



Chroń siebie i innych
Noś półmaskę

Oliwia Owczarek
Agnieszka Brochocka

**PRAWIDŁOWA
OCHRONA UKŁADU
ODDECHOWEGO PRZED
ZAGROŻENIAMI
INHALACYJNYMI
WYSTĘPUJĄCYMI W
ŚRODOWISKU PRACY**

materiały szkoleniowe

Opracowano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2023-2025 w zakresie zadań służb państwowych ze środków ministra właściwego ds. pracy.

Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Zadanie nr 7.ZS.07 pt. *Kampania informacyjna „Chroń siebie i innych – Noś Półmaskę” dotycząca właściwego stosowania filtrującego sprzętu ochrony układu oddechowego w środowisku pracy i życia.*

Autorki: inż. Oliwia Owczarek, dr hab. inż. Agnieszka Brochocka

© Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Łódź, 2024

Spis treści

1.	Wprowadzenie	4
2.	Zagrożenia inhalacyjne	5
2.1.	Aerozole	7
2.2.	Gazy i pary	8
2.3.	Niedobór tlenu	9
3.	Sprzęt ochrony układu oddechowego (SOUO)	9
3.1	Części twarzowe	10
4.	Oczyszczający sprzęt ochrony układu oddechowego	12
4.1.	Elementy oczyszczające	12
4.2.	Półmaska filtrująca	16
4.3.	Oczyszczający sprzęt ochrony układu oddechowego ze wspomaganiem przepływu	18
5.	Izolujący sprzęt ochrony układu oddechowego	20
5.1.	Stacjonarny sprzęt izolujący	20
5.2.	Autonomiczny sprzęt izolujący	21
6.	Dobór sprzętu ochrony układu oddechowego	22
6.2.	Dobór SOUO do rodzaju zagrożenia inhalacyjnego	22
6.3.	Dobór oczyszczającego sprzętu ochrony układu oddechowego	24
6.3.1	Dobór sprzętu filtrującego	24
6.3.2	Dobór sprzętu pochłaniającego	27
6.3.3	Dobór sprzętu filtrująco-pochłaniającego	28
6.4.	Dobór izolującego sprzętu ochrony układu oddechowego	28
6.5.	Dobór sprzętu ochrony układu oddechowego wobec nanoczątek	28
6.6.	Indywidualne dopasowanie do kształtu twarzy użytkownika	30
7.	Użytkownie	30
7.1	Bezpieczny czas użytkowania	34

1. Wprowadzenie

Zagrożenia inhalacyjne są najczęściej niewidoczne gołym okiem. Ze względu na brak natychmiastowych skutków często nie jesteśmy świadomi występującego zagrożenia, które może mieć poważne konsekwencje dla naszego zdrowia i życia. Nasz układ oddechowy może być narażony na zanieczyszczenia powietrza w postaci aerozoli oraz gazów i par, ale także ze względu na niedobory tlenu. Zawsze wtedy, kiedy środki ochrony zbiorowej stają się nieskuteczne lub niemożliwe jest ich zastosowanie, należy wyposażyć pracowników w sprzęt ochrony układu oddechowego.

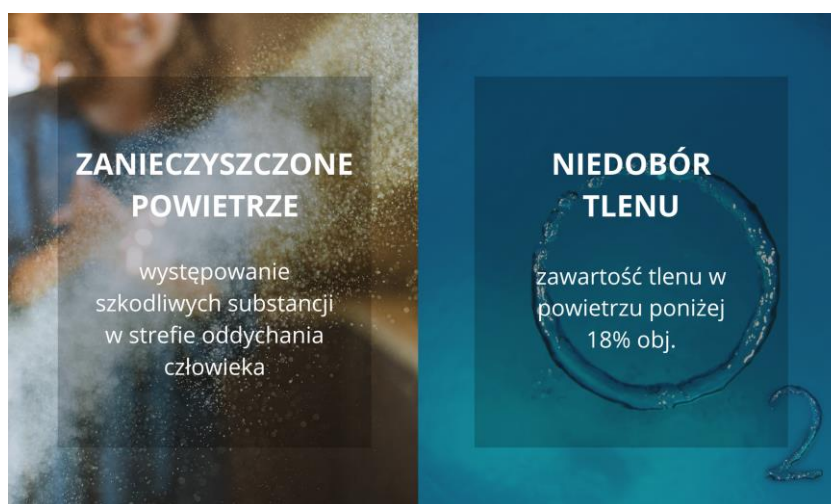
O bezpieczeństwo układu oddechowego należy zadbać m. in. przy pracach:

- przemysłowych i wytwórczych, tj. produkcja materiałów chemicznych i tworzyw sztucznych, spawanie, lutowanie, cięcie laserowe metali, obróbka metali (szlifowanie, polerowanie), obróbka drewna, kamienia,
- w rolnictwie i hodowli, tj. młócenie, magazynowanie zboża, stosowanie pestycydów i nawozów, prace w fermach hodowlanych,
- w laboratoriach i branży chemicznej, tj. prace analityczne w laboratoriach chemicznych i biologicznych, produkcja leków i kosmetyków, stosowanie odczynników chemicznych,
- w branży medycznej i farmaceutycznej, tj. prace w szpitalach (np. inhalacje pacjentów, praca na oddziałach zakaźnych), produkcja i pakowanie leków, sterylizacja narzędzi (np. przy użyciu tlenu etylenu).
- w górnictwie i energetyce, tj. wydobywanie węgla, rud metali, obsługa kotłów i pieców przemysłowych, eksploatacja złóż gazu ziemnego.
- w branży spożywczej, tj. mielenie i przetwarzanie surowców spożywczych, pakowanie i magazynowanie produktów spożywczych, dezynfekcja pomieszczeń produkcyjnych,
- strażaka, ratownika medycznego, żołnierza, np. ratownictwo chemiczne i ekologiczne, operacje porządkowe po katastrofach, pożary,
- pracach budowlanych i remontowych, np. rozbiórka budynków zawierających azbest, szlifowanie wiercenie, cięcie materiałów budowlanych, malowanie, lakierowanie, stosowanie klejów.

Poniższy materiał zawiera informacje o rodzajach zagrożeń inhalacyjnych, charakterystykę dostępnego sprzętu ochrony układu oddechowego (SOUO) oraz praktyczne wskazówki odpowiedniego dobru sprzętu do występującego zagrożenia na stanowisku pracy. W materiale uwzględniono również zalecenia prawidłowego użytkowania, przechowywania i konserwacji sprzętu.

2. Zagrożenia inhalacyjne

Podstawowym podziałem zagrożeń inhalacyjnych są zanieczyszczenia powietrza oraz niedobór tlenu (rys. 1). Niedobór tlenu to sytuacja, w której zawartość tlenu w otoczeniu jest niższa niż 18% objętościowo. O zanieczyszczeniu powietrza mówimy natomiast zawsze, kiedy w strefie oddychania człowieka występują substancje niebezpieczne dla zdrowia i życia. Zanieczyszczenia powietrza mogą występować w postaci aerozoli (pył, dym, mgła) w tym nanoaerozolu, mikroorganizmów i alergenów oraz gazów i par substancji chemicznych (rys. 2). Dodatkowo należy pamiętać, że temperatura powietrza, którym oddycha człowiek, powinna być akceptowalna pod względem parametrów fizjologicznych.



Rysunek 1. Podstawowy podział zagrożeń inhalacyjnych

Zawsze, kiedy na stanowisku wykorzystywane są substancje chemiczne lub zagrożenie może mieć źródło w procesie produkcyjnym należy przeprowadzić analizę wszystkich zagrożeń występujących na stanowisku pracy w ciągu jednej zmiany roboczej. Po identyfikacji substancji szkodliwych należy wykonać pomiary ich stężeń i porównać z wartościami:

- najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS),
- najwyższych dopuszczalnych stężeń chwilowych (NDSch),
- najwyższych dopuszczalnych stężeń pułapowych (NDSP).

Wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń substancji szkodliwych znajdują się w rozporządzeniu Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. (Dz.U. 2018 poz. 1286 ze zm.)¹

¹ Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2018 poz. 1286, ze zm.)

Rozpoznanie zagrożenia jest pierwszym elementem w zapewnieniu prawidłowej ochrony układu oddechowego.

Przeprowadzając analizę zagrożeń warto korzystać z wykazu substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym, mutagennym lub reprotoksycznym w środowisku pracy². Kryteria klasyfikacji substancji niebezpiecznych zawiera Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 1272/2008 z dnia 16 grudnia 2008 r. w sprawie klasyfikacji, oznakowania i pakowania substancji i mieszanin, zmieniające i uchylające dyrektywy 67/548/EWG i 1999/45/WE oraz zmieniające rozporządzenie (WE) nr 1907/2006.



