

Małgorzata Okrasa

**KAPTUR
UCIECZKOWY
ZINTEGROWANY
Z SYSTEMEM
LOKALIZACJI
I POPRAWY
WIDOCZNOŚCI
UŻYTKOWNIKA**



Materiały informacyjne CIOP-PIB

Kaptur uciezkowy zintegrowany z systemem lokalizacji i poprawy widoczności użytkownika

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

Koordinator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Projekt III.N.13: Kaptur uciezkowy o podwyższonym poziomie widoczności zintegrowany z systemem zdalnej lokalizacji użytkownika do stosowania podczas poważnych awarii związanych z emisją substancji niebezpiecznych

Autor:

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

Zdjęcie na okładce: Bigstock

Grafiki: Piotr Ragankiewicz

© Copyright by

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
Warszawa 2019

CIOP  **PIB**

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

Streszczenie

Uciezkowy oczyszczający sprzęt ochrony układu oddechowego jest stosowany do indywidualnego użycia podczas ucieczki w warunkach narażenia na działanie szkodliwej atmosfery powstającej w wyniku awarii w przemyśle. Obecni użytkownicy oczyszczającego sprzętu uciezkowego to organizacje bezpieczeństwa publicznego, zarządzania kryzysowego, organy ścigania, ratownictwa medycznego, administracji rządowej i wojska. Sprzęt ten jest także wykorzystywany w podziemnych zakładach górniczych, jak również w zakładach przemysłowych wykorzystujących lub transportujących substancje niebezpieczne oraz w przemyśle petrochemicznym.

W niniejszym materiale informacyjnym przedstawiono podstawową charakterystykę uciezkowego sprzętu oczyszczającego oraz zalecenia do jego stosowania. Następnie omówiono wymagania dotyczące konstrukcji i funkcjonowania nowego rozwiązania dla sprzętu ochrony układu oddechowego o podwyższonym poziomie widoczności zintegrowanego z systemem zdalnej lokalizacji użytkownika na przykładzie kaptura uciezkowego oraz przedstawiono opracowaną w CIOP-PIB koncepcję modelu takiego rozwiązania.

Charakterystyka uciezkowego sprzętu oczyszczającego wyposażonego w kaptur

Uciezkowy sprzęt oczyszczający jest przeznaczony do jednokrotnego krótkotrwałego użytkowania. Ma on zazwyczaj prostą konstrukcję podciśnieniową składającą się z części twarzowej, którą mogą stanowić zespół ustnika lub kaptur oraz element oczyszczający w postaci filtropochłaniacza mający za zadanie oczyszczenie powietrza ze szkodliwych zanieczyszczeń. Na rynku środków ochrony indywidualnej jest również dostępny nadciśnieniowy sprzęt oczyszczający o bardziej złożonej konstrukcji, wyposażony w dmuchawę tłoczącą pod część twarzową powietrze do oddychania przez elementy oczyszczające. Konstrukcja ta umożliwia zastosowanie sprzętu przez osoby z zarostem, noszące okulary korekcyjne, o nietypowych wymiarach twarzy lub z bliznami.

Główne elementy sprzętu oczyszczającego wyposażonego w kaptur, przeznaczonego do użycia podczas pożaru, to pokrywająca całą głowę część twarzowa wykonana z materiału odpornego na działanie substancji chemicznych i płomienia oraz element oczyszczający w postaci filtropochłaniacza. Typowo kaptury uciezkowe są wyposażone w półmaskę wewnętrzną lub zespół ustnika dodatkowo zabezpieczające układ oddechowy użytkownika. Niekiedy kaptury mają taśmy umieszczone wewnątrz lub na zewnątrz kaptura, które stabilizują jego ułożenie na głowie. Szczelność kaptura zapewnia uszczelnienie wokół szyi wykonane z elastycznej gumy lub silikonu. W przedniej części kaptura znajduje się przezroczysty wizjer (lub okular) umożliwiający obserwowanie otoczenia. Często jest on zabezpieczony substancjami zmniejszającymi parowanie. Niektóre dostępne na rynku modele sprzętu są dodatkowo wyposażone w poprawiające ich widzialność taśmy odblaskowe umieszczone na zewnętrznej powierzchni kaptura. Element lub elementy oczyszczające, na stałe

połączone z częścią twarzą, zapewniają ochronę przed pyłami, dymem, tlenkiem węgla i wybranymi parami i gazami.

