pełnotwarzowe zapewniają dodatkową ochronę oczu i skóry twarzy. W przypadku obecności zarówno cząstek, jak i gazów, zalecane są filtry kombinowane klasy P2/P3 z pochłaniaczami typu A lub AB.

Działania długotrwałe i o wysokim obciążeniu fizjologicznym

Jeśli zadania wymagają wielogodzinnej pracy w strefie o znanym składzie atmosfery i występującym zapyleniu, optymalnym rozwiązaniem jest oczyszczający sprzęt z wymuszonym przepływem powietrza (PN-EN 12941: 2024-06, PN-EN 12942: 2024-06). Zmniejszony opór oddechowy i poprawiony mikroklimat pod maską znacząco zwiększają komfort użytkowania.

Sytuacje o nieznanej atmosferze lub podejrzeniu niedoboru tlenu

W warunkach niepewnych lub potencjalnie niebezpiecznych pod względem składu atmosfery jedynym dopuszczalnym rozwiązaniem jest zastosowanie sprzętu izolującego (np. aparatów powietrznych butlowych zgodnych z PN-EN 137: 2008). Sprzęt ten powinien być traktowany jako rozwiązanie awaryjne i używany głównie podczas krótkotrwałych wejść do stref wysokiego ryzyka.

8. ZASADY PRAWIDŁOWEGO STOSOWANIA SOUO

Skuteczność ochrony układu oddechowego w działaniach ratowniczych zależy nie tylko od właściwego doboru sprzętu, lecz także od jego prawidłowego użytkowania, utrzymania w stanie technicznym zgodnym z wymaganiami producenta oraz regularnej kontroli. Nawet sprzęt o najwyższych parametrach ochronnych może nie zapewnić odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa, jeśli jest niewłaściwie eksploatowany, przechowywany lub konserwowany.

Przed dostarczeniem pracownikom do stosowania ŚOI, w tym SOUO, konieczne jest przeprowadzenie przez pracodawcę odpowiednich szkoleń. W PSP szkolenia stanowią integralną część systemu bezpieczeństwa i są realizowane zgodnie z wieloetapowym programem obejmującym:

- **szkolenie wstępne** – realizowane podczas kursu podstawowego, w ramach którego omówione są podstawy ochrony dróg oddechowych, rodzaje sprzętu, zasady jego działania i użytkowania,
- **szkolenia okresowe** – prowadzone co najmniej raz na 12 miesięcy, mające na celu odświeżenie wiedzy i doskonalenie umiejętności praktycznych,
- **ćwiczenia scenariuszowe** – polegające na symulacji realnych warunków działań, pozwalające na doskonalenie pracy zespołowej, komunikacji, procedur awaryjnych oraz pracy w warunkach ograniczonej widoczności i wysokiego stresu.

W kontekście działań ratowniczych prowadzonych na terenach otwartych, gdzie może być potrzeba zastosowania innego SOUO niż tradycyjny sprzęt izolujący, dobrą praktyką będzie poszerzenie standardowego programu szkolenia o treści dotyczące sprzętu oczyszczającego, w tym filtrującego, pochłaniającego i z wymuszonym przepływem powietrza. Przykładowo treści te mogą dotyczyć:

- charakterystyki wybranych rozwiązań odnoszących się do oczyszczającego SOUO,
- przedstawienia wskazówek do prawidłowego użytkowania sprzętu zgodnie z przeznaczeniem określonym w instrukcji producenta (trzeba zapewnić, aby instrukcje użytkowania były dostępne oraz zrozumiałe dla pracowników),
- informacji o konsekwencjach niestosowania SOUO podczas czynności operacyjnych prowadzonych w strefach oddalonych od centrum pożaru lub porządkowych,
- omówienia sposobu utylizacji oczyszczającego SOUO jednokrotnego użycia lub czyszczenia, w przypadku sprzętu przeznaczonego do wielokrotnego stosowania.

Do tego celu pomocne mogą być materiały szkoleniowe, które opracowano w ramach zadania 1.ZS.04 pn. „Stanowiska, kryteria oceny i metody badań sprzętu ochrony układu oddechowego zaprojektowanego do prowadzenia akcji gaśniczych na przestrzeniach otwartych (lasy, łąki)” , dostępne na portalu www.ciop.pl.