Rysunek 2. Rodzaje zanieczyszczeń powietrza

Konieczność zapewnienia odpowiedniego sprzętu ochrony układu oddechowego, który jest jednym z środków ochrony indywidualnej, wynika z zapisów Kodeksu pracy, który określa poniższe obowiązki pracodawcy:

- nieodpłatne dostarczenie pracownikom środków ochrony indywidualnej, które spełniają wymagania dotyczące oceny zgodności,
- informowanie pracownika o sposobach posługiwania się środkami ochrony indywidualnej,
- dobór odpowiednich środków ochrony indywidualnej do istniejących zagrożeń na podstawie wyników przeprowadzonej analizy i oceny ryzyka,

² Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 26 lipca 2024 r. w sprawie substancji chemicznych, ich mieszanin, czynników lub procesów technologicznych o działaniu rakotwórczym, mutagennym lub reprotoksycznym w środowisku pracy (Dz.U. 2024 poz. 1126)

- przeszkolenie pracowników w zakresie stosowania środków ochrony indywidualnej,
- zapewnienie odpowiednich procedur przechowywania, czyszczenia, dekontaminacji i utrzymania, a także koniecznych napraw środków ochrony indywidualnej,
- określenie warunków stosowania środków ochrony indywidualnej (w tym przewidywany okres użytkowania) i nadzór nad prawidłowym stosowaniem i stanem technicznym ŚOI.

Jednocześnie pracownik zobowiązany jest, aby znać przepisy i zasady bezpieczeństwa i higieny pracy oraz stosować środki ochrony indywidualnej, dostarczone przez pracodawcę, zgodnie z ich przeznaczeniem.³

Schemat zapewnienia odpowiedniej ochrony przed zagrożeniami inhalacyjnymi zawiera następujące elementy:

1. Analizę zagrożeń i ocenę ryzyka zawodowego
2. Dobór odpowiednich typów sprzętu ochrony układu oddechowego
3. Zakup i udostępnienie pracownikom sprzętu ochrony układu oddechowego
4. Prowadzenie okresowych szkoleń
5. Nadzór nad prawidłowym stosowaniem i stanem technicznym sprzętu ochrony układu oddechowego

2.1. Aerozole

Aerozole to układy koloidalne, zawierające stałe lub ciekłe cząstki rozproszone w powietrzu. Cząstki mieć pochodzenie roślinne, zwierzęce, mikrobiologiczne, mineralne i chemiczne. Emisja aerozoli na stanowiskach pracy najczęściej jest wynikiem zachodzących procesów technologicznych. Aerozole występują w postaci pyłów, dymów i mgieł.

Pył jest zawiesiną ziaren substancji stałych (cząstek stałych) w powietrzu powstałą poprzez mechaniczne rozdrobnienie materiału. Czynności, które powodują powstanie pyłów to najczęściej: szlifowanie, mielenie, przesiewanie, mieszanie substancji sypkich.

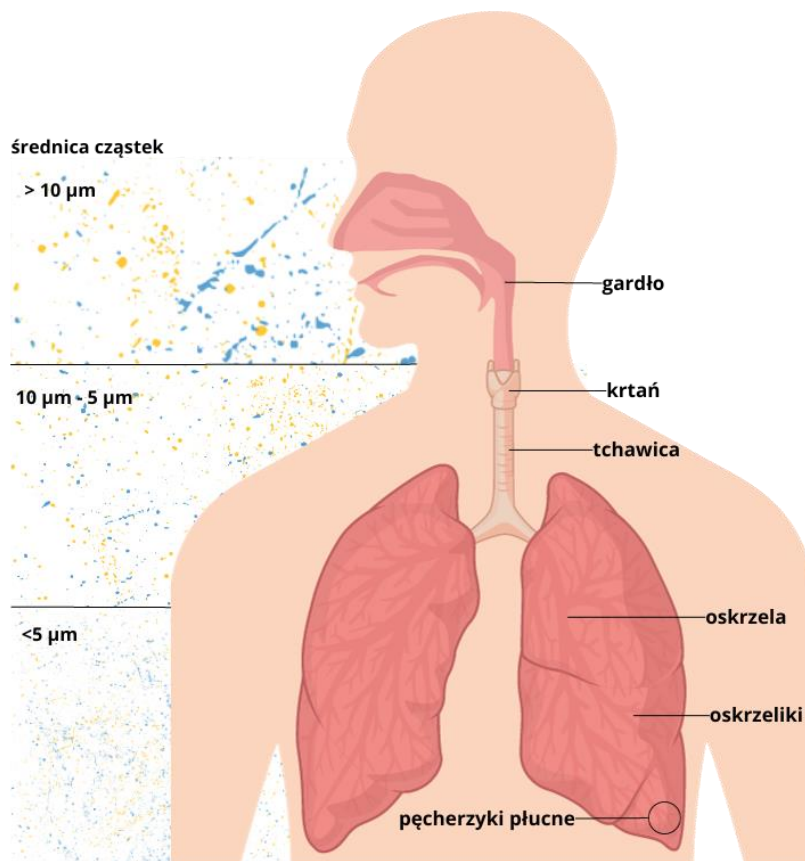
Dymem nazywa się zawiesinę cząstek stałych w powietrzu, powstających na skutek kondensacji w procesach tj. spalanie, sublimacja i prażenie. Są to np. substancje smoliste i dymy spawalnicze.

Mgła powstaje w skutek procesów dezintegracyjnych i jest zawiesiną kropli cieczy w powietrzu. Mgła może być emitowana podczas malowania natryskowego, przy opryskach oraz w procesach obróbki metali, w których wykorzystuje się chłodziwo o niskiej temperaturze parowania, np. przy szlifowaniu, frezowaniu.

Szkodliwe cząstki odkładają się w układzie oddechowym, a skutki ich działania mogą pojawić się po wielu latach od narażenia. Najgroźniejsze dla zdrowia są cząstki o wymiarach poniżej 5 µm, które przenikają do pęcherzyków

³ Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. Kodeks pracy (Dz. U 1974 nr 24 poz. 141, ze zm.)

płucnych oraz krwioobiegu człowieka i prowadzą do nieodwracalnych uszkodzeń w organizmie (rys. 3). Cząstki te mogą zakłócać wymianę gazową oraz być przyczyną schorzeń, tj. astma, przewlekłe choroby płuc, zapalenie oskrzeli czy zawał serca.



Rysunek 3. Cząstki w układzie oddechowym człowieka

Szczególnym zagrożeniem w rozwijającym się świecie są nanocząstki, które ze względu na nanorozmiary oraz brak szczegółowej wiedzy na temat toksyczności mogą mieć bardzo negatywne skutki dla ludzkiego organizmu. Do grupy nanomateriałów można zaliczyć wszystkie struktury fizyczne, które posiadają co najmniej jeden z wymiarów mieszczących się pomiędzy 1 nm a 100 nm.

W środowisku, w którym występuje aerozol nanocząstek powinno się wybierać najwyższą możliwą ochronę układu oddechowego. Dobór sprzętu wobec nanocząstek szczegółowo opisano w pkt 6.5.

2.2. Gazy i pary

Gazy są substancjami lotnymi o temperaturze większej od temperatury krytycznej.

Pary są to substancje w stanie lotnym o temperaturze niższej niż temperatura krytyczna.

Narażenie na szkodliwe gazy i pary występuje najczęściej przy pracach lakierniczych, malarskich, w barwiarniach oraz przy procesach sterylizacji. Zagrożenia te wchłaniane są przez układ oddechowy. Substancje lotne dobrze rozpuszczalne w wodzie (np. amoniak, kwas octowy) wchłaniają się już w górnych drogach oddechowych. Związki takie jak chlor i dwutlenek siarki uszkadzają górne drogi oddechowe oraz skrzela. Z kolei związki słabo rozpuszczalne w wodzie (np. tlenki azotu) docierają do pęcherzyków płucnych.

2.3. Niedobór tlenu

O niedoborze tlenu mówi się, kiedy w środowisku pracy zawartość tlenu jest niższa niż 18% objętości. Taka sytuacja może wystąpić podczas prac wykonywanych w:

- przestrzeniach zamkniętych, np. w zbiornikach i komorach,
- przestrzeniach ograniczonych, np. w tunelach, kanałach i studniach,
- pomieszczeniach bez wentylacji lub/i o ograniczonej kubaturze,
- pomieszczeniach bez wentylacji, w których mogą równolegle zachodzić procesy spalania lub utleniania zubożające atmosferę w ilość tlenu.

3. Sprzęt ochrony układu oddechowego (SOUO)

Sprzęt ochrony układu oddechowego klasyfikowany jest według zanieczyszczeń, przed którymi zapewnia ochronę. Wyróżniamy **sprzęt oczyszczający**, który działa zależnie od otaczającej atmosfery i chroni przed zanieczyszczeniami powietrza oraz **sprzęt izolujący**, który działa niezależnie od otaczającej atmosfery (posiada źródło powietrza) i zapewnia bezpieczeństwo przed niedoborem tlenu oraz przed wysokimi stężeniami zanieczyszczeń, wobec których sprzęt oczyszczający jest bezskuteczny (rys. 4).

Niezależnie od rodzaju, sprzęt ochrony układu oddechowego, jak każdy środek ochrony indywidualnej przed wprowadzeniem na rynek europejski musi być zgodny z postanowieniami rozporządzenia 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.