Czas ochronnego działania kapturew ucieczkowych w warunkach laboratoryjnych określonych w normie EN 403:2004 wynosi co najmniej 15 minut [1]. W zależności od modelu sprzętu elementy oczyszczające mogą mieć zróżnicowany kształt (np. cylindryczny lub prostokątny). W niektórych rozwiązaniach konstrukcyjnych pojedynczy element oczyszczający jest umieszczony w środkowej części kaptura przed ustami, a w innych dwa elementy są ustawione pod zadaniem kątem po obu stronach ust. Kompletny sprzęt może mieć jeden lub więcej zaworów wydechowych i wdechowych poprawiających komfort oddychania. Niektóre modele sprzętu są dodatkowo wyposażone w komorę foniczną ułatwiającą porozumiewanie się.

W przypadku sprzętu zaprojektowanego do noszenia przez użytkownika (klasa M) opakowanie zewnętrzne ma zazwyczaj formę etui wykonanego z elastycznego tworzywa lub materiału tekstylnego, do którego przytwierdzono pas lub pasy do mocowania w talii, na ramieniu lub na kostce. Sprzęt stacjonarny przeznaczony do przechowywania na stanowisku pracy (klasa S) jest zazwyczaj dostarczany w sztywnej kasecie zawierającej elementy montażowe ułatwiające jego przytwierdzenie do ściany. Niezależnie od klasy sprzętu opakowanie może zawierać instrukcje graficzne przypominające użytkownikowi o sposobie zakładania i dopasowywania sprzętu. Wewnętrzne opakowanie kaptura jest zwykle wykonane z metalizowanej folii, którą zamyka się próżniowo celem zabezpieczenia funkcji ochronnych elementu pochłaniającego.