8.1. Użytkowanie

Sprzęt ochrony układu oddechowego należy użytkować wyłącznie zgodnie z jego przeznaczeniem, instrukcją producenta i obowiązującymi procedurami jednostki. Przed rozpoczęciem działań użytkownik powinien:

- **skontrolować stan techniczny urządzenia**, w tym kompletność elementów, stan uszczelek, zaworów i filtrów,
- **sprawdzić dopasowanie części twarzowej** – każdorazowo należy wykonać test szczelności (tzw. *fit check*) poprzez zassanie lub nadmuch powietrza w masce i ocenę ewentualnych nieszczelności,
- **zweryfikować termin ważności filtrów lub pochłaniaczy** – przeterminowane elementy mogą mieć znacząco obniżoną skuteczność filtracji,
- **sprawdzić przepływ powietrza w urządzeniach z wymuszonym przepływem powietrza** oraz stan naładowania akumulatorów.

W trakcie działań należy zwracać uwagę na sygnały świadczące o zużyciu filtrów (np. zwiększony opór oddechowy, zapachy, podrażnienia dróg oddechowych) i w razie ich wystąpienia niezwłocznie opuścić strefę zagrożenia.

W przypadku sprzętu izolującego dodatkowo konieczne są:

- upewnienie się, że ciśnienie w butli mieści się w zakresie określonym przez producenta,
- kontrola działania automatyki oddechowej i zaworów bezpieczeństwa,
- zachowanie rezerwy powietrza umożliwiającej bezpieczne opuszczenie strefy zagrożenia.

8.2. Konserwacja i czyszczenie

Regularna konserwacja i prawidłowa dekontaminacja sprzętu są niezbędne, aby zachować jego parametry ochronne i przedłużyć czas eksploatacji. Zgodnie z dobrymi praktykami i wymaganiami normatywnymi (m.in. PN-EN 529: 2009, PN-EN 136: 2001, PN-EN 143: 2021-07, PN-EN 14387: 2021-07):

- po **każdym użyciu** sprzęt należy oczyścić z zabrudzeń i osadów dymowych, stosując środki zalecane przez producenta,
- elementy mające kontakt z twarzą użytkownika należy dezynfekować preparatami dopuszczonymi do kontaktu ze skórą,
- półmaski i maski pełnotwarzowe powinny być suszone w warunkach pokojowych, z dala od źródeł ciepła i promieniowania UV,
- filtry i pochłaniacze, które zostały użyte w środowisku zawierającym substancje toksyczne, należy traktować jako odpady niebezpieczne i utylizować zgodnie z obowiązującymi przepisami,
- urządzenia typu PAPR wymagają regularnego ładowania i okresowego testowania wydajności wentylatora.

W przypadku sprzętu izolującego obowiązkowe jest wykonywanie czynności konserwacyjnych zgodnie z harmonogramem producenta, obejmujących m.in. smarowanie zaworów, kontrolę ciśnienia roboczego, badanie szczelności układu i kalibrację elementów elektronicznych (jeśli dotyczy).

Pomocny w poszerzeniu wiedzy w tym zakresie może być Raport z prac zespołu Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej powołanego decyzją nr 22 z dnia 11 marca 2022 r. w sprawie powołania zespołu do opracowania zaleceń dotyczących czyszczenia odzieży dla strażaków PSP oraz strażaków ratowników ochotniczych straży pożarnych z zanieczyszczeń chemicznych powstałych podczas pożaru.

Materiały te dostępne są pod adresem:
https://kspnszz.org/wp-content/uploads/2023/12/Raport-Zespołu-za-2022-r.pdf.

8.3. Okresowe przeglądy i kontrole

Oprócz kontroli użytkownika wykonywanej przed użyciem i po użyciu SOUO powinien podlegać **okresowym przeglądom technicznym** wykonywanym przez osoby uprawnione lub autoryzowany serwis. Zakres i częstotliwość tych przeglądów określa producent, jednak zgodnie z dobrymi praktykami powinny one obejmować co najmniej:

- **kontrolę szczelności układu oddechowego**,
- **weryfikację stanu uszczelnień, zaworów i elementów mechanicznych**,
- **kontrolę stanu filtrów i pochłaniaczy**,
- **badanie przepływu powietrza w sprzęcie z wymuszonym przepływem**,
- **sprawdzenie ciśnienia i integralności butli w aparatach izolujących**.