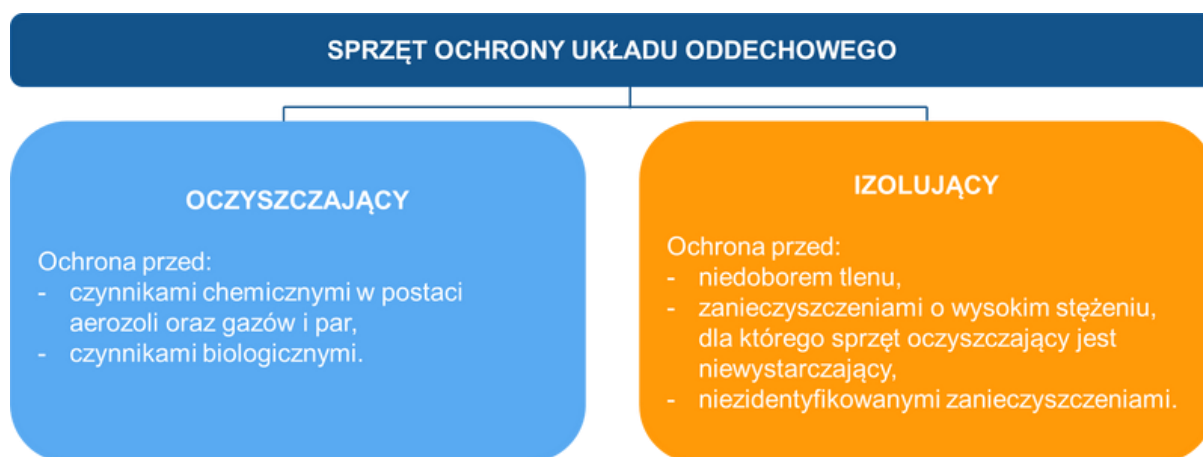
Zgodnie z powyższym rozporządzeniem sprzęt ochrony układu oddechowego należy do środków ochrony indywidualnej przeznaczonych do ochrony przed zagrożeniami kategorii III, czyli **zagrożeniami życia lub zagrożeniami, które mogą powodować poważny i nieodwracalny uszczerbek na zdrowiu**.

Dlatego też SOUO przed pierwszym wprowadzeniem do sprzedaży musi:

- przejść ocenę zgodności z udziałem jednostki notyfikowanej, otrzymać certyfikat badania typu UE,
- przynajmniej raz w roku dostać pozytywną ocenę kontroli jakości produktu ustalonej z właścicielem certyfikatu.

Oznacza to, że przed dopuszczeniem do użytkowania sprzęt musi spełnić wymagania dla parametrów ochronnych i użytkowych, które wraz z metodyką badawczą określone są we właściwych dla danego typu sprzętu normach europejskich.

Producent SOUO powinien udostępnić deklarację zgodności typu UE dołączając ją do instrukcji użytkowania sprzętu lub podać w instrukcji adres internetowy, pod którym w łatwy sposób można znaleźć deklarację zgodności.



Rysunek 4. Podstawowy podział sprzętu ochrony układu oddechowego

3.1 Części twarzowe

Niezależnie od sprzętu jaki zastosujemy będzie on skompletowany z częścią twarzową. Wyjątkiem są półmaski filtrujące i filtrująco-pochłaniające, które stanowią kompletny sprzęt ochrony układu oddechowego.

Wyróżnia się pięć najczęściej stosowanych części twarzowych:

- zespół ustnika,
- półmaska,
- maska,
- kaptur,
- hełm.

Zespół ustnika jest częścią twarzową stosowaną głównie w aparatach regeneracyjnych (rys. 5). Powinien spełniać wymagania normy EN 142:2002.⁴ Aparaty regeneracyjne są stosowane w sytuacjach awaryjnych, w których występuje nagłe zanieczyszczenie powietrza i konieczna jest ewakuacja. Zespół ustnika jest prosty w użyciu, a jego zadaniem jest dostarczenie powietrza do dróg oddechowych, tak aby bezpiecznie opuścić zanieczyszczony obszar.



Rysunek 5. Zespół ustnika

Półmaska jest to część twarzowa zakrywająca nos, usta i brodę (rys. 6). Należy do tzw. szczelnie przylegających części twarzowych, w odniesieniu do których, aby zapewnić ochronę istotne jest dopasowanie do wymiarów twarzy użytkownika. Półmaska może występować w kilku rozmiarach. Dopiero po skompletowaniu z elementami oczyszczającymi stanowi ochronę układu oddechowego. Półmaska powinna spełniać wymagania normy EN 140:1998.⁵



Rysunek 6. Półmaska

Maska to część twarzowa zastępująca całą powierzchnię twarzy, dzięki czemu chroni układ oddechowy i oczy. Odpowiednią ochronę zapewnia po skompletowaniu z elementami oczyszczającymi oraz szczelnym dopasowaniu do twarzy użytkownika. Maski powinny spełniać wymagania normy EN 136:1998.⁶

Kaptur ochronny to część twarzowa zastępująca całą głowę i szyję, dzięki czemu chroni układ oddechowy i oczy. Ochronę zapewnia po wyposażeniu w odpowiednie elementy oczyszczające (filtry, pochłaniacze i filtropochłaniacze), wizjer, korpus półmaski wewnętrznej, nagłowie oraz zestaw zaworów wdechowych z łącznikami specjalnymi umożliwiającymi montaż elementów oczyszczających.

⁴ EN 142:2002 Sprzęt ochrony układu oddechowego -- Zespoły ustnika -- Wymagania, badanie, znakowanie

⁵ EN 140:1998 Sprzęt ochrony układu oddechowego -- Półmaski i ćwierćmaski -- Wymagania, badanie, znakowanie

⁶ EN 136:1998 Sprzęt ochrony układu oddechowego -- Maski -- Wymagania, badanie, znakowanie

Hełm jest częścią twarzową zakrywającą całą głowę. Chroni układ oddechowy i oczy, dodatkowo, jeśli spełni wymagania właściwych norm europejskich może pełnić funkcje ochronną głowy. Jest to część twarzowa kompletowana ze sprzętem oczyszczającym ze wspomaganiem przepływu powietrza oraz z aparatami węzowymi. Zapewnia ochronę jedynie przy włączonym dopływie powietrza.

Maski występują w trzech klasach:

- KLASA 1 - CL1: do lekkiego stosowania - nie może być kompletowana ze sprzętem izolującym,
- KLASA 2 - CL 2: do ogólnego stosowania,
- KLASA 3 - CL 3: do specjalnego stosowania – przeznaczona do stosowania ze sprzętem izolującym.

4. Oczyszczający sprzęt ochrony układu oddechowego

Działanie oczyszczającego sprzętu ochrony układu oddechowego polega na oczyszczeniu powietrza z zanieczyszczeń w strefie oddychania pracownika.

Sprzęt ten może być stosowany na stanowisku pracy, jeśli spełnione są warunki:

- stężenie objętościowe tlenu > 18 % obj.
- stężenie szkodliwych aerozoli < 500 x NDS
- łącznie stężenie gazów i/lub par < od 1% obj.

4.1. Elementy oczyszczające

Filtry po skompletowaniu z częścią twarzową chronią przed zanieczyszczeniami powietrza w postaci aerozoli, tj. dymy, pyły i mgły. Filtry są bezskuteczne wobec gazów i par. Wszystkie filtry dostępne na rynku w Unii Europejskiej powinny spełniać wymagania normy EN 143:2021⁷.

Wyróżnia się trzy podstawowe typy filtrów:

- filtry płaskie – zbudowane z warstw włóknin filtracyjnych połączonych ze sobą na obwodzie, posiadają łącznik puszkowy lub bagnetowy,
- filtry kapsułowe – zbudowane są z układu włóknin filtracyjnych zamkniętych w pojemniku, posiadają łącznik puszkowy,
- filtry kapsułowe z łącznikiem – najczęściej zbudowane są z plisowanej włókniny zamkniętej w opakowaniu, posiadają łącznik gwintowy lub bagnetowy.

⁷ EN 143:2021 Sprzęt ochrony układu oddechowego -- Filtry -- Wymagania, badanie, znakowanie

Każdy filtr oznaczony jest białą banderolą, która oznacza element filtracyjny. Wszystkie filtry są wielorazowego użycia.

Filtry samodzielnie nie chronią układu oddechowego. Konieczne jest skompletowanie filtra z odpowiednią częścią twarzową (maską, półmaską lub kapturem), posiadającą dedykowany łącznik zapewniający szczelne połączenie.

Filtry ze względu na właściwości ochronne i użytkowe klasyfikuje się w pierwszej, drugiej i trzeciej klasie ochrony (P1, P2, P3). Skuteczność ochrony dla danej klasy filtrów przedstawiono w Tabeli 1. Klasyfikacja filtrów na podstawie wymagań dla skuteczności filtracji

Tabela 1. Klasyfikacja filtrów na podstawie wymagań dla skuteczności filtracji

Klasa filtra	Skuteczność ochrony, %
P1	80,00
P2	94,00
P3	99,95

Pochłaniacze to elementy oczyszczające chroniące tylko przed gazami i parami. Zbudowane są z puszek wypełnionej masą chłoną, która zatrzymuje zanieczyszczenia w procesie absorpcji, chemisorpcji lub katalizy (rys. 7). To przed jakimi substancjami lotnymi chroni pochłaniacz zależy od użytej masy chłonnej i jest określona przez producenta. Pochłaniacze powinny spełniać wymagania normy EN 14387:2021.⁸



Rysunek 7. Pochłaniacz wielowarstwowy

Pochłaniacz pełni funkcję ochronną dopiero po skompletowaniu z dedykowaną częścią twarzową posiadającą odpowiedni łącznik.