Zalecenia do stosowania ucieczkowego sprzętu oczyszczającego

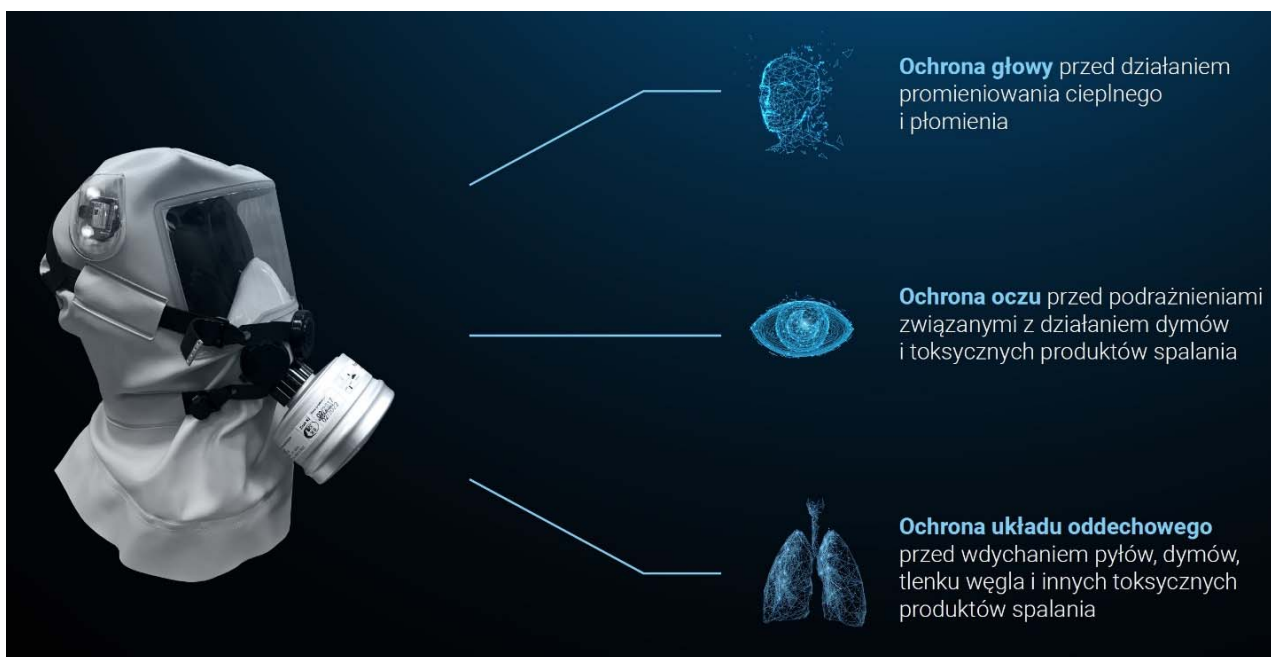
Oczyszczający sprzęt ucieczkowy jest przeznaczony do użycia w nagłych wypadkach wyłącznie do ucieczki przed niebezpieczną atmosferą, w której nie ma niedoboru tlenu. W przypadku, gdy w otoczeniu występuje niedostateczne stężenie tlenu lub występują wysokie stężenia szkodliwych par lub gazów, trzeba zastosować sprzęt izolujący. Istotne jest też, że ucieczkowy sprzęt ochrony układu oddechowego nie nadaje się do wykonywania czynności zawodowych lub użytku operacyjnego przez służby ratownicze (tj. do wejścia w niebezpieczną atmosferę).

Stosowanie **sprzętu ucieczkowego wyposażonego w kaptur**, spełniającego wymagania normy EN 403:2004, zaleca się organizacjom bezpieczeństwa publicznego, zarządzania kryzysowego, organom ścigania, ratownictwa medycznego, administracji rządowej i wojska. W Europie kaptury ucieczkowe są również użytkowane w zakładach przemysłowych wykorzystujących lub transportujących substancje niebezpieczne oraz w przemyśle petrochemicznym (rys. 1).



Rys. 1. Przykłady zastosowania oczyszczającego sprzętu ucieczkowego wyposażonego w kaptur (za zgodą firmy Dräger)

Sprzęt ten ma za zadanie zapewnić użytkownikowi ochronę głowy, oczu oraz układu oddechowego (rys. 2). Należy w tym miejscu nadmienić, że brakuje obecnie przepisów ogólnoeuropejskich określających w sposób szczegółowy, w jakich sytuacjach sprzęt tego typu powinien być dostępny.



Rys. 2. Podstawowe funkcje ochronne oczyszczającego sprzętu ucieczkowego wyposażonego w kaptur (Źródło: CIOP-PIB, aut. Piotr Ragankiewicz)

Poza koniecznością użytkowania oczyszczającego sprzętu ucieczkowego przy odpowiednim składzie atmosfery istnieje szereg innych zasad związanych z jego bezpiecznym użytkowaniem. Do najbardziej istotnych należy właściwe przechowywanie sprzętu w określonym przez producenta opakowaniu jednostkowym i odpowiednich warunkach. Opakowanie to zawiera zazwyczaj hermetycznie zapakowany sprzęt, który nie powinien zostać naruszony do czasu użycia. Nawet jeśli sprzęt pozostaje zamknięty, ma ograniczony okres trwałości. Zarówno okres trwałości, jak i warunki magazynowania są oznaczone na opakowaniu w formie opisowej lub w postaci równoważnych znaków graficznych.