Dodatkowo po każdym użyciu w środowisku o wysokim stężeniu toksycznych substancji lub przy podejrzeniu uszkodzenia sprzęt powinien zostać poddany **kontroli nadzwyczajnej** przed ponownym wprowadzeniem do eksploatacji.

8.4. Przechowywanie i transport

Warunki przechowywania sprzętu ochrony układu oddechowego mają istotny wpływ na jego trwałość i niezawodność. Sprzęt powinien być przechowywany w suchych, wentylowanych pomieszczeniach, z dala od substancji chemicznych, promieniowania UV i źródeł ciepła. Filtry i pochłaniacze muszą być przechowywane w oryginalnych opakowaniach, chroniących je przed wilgocią i zanieczyszczeniem.

Podczas transportu należy stosować dedykowane pojemniki lub futerały, zabezpieczające sprzęt przed uszkodzeniami mechanicznymi. W przypadku sprzętu zasilanego elektrycznie należy również chronić akumulatory przed głębokim rozładowaniem i przegrzaniem. Należy zawsze stosować instrukcję producenta.

8.5. Dokumentowanie

Zgodnie z wymaganiami systemów zarządzania bezpieczeństwem oraz dobrymi praktykami PSP każda czynność związana z użytkowaniem, konserwacją i kontrolą SOUO powinna być **dokumentowana**. Ewidencja powinna obejmować m.in.:

- datę i nazwisko osoby dokonującej kontroli,
- rodzaj przeprowadzonej czynności (przegląd, czyszczenie, naprawa, wymiana elementów),
- uwagi dotyczące stanu technicznego,
- wyniki testów szczelności i funkcjonalności.

Tak prowadzona dokumentacja stanowi ważny element nadzoru nad sprzętem, umożliwia analizę awarii oraz planowanie działań konserwacyjnych i zakupowych.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Booze TF, Reinhardt TE, Quiring SJ, et al. A Screening-Level Assessment of the Health Risks of Chronic Smoke Exposure for Wildland Firefighters. J. Occup. Environ. Hyg. 2004;1:296-305. https://doi.org/10.1080/15459620490442500.
2. Arias-Pérez RD, Taborda NA, Gómez DM, et al. Inflammatory effects of particulate matter air pollution. Environ. Sci. Pollut. Res. 2020; 27:42390-42404. https://doi.org/10.1007/s11356-020-10574-w.
3. Prockop LD, Chichkova RI. Carbon monoxide intoxication: An updated review. J. Neurol. Sci. 2007;262:122-130. https://doi.org/10.1016/j.jns.2007.06.037.
4. Navarro KM, West MR, O'Dell K, et al. Exposure to Particulate Matter and Estimation of Volatile Organic Compounds across Wildland Firefighter Job Tasks. Environ. Sci. Technol. 2021;55:11795-11804. https://doi.org/10.1021/acs.est.1c00847.
5. Navarro KM, Cisneros R, Noth EM, et al. Occupational Exposure to Polycyclic Aromatic Hydrocarbon of Wildland Firefighters at Prescribed and Wildland Fires. Environ. Sci. Technol. 2017;51:6461-6469. https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00950.
6. Miranda AI, Martins V, Cascão P, et al. Wildland Smoke Exposure Values and Exhaled Breath Indicators in Firefighters. J. Toxicol. Environ. Heal. Part A. 2012;75:831-843. https://doi.org/10.1080/15287394.2012.690686.
7. Padamsey K, Liebenberg A, Wallace R, et al. Characterising the Chemical Composition of Bushfire Smoke and Implications for Firefighter Exposure in Western Australia. Fire. 2024;7:388. https://doi.org/10.3390/fire7110388.
8. Reinhardt TE, Ottmar RD. Baseline Measurements of Smoke Exposure Among Wildland Firefighters. J. Occup. Environ. Hyg. 2004;1:593-606. https://doi.org/10.1080/15459620490490101.
9. Reisen F, Brown SK. Australian firefighters' exposure to air toxics during bushfire burns of autumn 2005 and 2006. Environ. Int. 2009;35:342-352. https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.08.011.
10. Padamsey K, Liebenberg A, Wallace R, et al. Exposures of Western Australian Wildland Firefighters: Insights from Real-Time Monitoring. Fire. 2025;8:98. https://doi.org/10.3390/fire8030098.
11. Manning JE, Griggs TR. Heart Rates in Fire Fighters Using Light and Heavy Breathing Equipment: Similar Near-Maximal Exertion in Response to Multiple Work Load Conditions. J. Occup. Environ. Med. 1983;25:215-218. https://doi.org/10.1097/00043764-198303000-00016.
12. Jamnik V, Gledhill N. Characterization of the physical demands of firefighting. Med. Sci. Sports Exerc. 1989;21:S6. https://doi.org/10.1249/00005768-198904001-00032.
13. Holmér I, Gavhed D. Classification of metabolic and respiratory demands in fire fighting activity with extreme workloads. Appl. Ergon. 2007;38:45-52. https://doi.org/10.1016/j.apergo.2006.01.004.
14. Kaufman JW, Hastings S. Respiratory Demand During Rigorous Physical Work in a Chemical Protective Ensemble. J. Occup. Environ. Hyg. 2005;2:98-110. https://doi.org/10.1080/15459620590909682.