⁸ EN 14387:2021 Sprzęt ochrony układu oddechowego -- Pochłaniacze i filtropochłaniacze -- Wymagania, badanie, znakowanie

W zależności od właściwości ochronnych pochłaniaczy wyróżnia się następujące typy:

- typ A** ochrona przed gazami i/lub parami organicznymi o temperaturze wrzenia powyżej 65°C,
- typ B** ochrona przed gazami i/lub parami nieorganicznymi (z wyjątkiem tlenku węgla),
- typ E** ochrona przed dwutlenkiem siarki oraz innymi parami i gazami kwaśnymi,
- typ K** ochrona przed amoniakiem i organicznymi pochodnymi amoniaku określonymi przez producenta,
- typ AX** ochrona przed określonymi przez producenta nieorganicznymi gazami i/lub parami substancji organicznych o temperaturze wrzenia poniżej 65°C,
- typ SX** ochrona przed określonymi przez producenta substancjami chemicznymi.

Dodatkowo ze względu na skuteczność sprzętu pochłaniającego występuje on w trzech klasach ochrony:

- klasa 1** sprzęt o małej pojemności sorpcyjnej, stosowany do ochrony o ile łączne stężenie substancji lotnych nie przekracza 0,1% objętości,
- klasa 2** sprzęt o średniej pojemności sorpcyjnej, stosowany do ochrony o ile łączne stężenie substancji lotnych nie przekracza 0,5% objętości,
- klasa 3** sprzęt o dużej pojemności sorpcyjnej, stosowany do ochrony o ile łączne stężenie substancji lotnych nie przekracza 1% objętości.

Jeśli zanieczyszczenia w postaci gazów i par w powietrzu przekraczają 1 % objętości, należy zastosować sprzęt izolujący!

Pochłaniacz powinien być oznaczony symbolem literowym oznaczającym typ pochłaniacza, klasą skuteczności oraz banderolą w kolorze dedykowanym dla danego typu pochłaniacza (Tabela 2). Pochłaniacze chroniące przed różnymi typami substancji lotnych powinny być oznaczone wszystkimi właściwymi oznaczeniami literowymi i banderolami w odpowiadających im kolorach (rys. 6).

Tabela 2. Sposób znakowania pochłaniacza

Typ	Klasa	Kolor
A	1, 2 lub 3	Brown
B		Grey
E		Yellow
K		Green
AX	-	Brown
SX	-	Purple

Filtropochłaniacze to elementy oczyszczające przeznaczone do zastosowania w środowisku, w którym występują jednocześnie zanieczyszczenia w postaci aerozoli oraz gazów i par (rys. 8). Filtropochłaniacze powinny spełniać wymagania normy EN 14387:2021.⁹

Filtropochłaniacze występują w sześciu typach: A, B, E, K, AX, SX oraz trzech klasach ochrony: P1, P2, P3. Oznakowanie kolorystyczne jest analogiczne jak w przypadku pochłaniaczy, jednak dodatkowo filtropochłaniacz posiada białą banderole charakterystyczną dla elementów filtracyjnych. Wyróżnia się też dwa filtropochłaniacze:

NO-P3 – ochrona przed tlenkami azotu,

Hg-P3 – ochrona przed parami rtęci.



Rysunek 8. Filtropochłaniacz wielogazowy

Sposób znakowania filtropochłaniaczy przedstawia Tabela 3. Sposób znakowania filtropochłaniaczy

⁹ EN 14387:2021 Sprzęt ochrony układu oddechowego -- Pochłaniacze i filtropochłaniacze -- Wymagania, badanie, znakowanie

Tabela 3. Sposób znakowania filtropochłaniaczy

Typ	Klasa sprzętu pochłaniającego	Klasa sprzętu filtrującego	Kolor
A	1,2 lub 3	P1, P2 lub P3	
B			
E			
K			
AX	-	P3	
SX	-		
NO	-		
Hg	-		

4.2. Półmaska filtrująca

Półmaska filtrująca stanowi kompletny sprzęt ochrony układu oddechowego zapewniający ochronę przed aerozolami. Półmaski filtrujące występują w wielu rozmiarach i kształtach. Komfort użytkowania zależy od parametrów ochronnych oraz zastosowanych elementów w konstrukcji tj. uszczelki, zaciski nosowe oraz zawory wydechowe.

Półmaski filtrujące ze względu na skuteczność filtracji dzieli się na trzy klasy ochrony: FFP1, FFP2, FFP3 (Tabela 4).

Film „Noś półmaskę – ochrona układu oddechowego”



Tabela 4. Klasyfikacja półmasek filtrujących na podstawie wymagań dla skuteczności filtracji

Klasa filtra	Skuteczność ochrony, %
FFP1	80,00
FFP2	94,00
FFP3	99,00

Półmaska filtrująca jest sprzętem najczęściej wykorzystywanym na stanowiskach pracy, ale również w życiu prywatnym. Ważne jest, aby wiedzieć jaki sprzęt wybrać i na co zwrócić uwagę przed jego zakupem. Wybierając półmaskę filtrującą warto sprawdzić jej oznaczenie na wyrobie, które powinno spełniać wymagania normy EN 149:2001+A1:2009¹⁰ oraz rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/425¹¹. Informacje jakie powinny znajdować się na prawidłowo oznakowanej półmasce filtrującej przedstawia rys. 9. Wybierając prawidłowo oznaczony sprzęt (z deklaracją zgodności typu UE) mamy pewność, że wyrób spełnia mające zastosowanie zasadnicze wymagania dotyczące zdrowia i bezpieczeństwa zawarte w powyższym rozporządzeniu.

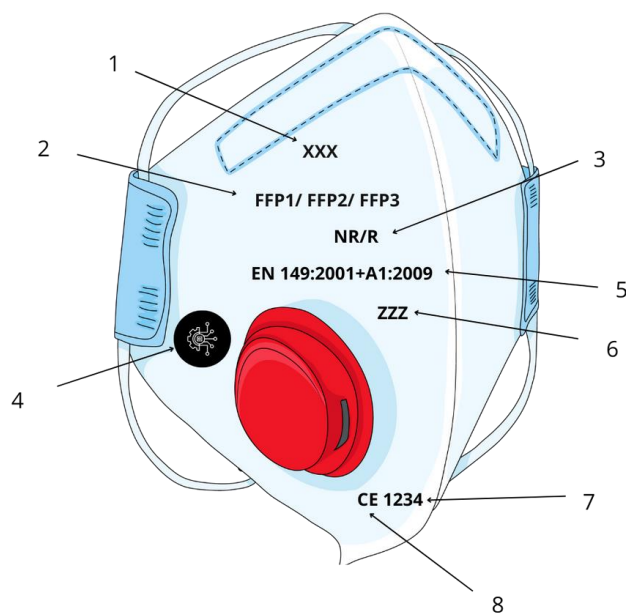
Półmaski filtrujące mogą być przeznaczone do jednorazowego lub wielorazowego użycia. W przypadku półmasek jednorazowych należy oddać je do utylizacji po każdej zmianie roboczej. Natomiast półmaski wielokrotnego użycia – zdezynfekować według informacji podanych przez producenta w instrukcji użytkowania oraz przechowywać w szczelnym opakowaniu do ponownego użycia.

Film „Najważniejsze informacje o półmasce filtrującej”



¹⁰ EN 149:2001+A1:2009 Sprzęt ochrony układu oddechowego -- Półmaski filtrujące do ochrony przed cząstkami -- Wymagania, badanie, znakowanie

¹¹ 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



- 1 – typ półmaski filtrującej
- 2 – symbol właściwej klasy ochrony
- 3 – oznaczenie jednokrotnego (NR) lub wielokrotnego (R) użycia
- 4 – logo lub nazwa i adres producenta
- 5 – numer i rok publikacji normy
- 6 – numer partii/serii produkcyjnej
- 7 – numer jednostki notyfikowanej sprawującej kontrolę nad wydanym certyfikatem
- 8 – znak CE.

Rysunek 9. Elementy prawidłowo oznaczonej półmaski filtrującej

4.3. Oczyszczający sprzęt ochrony układu oddechowego ze wspomaganie przepływu

Oczyszczający sprzęt ochrony układu oddechowego ze wspomaganie przepływu powietrza składa się z dmuchawy wyposażonej w elementy oczyszczające oraz bezpośrednio połączonej, za pomocą węża doprowadzającego powietrze do oddychania, części twarzowej. W zależności od typu sprzętu może być on dostosowany do elementów oczyszczających tj. filtry, pochłaniacze i filtropochłaniacze. Dzięki ciągłemu dostarczaniu czystego powietrza do oddychania sprzęt ten posiada wysoki komfort użytkowania.

Oczyszczający sprzęt ochrony układu oddechowego ze wspomaganie przepływu powietrza może być kompletowany z:

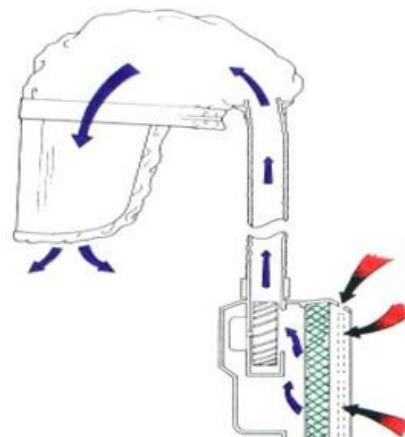
- szczelnie przylegającymi częściami twarzowymi tj. maski i półmaski,
- luźno przylegającymi częściami twarzowymi tj. kaptury i hełmy.