Kolejnym ważnym aspektem są **uwarunkowania osobnicze mogące wpływać na skuteczność ochronną sprzętu**. Ma to szczególne znaczenie w przypadku kapturew ucieczkowych z uwagi na zróżnicowanie w rozmiarach głowy i szyi użytkowników. Z tego względu niektórzy producenci oferują sprzęt w więcej niż jednym rozmiarze, inni podają informacje o rozmiarach szyi i/lub głowy, które najlepiej pasują do konkretnego modelu sprzętu. Jest to niezwykle istotne, ponieważ kaptury zbyt ciasno przylegające do głowy lub szyi mogą przyczyniać się do uczucia klaustrofobii lub zadławienia, a zbyt luźne nie zapewniają dostatecznej szczelności. Ponadto kaptury mogą być trudne do założenia i noszenia, jeśli użytkownik ma okulary, i mogą ulec zamgleniu od potu lub z powodu kondensacji. Porozumiewanie się podczas użytkowania sprzętu może być ograniczone, a w przypadku sprzętu z zespołem ustnika staje się zupełnie niemożliwe. Z uwagi na charakter opisanych powyżej ograniczeń konieczne jest właściwe przygotowanie pracowników do użycia tego typu sprzętu zgodnie z instrukcją producenta.

Kaptur ucieczkowy o podwyższonym poziomie widoczności zintegrowany z systemem zdalnej lokalizacji użytkownika

Specyfika zagrożeń, które mogą wystąpić w nagłych wypadkach, może być różna, dlatego trudno przewidzieć wszystkie aspekty utrudniające proces ewakuacji i stanowiące istotne zagrożenie dla bezpieczeństwa pracowników [2]. W takich przypadkach pasywny sprzęt ochrony dróg oddechowych może nie być wystarczający do ograniczenia ryzyka dla pracowników przebywających na terenie obiektu przemysłowego. Dlatego należy wykorzystać postęp technologiczny w dziedzinie technologii informacyjnych i komunikacyjnych (ICT) do opracowania nowych rozwiązań z zakresu środków ochrony indywidualnej (tzw. *smart PPE*), które poprawiłyby efektywność ewakuacji dzięki aktywnej interakcji z otoczeniem [3,4,6]. Zagadnienie to było przedmiotem projektu realizowanego w latach 2017-2019 w CIOP-PIB.

W ramach realizowanego projektu podjęliśmy badania zmierzające do wzbogacenia funkcji standardowego kaptura ucieczkowego przez implementację do jego konstrukcji elementów elektronicznych pozwalających na udoskonalenie jego funkcji ochronnych.

Jednym z istotnych czynników podczas projektowania systemów lokalizacji wewnątrzbudynkowej jest sposób rozmieszczenia nadajników i odbiorników, czyli topologia systemu. Bierze się w niej pod uwagę informację o tym, gdzie odbywa się pomiar położenia obiektu i gdzie informacja ta jest wykorzystywana. W tym zakresie istnieją dwie podstawowe możliwości realizacji tego typu systemów: (i) zastosowanie stacjonarnych urządzeń transmitujących sygnały nawigacyjne do urządzenia odbiorczego, które ma być zlokalizowane, lub (ii) mierzenie i rejestrowanie wartości RSSI ruchomych urządzeń nadawczych przez stacjonarne urządzenia odbiorcze. W przypadku pierwszej konfiguracji układ jest bardziej złożony, ponieważ urządzenia, które mają być śledzone, muszą mierzyć sygnały z nadajników i przekazywać informacje o położeniu. Zazwyczaj są to urządzenia o większych wymiarach i masie niż urządzenia nadawcze. Z tego względu w przypadku projektowanego

rozwiązania zdecydowano o wyborze konfiguracji systemu składającego się z trzech komponentów sprzętowych przedstawionych na rysunku 3.