15. Swiston JR, Davidson W, Attridge S, et al. Wood smoke exposure induces a pulmonary and systemic inflammatory response in firefighters. Eur. Respir. J. 2008;32:129-138. https://doi.org/10.1183/09031936.00097707.
16. Gaughan DM, Siegel PD, Hughes MD, et al. Arterial stiffness, oxidative stress, and smoke exposure in wildland firefighters. Am. J. Ind. Med. 2014;57:748-756. https://doi.org/10.1002/ajim.22331.
17. Reid CE, Brauer M, Johnston FH, et al. Critical review of health impacts of wildfire smoke exposure. Environ. Health Perspect. 2016;124:1334-1343. https://doi.org/10.1289/ehp.1409277.
18. Semmens EO, Leary CS, West MR, et al. Carbon monoxide exposures in wildland firefighters in the United States and targets for exposure reduction. J. Expo. Sci. Environ. Epidemiol. 2021;31:923-929. https://doi.org/10.1038/s41370-021-00371-z.
19. Adetona O, Reinhardt TE, Domitrovich J, et al. Review of the health effects of wildland fire smoke on wildland firefighters and the public. Inhal. Toxicol. 2016;28:95-139. https://doi.org/10.3109/08958378.2016.1145771.
20. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 31 sierpnia 2021 r. w sprawie szczegółowych warunków bezpieczeństwa i higieny służby strażaków Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. 2021 poz. 1681).
21. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. 2007 nr 143 poz. 1002).
22. PN-EN 136:2001 Sprzęt ochrony układu oddechowego. Maski. Wymagania, badanie, znakowanie (2001).
23. PN-EN 137:2008 Sprzęt ochrony układu oddechowego. Aparaty powietrzne butlowe ze sprężonym powietrzem wyposażone w maskę. Wymagania, badanie, znakowanie (2008).
24. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/425 z dnia 9 marca 2016 r. w sprawie środków ochrony indywidualnej oraz uchylenia dyrektywy Rady 89/686/EWG (Dz.U.UE.L.2016.81.51).
25. EN 149:2001+A1: 2009 Respiratory protective devices. Filtering half masks to protect against particles. Requirements, testing, marking (n.d.).
26. PN-EN 140 Sprzęt ochrony układu oddechowego. Półmaski i ćwierćmaski. Wymagania, badanie, znakowanie (n.d.).
27. PN-EN 12941:2002/A1:2006 Sprzęt ochrony układu oddechowego - Oczyszczający sprzęt z wymuszonym przepływem powietrza wyposażony w hełm lub kaptur – Wymagania, badanie, znakowanie (n.d.).
28. PN-EN 12942:2002/A1:2004 Sprzęt ochrony układu oddechowego. Oczyszczający sprzęt za wspomaganiem przepływu powietrza wyposażony w maski, półmaski lub ćwierćmaski. Wymagania, badanie, znakowanie (n.d.).