Sprzęt skompletowany ze szczelnie przylegającą częścią twarzową (rys. 10) może być używany z wyłączoną dmuchawą i podlega wymaganiom określonym w normie EN 12942:2023.¹² Sprzęt oznaczany jest symbolem TM oraz właściwą klasą ochrony zastosowanego elementu oczyszczającego, np. TMP3 (sprzęt z filtrem klasy P3).



Rysunek 10. Sprzęt oczyszczający ze wspomaganie przepływu powietrza wyposażony w maskę

Oczyszczający sprzęt ochrony układu oddechowego ze wspomaganie przepływu powietrza wyposażony w luźne części twarzowe (rys. 11) powinien spełniać wymagania normy EN 12941:2023.¹³ Charakterystyczne dla tego typu sprzętu jest oznaczenie TH, do którego w zależności od zastosowanego elementu oczyszczającego stosuje się oznaczenia jego skuteczności, np. THA1 (sprzęt z pochłaniaczem klasy A1).



Rysunek 11. Sprzęt oczyszczający ze wspomaganie przepływu powietrza wyposażony w kaptur - wizualizacja obiegu powietrza pod częścią twarzową

Ze względu na skompletowanie sprzętu z luźnymi, niedopasowanymi częściami twarzowymi zapewnia on ochronę układu oddechowego tylko kiedy dmuchawa jest włączona powodując nadciśnienie pod częścią twarzową!

Sprzęt ze wspomaganie przepływu powietrza wyposażony w luźne części twarzowe jest sprzętem, w przypadku którego dopasowanie do twarzy użytkownika nie wpływa na właściwości ochronne. Z tego typu sprzętu mogą korzystać osoby z nietypowym kształtem twarzy oraz z zarostem.

¹² EN 12942:2023 Sprzęt ochrony układu oddechowego. Oczyszczający sprzęt ze wspomaganie przepływu powietrza wyposażony w maski, półmaski lub ćwierćmaski. Wymagania, badanie, znakowanie

¹³ EN 12941:2023 Sprzęt ochrony układu oddechowego. Oczyszczający sprzęt ze wspomaganie przepływu powietrza wyposażony w luźno przylegające urządzenie oddechowe. Wymagania, badanie, znakowanie

5. Izolujący sprzęt ochrony układu oddechowego

Sprzęt izolujący dzieli się na dwa podstawowe rodzaje: stacjonarny sprzęt izolujący oraz autonomiczny sprzęt izolujący (rys. 12). Różnicą pomiędzy wymienionymi rodzajami jest sposób zapewnienia dostępu do czystego powietrza. Aparaty mogą być kompletowane z różnymi częściami twarzowymi (półmaski, maski, kaptury, hełmy) w zależności od potrzeb użytkownika



Rysunek 12. Podział izolującego sprzętu ochrony układu oddechowego

Z aparatów izolujących mogą korzystać wyłącznie osoby przeszkolone!

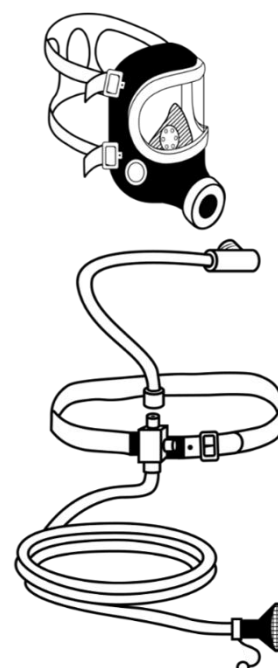
5.1. Stacjonarny sprzęt izolujący

W stacjonarnym sprzęcie izolującym źródło powietrza znajduje się poza środowiskiem zanieczyszczonym i doprowadzane jest do strefy oddychania użytkownika węzłem doprowadzający powietrze.

Sprzęt ten dzieli się na:

1. Aparaty węzowe świeżego powietrza (EN 138:1994¹⁴) (rys. 13):

- zasysanego powietrza,
- tłoczonego powietrza z dmuchawą ręczną,
- tłoczonego powietrza z dmuchawą mechaniczną.

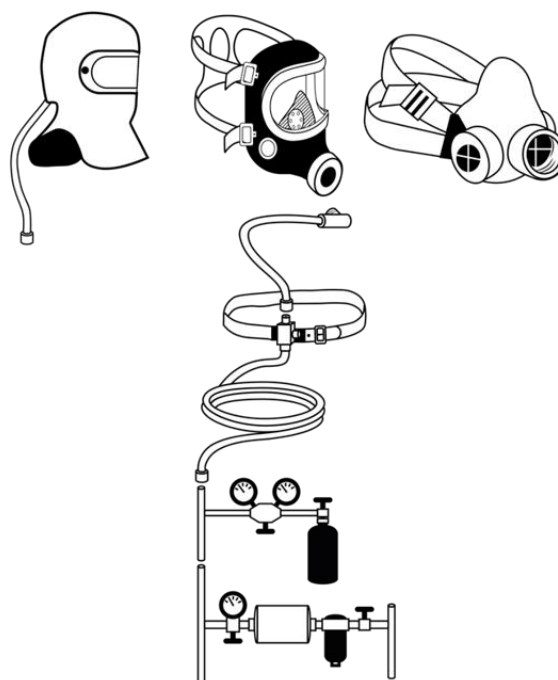


Rysunek 13. Aparat węzowy świeżego powietrza

¹⁴ EN 138:1994 Sprzęt ochrony układu oddechowego -- Aparaty węzowe świeżego powietrza w połączeniu z maską, półmaską lub zespołem ustnika -- Wymagania, badanie, znakowanie

2. Aparaty węzowe sprężonego powietrza:

- z zaworem regulacyjnym - ciągły przepływ powietrza (EN 14594:2018¹⁵) (rys. 14),
- z automatem oddechowym (EN 14593-1:2018¹⁶),
- z automatem oddechowym z nadciśnieniem (EN 14593-2:2005¹⁷).



5.2. Autonomiczny sprzęt izolujący

Autonomiczny sprzęt izolujący

(EN 1146:2005) charakteryzuje się przenośnym źródłem powietrza.

Wyróżnia się:

1. Aparaty powietrzne butlowe (rys. 15):

- ze sprężonym powietrzem z podciśnieniem (EN 137:2006¹⁸),
- ze sprężonym powietrzem z nadciśnieniem (EN 402:2003¹⁹).

2. Aparaty regeneracyjne (EN 145:1997²⁰, EN 13794:2002²¹):

- ze sprężonym tlenem,
- z ciekłym tlenem,
- z tlenem chemicznie wiązany.

Rysunek 14. Aparat węzowy sprężonego powietrza stałego przepływu

¹⁵ EN 14594:2018 Sprzęt ochrony układu oddechowego -- Aparaty węzowe sprężonego powietrza stałego przepływu -- Wymagania, badanie i znakowanie

¹⁶ EN 14593-1:2018 Sprzęt ochrony układu oddechowego -- Aparaty węzowe sprężonego powietrza z automatem oddechowym -- Część 1: Aparaty wyposażone w maskę -- Wymagania, badanie i znakowanie

¹⁷ EN 14593-2:2005 Sprzęt ochrony układu oddechowego -- Aparaty węzowe sprężonego powietrza z automatem oddechowym -- Część 2: Aparaty nadciśnieniowe wyposażone w półmaskę -- Wymagania, badanie, znakowanie

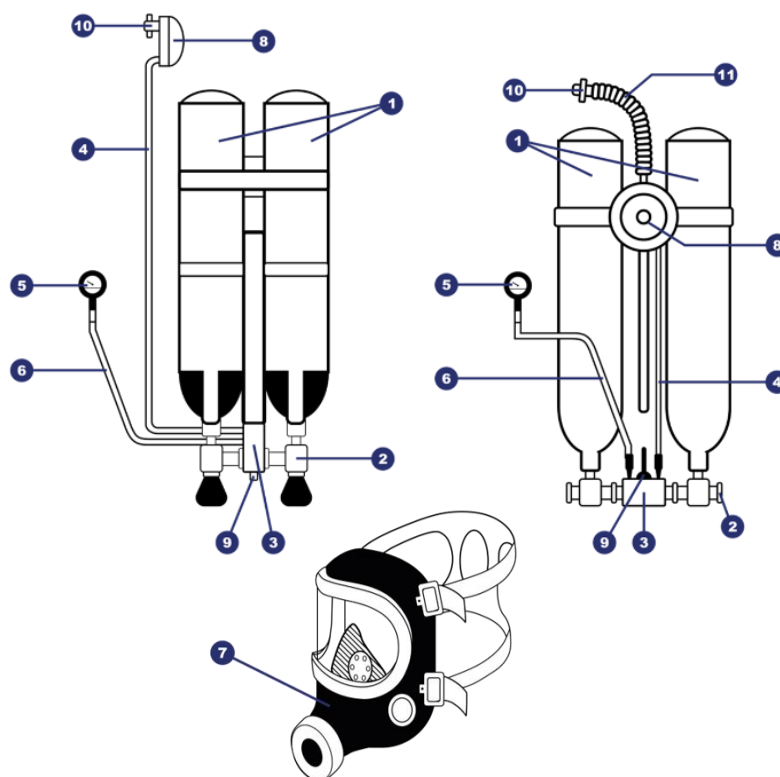
¹⁸ EN 137:2006 Sprzęt ochrony układu oddechowego -- Aparaty powietrzne butlowe ze sprężonym powietrzem wyposażone w maskę -- Wymagania, badanie, znakowanie