Rys. 3. Komponenty sprzętowe opracowanego rozwiązania (Źródło: CIOP-PIB, aut. Piotr Ragankiewicz)

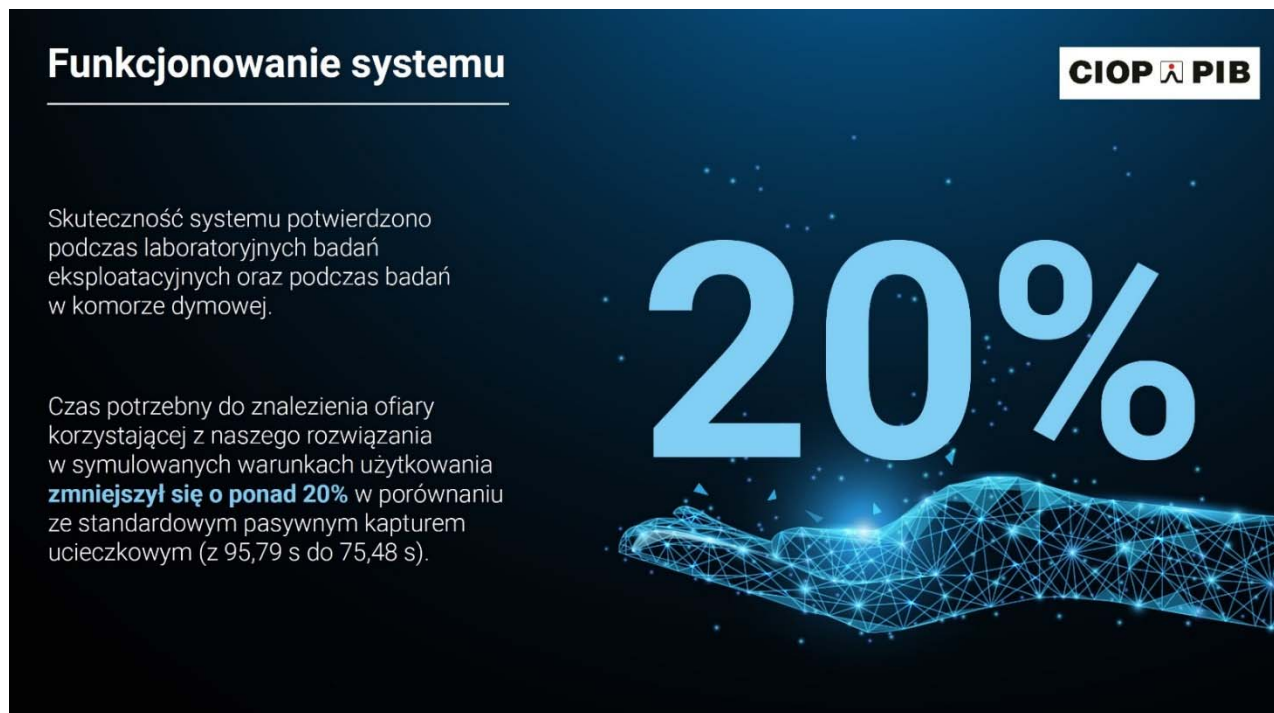
Podstawowe funkcje poszczególnych elementów systemu przedstawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Funkcje komponentów sprzętowych opracowanego rozwiązania

Nazwa komponentu	Zadanie
moduły lokalizacji i poprawy widoczności użytkownika	nadawanie sygnałów radiowych, na podstawie których określone są położenie i stan użytkownika kaptura ucieczkowego, oraz emitowanie sygnałów dźwiękowych i świetlnych alarmujących o bezruchu lub przekroczeniu progowej temperatury w bezpośrednim otoczeniu użytkownika
urządzenia skanujące	periodyczne odbieranie danych pochodzących z modułów LPW, pomiar mocy sygnału radiowego odbieranego z tych modułów (RSSI), przekazywanie zebranych informacji do jednostki głównej
jednostka główna z oprogramowaniem do monitorowania położenia i stanu użytkowników kapturew ucieczkowych	zbieranie informacji przesłanych z urządzeń skanujących, kontrola pracy urządzeń skanujących w warunkach normalnych i awaryjnych, wyznaczanie położenia modułów LPW oraz wizualizacja informacji o położeniu modułów LPW w budynku