¹⁹ EN 402:2003 Sprzęt ochrony układu oddechowego -- Uciezkowe aparaty powietrzne butlowe ze sprężonym powietrzem z automatem oddechowym wyposażone w maskę lub zespół ustnika -- Wymagania, badanie, znakowanie

²⁰ EN 145:1997 Sprzęt ochrony układu oddechowego -- Aparaty regeneracyjne ze sprężonym tlenem lub mieszką sprężonego tlenu z azotem -- Wymagania, badanie, znakowanie

²¹ EN 13794:2002 Sprzęt ochrony układu oddechowego -- Uciezkowe aparaty regeneracyjne -- Wymagania, badanie, znakowanie

1. butla sprężonego powietrza
2. zawór butli
3. zawór redukcyjny
4. przewód średniego ciśnienia
5. manometr
6. przewód manometru
7. część twarzowa
8. automat oddechowy
9. urządzenie ostrzegawcze
10. łącznik
11. wąż oddechowy



Rysunek 15. Budowa aparatu powietrzno butlowego ze sprężonym powietrzem

Każdy aparat regeneracyjny posiada urządzenie ostrzegawcze, które powinno ostrzegać o:

- zamknięciu lub opróżnieniu butli,
- pojawieniu się nieszczelności w częściach aparatu doprowadzającego tlen,
- spadku ciśnienia w butli poniżej dopuszczalnego poziomu.

6. Dobór sprzętu ochrony układu oddechowego

6.2. Dobór SOUO do rodzaju zagrożenia inhalacyjnego

Konsekwencje zdrowotne, mogące wynikać z narażenia na zagrożenia inhalacyjne zależą od częstotliwości narażenia, stężenia zanieczyszczeń w powietrzu wdychanym oraz skuteczności działania sprzętu ochrony układu oddechowego.

Prawidłowo dobrany sprzęt powinien spełniać założenia:

- być odpowiednio dobrany do rodzaju oraz stężenia zagrożenia,
- nie powinien powodować zwiększenia zagrożenia,
- odpowiadać warunkom panującym na danym stanowisku pracy,
- odpowiadać wymaganiom ergonomicznym,
- być dopasowany do użytkownika po każdym niezbędnym wyregulowaniu,
- być kompatybilny z innymi środkami ochrony indywidualnej, jeśli konieczne jest jednocześnie ich stosowanie.

Bardzo ważna jest analiza wszystkich możliwie występujących zagrożeń podczas dnia pracy, prawidłowa identyfikacja zagrożenia oraz dobranie sprzętu stanowiącego ochronę przed scharakteryzowanym zagrożeniem.

Zestawienie podstawowego podziału zagrożeń i SOUO, który zapewnia ochronę przed nimi przedstawia Tabela 5.

5. Dobór sprzętu ochrony układu oddechowego do zagrożeń inhalacyjnych

Tabela 5. Dobór sprzętu ochrony układu oddechowego do zagrożeń inhalacyjnych

		Zagrożenie inhalacyjne			
		Aerozole	Gazy i pary	Aerozole oraz gazy i pary	Niedobór tlenu
Rodzaj SOUO	Sprzęt filtrujący	X			
	Sprzęt pochłaniający		X		
	Sprzęt filtrująco-pochłaniający			X	
	Sprzęt izolujący	X jeśli > 500xNDS	X jeśli > 1% obj.	X jeśli > 1% obj.	X

6.3. Dobór oczyszczającego sprzętu ochrony układu oddechowego

6.3.1 Dobór sprzętu filtrującego

Na podstawie przeprowadzonej analizy środowiska i identyfikacji zagrożenia możliwe jest określenie **minimalnego wskaźnika ochrony** (MPF) dla danego stanowiska pracy (1). Określa on krotność przekroczenia wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) w środowisku pracy w ciągu jednej zmiany roboczej dla zidentyfikowanego zagrożenia. Wskaźnik ten powinien być wyznaczany indywidualnie dla każdego stanowiska pracy.

$$MPF = \frac{\text{maksymalne stężenie zanieczyszczeń w środowisku}}{NDS} \quad (1)$$

Przy wyborze odpowiedniego typu sprzętu do zagrożeń inhalacyjnych powinniśmy się kierować minimalnym wskaźnikiem ochrony oraz wskaźnikami ochrony szczegółowo opisanymi poniżej.

Funkcje jaką spełnia sprzęt ochrony układu oddechowego można określić jako eliminację lub zmniejszenie stężenia zanieczyszczeń pod częścią twarzą.

To w jakim stopniu sprzęt obniża stężenie zanieczyszczeń pod częścią twarzą określa się za pomocą **wskaźnika ochrony** (PF) (2).

$$PF = \frac{\text{stężenie zanieczyszczeń w otaczającej atmosferze}}{\text{stężenie zanieczyszczeń w powietrzu wdychanym}} \quad (2)$$

W badaniach laboratoryjnych sprzętu ochrony układu oddechowego wyznacza się tzw. **nominalny wskaźnik ochrony (NPF)**, który został określony w odniesieniu do każdego typu sprzętu.

Jednak, aby poznać rzeczywisty stopień ochrony pracowników w miejscu pracy można wyznaczyć tzw. **rzeczywisty wskaźnik ochrony (WPF)**, który to określa stosunek stężenia zmierzonego na stanowisku pracy do stężenia zmierzonego w powietrzu wdychanym przez użytkownika podczas wykonywania codziennych czynności zawodowych. W pomiarach najczęściej wykorzystuje się kondensacyjne liczniki cząstek. Podczas pomiarów powinny być zachowane warunki właściwego użytkowania ochron, tj. przeprowadzenie odpowiedniego szkolenia i prowadzenia właściwej kontroli użytkowania, prawidłowego funkcjonowania i dopasowania stosowanego sprzętu ochrony układu oddechowego. Na podstawie pomiarów rzeczywistego wskaźnika ochrony możliwe jest określenie **wyznaczonego wskaźnika ochrony (APF)**, który wskazuje poziom skuteczności ochrony układu oddechowego na danym stanowisku pracy, osiągniany przez 95 % użytkowników tego samego typu sprzętu.

Wartości nominalnego wskaźnika ochrony wyznaczonego dla wszystkich SOUO oraz wyznaczonego wskaźnika ochrony na podstawie badań kilku krajów znajdują się w Przewodniku EN 529:2005²²

Pomiędzy wartościami nominalnego wskaźnika ochrony a wyznaczonego wskaźnika ochrony występują różnice, których głównym powodem jest brak odpowiedniego dopasowania części twarzowej do kształtu twarzy użytkownika (patrz: pkt 6.6.). Na stopień obniżenia zanieczyszczeń pod częścią twarzową może mieć wpływ także ruch, wysiłek fizyczny oraz konstrukcja części twarzowej. Przykładowe zestawienie wartości tych dwóch wskaźników, dla sprzętu oczyszczającego, przedstawiono w Tabeli 6. Przedstawione wartości wyznaczonego wskaźnika ochrony określono na podstawie wyników badań uzyskanych w ramach zadania nr 03.A.05 pt. Wytyczne do wyznaczania rzeczywistego wskaźnika ochrony na stanowiskach pracy dla różnych typów sprzętu ochrony układu oddechowego realizowanego przez CIOP-PIB oraz na podstawie Przewodnika EN 529:2005.

Tabela 6. Zestawienie nominalnego i wyznaczonego wskaźnika ochrony dla wybranych rodzajów sprzętu ochrony układu oddechowego

Typ sprzętu	Klasa ochrony	Nominalny wskaźnik ochrony, NPF	Wyznaczony wskaźnik ochrony, APF
Półmaska filtrująca	FFP1	4	4
	FFP2	12	10
	FFP3	50	10
Półmaski skompletowane z filtrami	P1	4	4
	P2	12	10
	P3	50	20
Maski skompletowane z filtrami	P1	5	5
	P2	16	15
	P3	1 000	400
Sprzęt oczyszczający ze wspomaganie przepływem powietrza wyposażony w luźne części twarzowe	TH1	10	10
	TH2	50	20
	TH3	500	100
Sprzęt oczyszczający ze wspomaganie przepływu powietrza wyposażony w szczelne części twarzowe (przy włączonym zasilaniu)	TM1	20	10
	TM2	200	50
	TM3	2 000	500

Podstawowym wskaźnikiem, którym powinno się kierować przy wyborze sprzętu jest nominalny wskaźnik ochrony, dla którego prawidłowo dobrany sprzęt powinien spełniać zależność, że nominalny wskaźnik ochrony powinien być wyższy niż minimalny wskaźnik ochrony wyznaczony w stosunku do stanowiska pracy (3).

²² EN 529:2005 Sprzęt ochrony układu oddechowego. Zalecenia dotyczące doboru, użycia, obsługi i konserwacji. Przewodnik

$$NPF > MPF \quad (3)$$

Jednak ze względu na występujące znaczne różnice pomiędzy wartościami wyznaczonego wskaźnika ochrony a nominalnego wskaźnika ochrony, w celu zapewnienia skuteczniejszej ochrony, zaleca się kierowanie zależnością, że **wyznaczony wskaźnik ochrony powinien być wyższy niż minimalny wskaźnik ochrony dotyczący stanowiska pracy** (4).

$$APF > MPF \quad (4)$$

Poniżej przedstawiono przykłady w celu zwizualizowania schematu dobierania sprzętu z wykorzystaniem wskaźników ochrony. Przykłady mają charakter fikcyjny i służą tylko ćwiczeniu.

Przykład I

Maksymalne stężenie pyłu drewna na stanowisku pracy wynosi 18 mg/m^3 . Dobierz sprzęt ochrony układu oddechowego wykorzystując wskaźniki ochrony.

Krok 1. Sprawdzamy wartość NDS dla pyłów drewna w rozporządzeniu (patrz: strona 2)

Wartość NDS dla pyłów drewna wynosi 2 mg/m^3 .

Krok 2. Obliczamy minimalny wskaźnik ochrony (MPF) dla stanowiska korzystając z wzoru 1.

$$MPF = \frac{\text{maksymalne stężenie zanieczyszczeń w środowisku}}{NDS} = \frac{18 \text{ mg/m}^3}{2 \text{ mg/m}^3} = 9$$

Minimalny wskaźnik ochrony (MPF) na tym stanowisku to 9.

*Krok 3. Na tej podstawie szukamy sprzętu, który **jako pierwszy** spełnia zależność $APF > MPF$. Patrz Tabela 6.*

Odpowiedź: Prawidłowo dobranym sprzętem do przedstawionych warunków pracy jest półmaska filtrująca klasy FFP2 oraz klasy FFP3 lub półmaski z wymiennymi filtrami klasy P2, dla których wyznaczony wskaźnik ochrony wynosi 10.

Przykład II

Na stanowisku pracy zidentyfikowano dwa zagrożenia inhalacyjne:

- pyły węgla, dla których maksymalne stężenie w ciągu zmiany roboczej wynosi 20 mg/m^3 , wielkość cząstek określono na poziomie frakcji respilabilnej,
- spaliny emitowane z silników Diesla, dla których maksymalne stężenie w ciągu zmiany roboczej wynosi $0,9 \text{ mg/m}^3$,

Dobierz sprzęt ochrony układu oddechowego wykorzystując wskaźniki ochrony.

Krok 1. Sprawdzamy wartości NDS dla każdej zidentyfikowanej substancji.

Wartość NDS dla frakcji respilabilnej pyłów węgla wynosi 2 mg/m^3 .

Wartość NDS dla spalin emitowanych z silników Diesla wynosi $0,05 \text{ mg/m}^3$.

Krok 2. Obliczamy minimalny wskaźnik ochrony (MPF) dla stanowiska korzystając z wzoru 1 w odniesieniu do obu zagrożeń.

$$MPF \text{ dla pyłów węgla} = \frac{20 \text{ mg/m}^3}{2 \text{ mg/m}^3} = 10$$

$$MPF \text{ dla spalin z silników Diesla} = \frac{0,9 \text{ mg/m}^3}{0,05 \text{ mg/m}^3} = 18$$

Do dalszych analiz wybieramy minimalny wskaźnik ochrony o wyższej wartości.

Minimalny wskaźnik ochrony (MPF) obliczony na podstawie pomiarów spalin z silników Diesla na tym stanowisku wynosi 18.

Krok 3. Na tej podstawie szukamy sprzętu, który **jako pierwszy** spełnia zależność $APF > MPF$. Patrz Tabela 6.

Odpowiedź: Prawidłowo dobranym sprzętem do przedstawionych warunków pracy jest półmaska z wymiennymi filtrami klasy P3, dla których wyznaczony wskaźnik ochrony wynosi 20.

6.3.2 Dobór sprzętu pochłaniającego

Sprzęt pochłaniający dobieramy w zależności od:

- rodzaju gazów i/lub par,
- stężenia objętościowego gazów i/lub par.

W celu doboru odpowiedniego typu i klasy pochłaniacza kierujemy się wyjaśnieniami oznaczeń przedstawionych w pkt 4.1 dla tego typu elementu oczyszczającego.

6.3.3 Dobór sprzętu filtrującego-pochłaniającego

Dobór sprzętu filtrującego-pochłaniającego przeprowadzamy według zasad dla:

- sprzętu filtrującego – posługując się krotnością przekroczenia wartości NDS jak przedstawiono w pkt. 6.3.1 Dobór sprzętu filtrującego
- sprzętu pochłaniającego – w zależności od rodzaju gazu i/lub pary i ich stężenia objętościowego.

Przy doborze sprzętu należy kierować się oznaczeniami, które przedstawia Tabela 3.

6.4. Dobór izolującego sprzętu ochrony układu oddechowego

Sprzęt izolujący stosujemy zawsze, kiedy w środowisku występuje niedobór tlenu, stężenie zanieczyszczeń jest zbyt wysokie lub występują niezidentyfikowane zanieczyszczenia (w tym biologiczne).

Jednym z kluczowych aspektów wyboru sprzętu izolującego jest szczegółowe scharakteryzowanie warunków pracy na danym stanowisku. W doborze sprzętu należy uwzględnić:

- rodzaj wykonywanych prac (stanowisko pracy stałe, ruchome, praca w terenie),
- lokalizację niebezpiecznego obszaru w odniesieniu do najbliższego obszaru z powietrzem nadającym się do oddychania,
- czas pracy w ochronie,
- obciążenie podczas pracy,
- fizjologiczne uwarunkowania pracowników,
- ograniczenia w możliwości stosowania danego typu sprzętu ze względu na jego wymiary, budowę itp.
- czynności zawodowe pracownika.

6.5. Dobór sprzętu ochrony układu oddechowego wobec nanocząstek

Wytyczne doboru sprzętu ochrony układu oddechowego zostały określone na podstawie wyników badań przeprowadzonych w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym. Przeprowadzono badania penetracji oraz całkowitego przecieku wewnętrznego wobec nanoaerozoli dla dostępnego na rynku sprzętu oczyszczającego. Ze względu na szkodliwość nanocząstek zaleca się, aby do ochrony wybierać jeden rodzaj sprzętu o najwyższej klasie ochrony spośród wymienionych poniżej:

- sprzęt oczyszczający ze wspomaganym przepływem powietrza wyposażony w pełną maskę lub półmaskę klasy TM3,
- sprzęt oczyszczający ze wspomaganym przepływem powietrza wyposażony w hełm lub kaptur klasy TH3,
- filtry klasy P3 skompletowane z maską pełnotwarzową,
- filtry klasy P3 skompletowane z półmaską,

- półmaska filtrująca klasy FFP3 – indywidualnie dopasowana do wymiarów twarzy użytkownika.

Ocenę ryzyka i dobór sprzętu wobec aerozoli zawierających nanocząstki przeprowadza się w zależności od czasu narażenia pracownika oraz stężenia substancji szkodliwych w otoczeniu. Zasadę klasyfikacji narażenia przedstawia Tabela 7.

Tabela 7. Czynniki klasyfikujące ryzyko narażenia na nanocząstki

	Czas narażenia	
	< 8h/dobę i < 40h/tydzień	> 8h/dobę lub > 40h/tydzień
Stężenie substancji < NDS	Ryzyko małe	Ryzyko średnie
Stężenie substancji < 9xNDS	Ryzyko średnie	Ryzyko duże
Stężenie substancji > 9xNDS	Ryzyko duże	Ryzyko duże

Tabela 8. Dobór sprzętu ochrony układu oddechowego wobec nanoczątek

Ryzyko		
małe	średnie	duże
Brak konieczności stosowania sprzętu ochrony układu oddechowego	Konieczność stosowania półmaski filtrującej klasy FFP3 lub półmaski z filtrami klasy P3	Konieczność stosowania maski z filtrami klasy P3 lub filtrujący sprzęt ze wspomaganie przepływu powietrza wyposażony w maskę klasy TM3 lub filtrujący sprzęt ze wspomaganie przepływu powietrza wyposażony w kaptur klasy TH3

Jeśli w środowisku pracy występują substancje chemiczne, w postaci aerozoli zawierające nanocząstki, w odniesieniu do których nie zostały wyznaczone wartości NDS należy zastosować sprzęt ochrony układu oddechowego o najwyższej skuteczności ochrony!

Półmaska filtrująca klasy FFP3 może być zastosowana do ochrony przed nanocząstkami, jeśli:

- została indywidualnie dopasowana do kształtu twarzy użytkownika,

- posiada zawór wydechowy, który zmniejsza opory wydechu i ryzyko powstawania nieszczelności,
- posiada uszczelkę wewnętrzną na całym obwodzie półmaski,
- w instrukcji użytkowania znajduje się deklaracja producenta, że półmaska filtrująca zapewnia ochronę przed nanocząstkami (na podstawie badań laboratoryjnych).