Skuteczność opracowanego rozwiązania potwierdzono w kompleksowych badaniach właściwości ochronnych i użytkowych (m.in.: wyznaczenie całkowitego przecieku wewnętrznego, wytrzymałości mechanicznej, udarowości, wytrzymałości na działanie wysokich i niskich temperatur oraz odporności na zapalenie). Ponadto przygotowano przykładowe scenariusze zastosowania kaptura, które zostały zweryfikowane przez przedstawicieli służb ratowniczych oraz potencjalnych użytkowników końcowych [5]. Na podstawie scenariuszy opracowano metodykę eksploatacyjnych badań laboratoryjnych weryfikujących poprawność jego działania obejmującą zestaw ćwiczeń i czynności wyko-

nywanych w warunkach symulujących warunki rzeczywiste. Badania te pozwoliły na subiektywną i obiektywną ocenę funkcjonalności i przydatności opracowanego modelu kaptura (rys. 4).



Rys. 4. Zwiększenie efektywności ewakuacji (Źródło: CIOP-PIB, aut. Piotr Ragankiewicz)

Opracowany model kaptura ucieczkowego o podwyższonym poziomie widoczności zintegrowanego z systemem zdalnej lokalizacji użytkownika stanowi ciekawe i nowe rozwiązanie z zakresu ucieczkowego sprzętu ochrony układu oddechowego. Dalszy jego rozwój i docelowe wprowadzenie na rynek środków ochrony indywidualnej pozwoliłyby przede wszystkim na uzyskanie poprawy bezpieczeństwa w zakładach pracy, w których znajdują się znaczne ilości substancji niebezpiecznych, zagrożonych pożarem, wybuchem lub uwolnieniem tych substancji. Ponadto stymulowałoby to wzrost konkurencyjności producentów i dystrybutorów ucieczkowego sprzętu ochrony układu oddechowego oraz przedsiębiorstw z branży elektronicznej zainteresowanych poszerzeniem oferowanych przez siebie produktów o nowoczesne inteligentne rozwiązania z obszaru systemów bezpieczeństwa.

Piśmiennictwo

- [1] EN 403:2004 Ucieczkowy sprzęt ochrony układu oddechowego. Sprzęt wyposażony w kaptur, przeznaczony do użycia podczas pożaru. Wymagania, badanie, znakowanie.
- [2] Kobes M., Understanding human behaviour in fire – Validation of the use of serious gaming for research into fire safety psychonomics, 2010.

- [3] Podgórski D., Majchrzycka K., Dąbrowska A., Gralewicz G., Okrasa M., Towards a conceptual framework of OSH risk management in smart working environments based on smart PPE, ambient intelligence and the Internet of Things technologies, *Int. J. Occup. Saf. Ergon.* 23 (2017) 1–20. doi:10.1080/10803548.2016.1214431.
- [4] Merkel S., *Building Evacuation with Mobile Devices*, KIT Scientific Publishing, Karlsruhe, 2006.
- [5] Okrasa M., Real-time location systems as an evacuation support tool [Systemy lokalizacji w czasie rzeczywistym jako narzędzie wspomagania ewakuacji], *Pr. Nauk. Akad. Im. Jana Długosza w Częstochowie. Tech. Inform. Inżynieria Bezpieczeństwa. VI* (2018) 277–293. doi:10.16926/tiib.2018.06.20.
- [6] Okrasa M., Kozłowski E., Młyński R., Performance assessment of smart PPE items: a case study of a fire escape hood integrated with positioning and motion sensors, *Under Rev.*