6.6. Indywidualne dopasowanie do kształtu twarzy użytkownika

Indywidualne dopasowanie do kształtu twarzy użytkownika jest szczególnie istotne w przypadku tzw. szczelnie dopasowanych części twarzowych. Do tej grupy części twarzowych zalicza się półmaski filtrujące, półmaski i maski. Indywidualne dopasowanie polega na wyborze takiego typu sprzętu, który w jak najlepszym stopniu dopasuje się do wymiarów i kształtów twarzy użytkownika. Podstawowym celem przeprowadzania badania dopasowywania jest określenie modelu, kształtu i rozmiaru jaki powinna mieć część twarzowa. W tym celu wykonuje się pomiar wskaźnika dopasowania z wykorzystaniem kondensacyjnego licznika cząstek, który to wykorzystuje aerozol powietrzny i na zmianę zlicza cząstki w otoczeniu oraz pod badaną częścią twarzową. Wskaźnik dopasowania jest wykorzystywany przy określaniu wyznaczonego wskaźnika ochrony, który jest podstawą doboru sprzętu.

Fakt, że każdy człowiek posiada indywidualne wymiary twarzy został uwzględniony w normach ISO, które wprowadzają pięć modeli głowy (krótka i szeroka, średnia, duża, długa i wąska, mała). Metoda opiera się na obliczeniach matematycznych na podstawie pomiarów antropometrycznych twarzy. Proponowana metoda jest skomplikowana i czasochłonna. W związku z powyższym powstała aplikacja Size4Face, która przypisuje rozmiar twarzy na podstawie wykonanego zdjęcia oraz zawiera bazę przebadanych części twarzowych i dopasowanych do modeli głów. Aplikacja jest narzędziem wspierającym prawidłowe dopasowanie części twarzowych do kształtów twarzy użytkowników.



Rysunek 16. Kod OR - aplikacja Size4Face

7. Użytkownie

Najlepszą skuteczność ochrony osiąga się poprzez świadome użytkowanie sprzętu ochrony układu oddechowego. Ważne jest, aby pracownicy byli zaznajomieni z rodzajem zagrożenia i możliwymi konsekwencjami braku ochrony oraz posiadali wiedzę jak prawidłowo użytkować dobrany sprzęt.

Dla zapewnienia odpowiedniego przekazu informacji pozwalającego na prawidłowe użytkowanie sprzętu zaleca się przeprowadzanie cyklicznych szkoleń w celu utrwalania wiedzy wśród pracowników, podczas których należy uwzględnić:

- pokaz SOUO oraz podstawowe czynności związane z jego stosowaniem,
- informacje o stosowaniu SOUO wyłącznie zgodnie z jego przeznaczeniem i zgodnie z instrukcją użytkownika dostarczoną przez producenta,
- zapoznanie się z instrukcją użytkownika przez każdego pracownika,
- otrzymanie potwierdzenia zrozumienia instrukcji użytkownika przez każdego pracownika,
- informowanie pracowników o możliwych niedogodnościach w czasie pracy związanych ze stosowaniem SOUO oraz sposobach ich eliminacji.

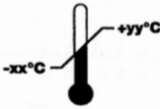
Istotnym elementem w użytkowaniu sprzętu ochrony układu oddechowego jest instrukcja użytkownika, która powinna być dostarczona wraz ze sprzętem. W instrukcji użytkownika znajdziemy informacje dotyczące:

- warunków przechowywania,
- czyszczenia i dezynfekcji,
- konserwacji,
- czynników, przed którymi chroni,
- skuteczności działania,
- czasu przydatności (data ważności),
- ograniczeń w stosowaniu sprzętu lub możliwości wystąpienia problemów, tj. nieszczelności, problemy z werbalnym porozumiewaniem się.

Każdy użytkownik sprzętu ochrony układu oddechowego przed jego użyciem powinien zapoznać się z instrukcją użytkownika.

Bezpośrednio na sprzęcie oraz w instrukcji użytkownika stosuje się piktogramy, które przekazują najważniejsze informacje o danym sprzęcie. Poniżej przedstawiono najczęściej stosowane piktogramy (Tabela 9).

Tabela 9. Piktogramy

	„Patrz informacje podane przez producenta”.
	Informacja o dacie ważności.
	Informacja o warunkach przechowywania - minimalnej i maksymalnej temperaturze otoczenia.
	Informacja o warunkach przechowywania - maksymalnej wilgotności otoczenia.
	Stosowany na elementach oczyszczających. Informuje, że element przeznaczony jest do montażu z częścią twarzą wyposażoną w podwójne elementy oczyszczające.
	„Tylko do jednorazowego użycia”.

Sprzęt wykorzystywany codziennie w pracy narażony jest na czynniki szkodliwe mogące uszkadzać jego materiał i elementy. Przykładowe uszkodzenia przedstawiono na rysunkach 17-20. Uszkodzenia mogą wywoływać następujące czynniki:

- mechaniczne: wielokrotne mocowanie, łączenie, odkręcanie, przenoszenie, składowanie,
- chemiczne: obecność ciekłych i gazowych substancji chemicznych,
- termiczne: narażenie na podwyższoną temperaturę.

Sprzęt, w którym zidentyfikowano uszkodzenia nie powinien być dopuszczony do użycia, ponieważ nie spełnia funkcji ochronnej.



Rysunek 17. Uszkodzenie zaworu wydechowego



Rysunek 18. Pęknięcie korpusu maski

Korzystając ze SOUO należy pamiętać o jego konserwacji i kontroli stanu sprzętu, która powinna obejmować sprawdzenie:

- korpusu masek,
- taśm nagłowa,
- wizjerów masek,
- uszczelek i łączników,
- płatków zaworów oddechowych,
- półmasek wewnętrznych w maskach,
- elementów łącznika automatu oddechowego,
- butli sprężonego powietrza.

Każdorazowo przed użyciem sprzętu ochrony układu oddechowego, należy:

- sprawdzić czy sprzęt nie uległ uszkodzeniu,
- sprawdzić czy nie została przekroczona **data ważności sprzętu**,
- zdezynfekować części twarzowe wielokrotnego użycia (zgodnie z instrukcją producenta),
- sprawdzić czy taśmy nagłowia zapewniają szczelne
- dopasowanie,
- dla sprzętu ze wspomaganiem lub z wymuszonym przepływem powietrza dodatkowo: stan naładowania baterii oraz osiągnięcie minimalnego objętościowego natężenia przepływu dostarczanego powietrza (zgodnie z instrukcją producenta).



Rysunek 19. Uszkodzenie mechaniczne taśmy nagłowia



Rysunek 20. Pęknięcie uszczelki na łączniku

7.1 Bezpieczny czas użytkowania

W przypadku sprzętu oczyszczającego czas użytkowania zależy od warunków panujących na stanowisku pracy, tj. wysokie zapylenie, duża higroskopijność pyłów, wysokie stężenie substancji lotnych, wysoka wilgotność i temperatura otoczenia oraz wykonywanie ciężkiej pracy. Niekorzystne warunki otoczenia mają wpływ na szybkie zatkanie filtra i zużycie masy chłonnej w pochłaniaczu lub filtropochłaniaczu oraz na wzrost oporu oddychania, co znacząco pogarsza komfort użytkowania sprzętu.

Zawsze, kiedy nastąpi wzrost oporu oddychania w trakcie używania półmaski filtrującej lub filtrów skompletowanych z częścią twarzową należy wymienić sprzęt na nowy!

Dla poszczególnych klas ochrony sprzętu filtrującego można przewidywać następujące zjawiska i czas użytkowania:

- sprzęt filtrujący klasy pierwszej (P1, FFP1) charakteryzuje się niskimi oporami oddychania, które nie powinny znacząco wzrosnąć podczas jednej zmiany roboczej (8 godzin),
- sprzęt filtrujący klasy drugiej (P2, FFP2) charakteryzuje się wyższymi oporami oddychania i może wystąpić wzrost oporów oddychania, zaleca się jedną wymianę sprzętu w czasie 8-godzinnego dnia pracy,
- sprzęt filtrujący klasy trzeciej (P3, FFP3) charakteryzuje się najwyższymi oporami i zaleca się dwukrotną wymianę tego sprzętu w ciągu 8-godzinnego dnia pracy.

Elementy oczyszczające w dwufiltrowej części twarzowej należy wymieniać zawsze jednocześnie!

W przypadku sprzętu pochłaniającego i filtropochłaniającego w praktyce niemożliwe jest określenie dokładnego czasu działania elementu oczyszczającego. Przyjmuje się, że użytkownik powinien wymienić element zawsze, kiedy wyczuje zapach i/lub smak charakterystyczny dla substancji lub kiedy odczuje znaczny wzrost oporu oddychania.

Zalecenia po zakończonej pracy:

- sprzęt jedнокrotnego użycia (półmaski filtrujące) należy oddać do utylizacji,
- sprzęt wielokrotnego użycia należy przechowywać w miejscach poza środowiskiem zanieczyszczenia i w warunkach określonych przez producenta,
- elementy oczyszczające tj. filtry, pochłaniacze i filtropochłaniacze należy zdemontować z części twarzowych i przechowywać w szczelnym opakowaniu (np. woreczkach strunowych) poza strefą zanieczyszczoną do czasu kolejnego użycia.

Zaleca się, aby po skończonej pracy, na elementach oczyszczających wielorazowego użycia, zanotować datę oraz godzinę rozpoczęcia i zakończenia pracy.. Pozwala to kontrolować jak długo dany element będzie pełnił funkcje ochronne.
