



dr hab. inż. KATARZYNA MAJCHRZYCKA (ORCID: 0000-0002-0813-4260)

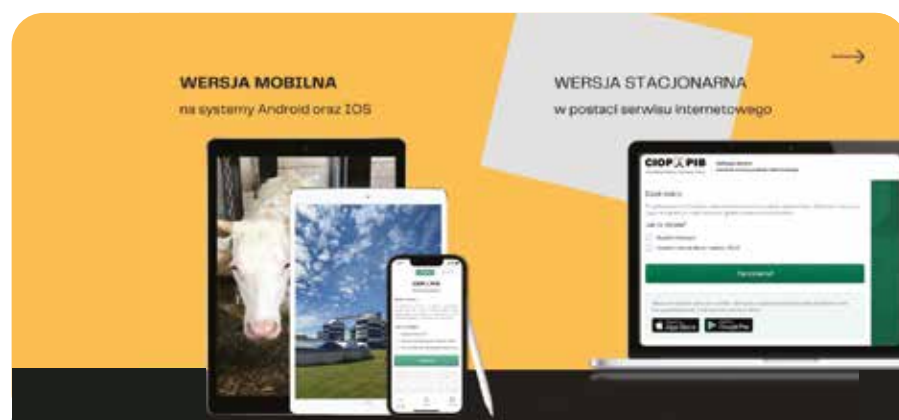
dr MAŁGORZATA OKRASA (ORCID: 0000-0003-4980-0909)

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Kontakt: kamaj@ciop.lodz.pl

DOI: 10.54215/BP.2023.06.12.Majchrzycka

# Aplikacja Time4Mask wspomagająca dobór sprzętu ochrony układu oddechowego przed bioaerozolem i monitorowanie czasu jego stosowania



W artykule przedstawiono opracowaną w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym (CIOP-PIB) aplikację Time4Mask, wspomagającą dobór sprzętu ochrony układu oddechowego przed bioaerozolem i pozwalającą na monitorowanie czasu stosowania tego sprzętu w wybranych środowiskach pracy (np. hodowli zwierząt, oczyszczalniach ścieków, sortowniach odpadów). Syntetycznie opisano podstawowe funkcjonalności aplikacji, w tym możliwość wizualizacji treści o charakterze szkoleniowym. Przedstawiono zwłaszcza, metodą „krok po kroku”, działanie aplikacji w wersji mobilnej – na urządzeniach z systemami iOS i Android. Bezpłatna wersja aplikacji jest dostępna na stronie CIOP-PIB oraz w sklepach internetowych Apple App Store i Google Play.

*Słowa kluczowe: ochrona układu oddechowego, bioaerozole, aplikacja mobilna*

## Time4Mask application supporting selection and monitoring the time of using respiratory protective devices against bioaerosol

The article presents the Time4Mask application developed at the Central Institute for Labour Protection – National Research Institute (CIOP-PIB) for selecting and monitoring the duration of use of respiratory protective equipment against bioaerosol in selected work environments (animal husbandry, sewage treatment plants, waste sorting plants). The basic functionalities of the application were described in a synthetic manner, along with the presentation of the possibilities of visualizing the training content. In particular, the operation of the application in the mobile version was presented using the "step by step" method. The Time4Mask application has been implemented in the mobile version for iOS and Android by placing a free application on the CIOP-PIB account and in the Apple App Store and Google Play stores.

*Keywords: respiratory protection, bioaerosols, mobile application*

## Wstęp

W ostatnich latach można zaobserwować wzrost zainteresowania sprzętem ochrony układu oddechowego (SOUO) przed szkodliwym bioaerozolem. Wynika to z coraz powszechniejszej

świadomości, że kontakt z mikroorganizmami może powodować różne skutki zdrowotne – od podrażnienia skóry i alergii po groźne dla życia infekcje. Na mocy przepisów prawa [1-4] pracodawcy są zobowiązani do podjęcia stosowanych środków zapobiegawczych w celu zwiększe-

nia bezpieczeństwa pracowników i ochrony ich zdrowia. Przede wszystkim muszą przeprowadzać ocenę ryzyka oraz wprowadzać odpowiednie środki eliminujące lub minimalizujące zagrożenia [5]. W przypadku konieczności ochrony układu oddechowego przed szkodliwym bioaerozolem najczęściej wybieranym rozwiązaniem jest stosowanie indywidualnego sprzętu ochrony układu oddechowego [6].

Szacowanie poziomu ryzyka narażenia na czynniki biologiczne oraz prawidłowy dobór rodzaju i klasy SOUO stanowi problem dla małych i średnich przedsiębiorstw oraz mikrofirm. Istnieje więc zapotrzebowanie na narzędzia wspomagające ten proces, a w dobie rozwoju technologii informatycznych rośnie znaczenie aplikacji na urządzenia stacjonarne lub mobilne. W ramach prac prowadzonych na V etapie programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” zrealizowano zadanie nr 3.SP.07 pt. „Aplikacja użytkowa do doboru sprzętu ochrony układu oddechowego przed bioaerozolem w wybranych środowiskach pracy”. Celem zadania było opracowanie i wdrożenie do powszechnego stosowania aplikacji ułatwiającej dobór SOUO i zapewniającej monitorowanie czasu bezpiecznego używania tego sprzętu na podstawie baz charakterystyk czynników środowiskowych (dotyczących stanowisk pracy związanych z rolnictwem, sortowaniem śmieci i oczyszczaniem odpadów komunalnych) i w oparciu o specjalnie opracowane algorytmy decyzyjne.

W celu opracowania wspomnianych baz charakterystyk na stanowiskach pracy mierzono temperaturę, wilgotność względną i szybkość przepływu powietrza. Analizę zanieczyszczenia mikrobiologicznego wykonano dla powietrza oraz pyłu osiadłego w pomieszczeniach inwentarskich i technologicznych. Oznaczono stężenia endotoksyn bakteryjnych oraz przeprowadzono analizę cytotoksyczności pyłu osiadłego na elementach wyposażenia badanych stanowisk pracy. Na podstawie uzyskanych wyników sporządzono charakterystyki zagrożeń fizykochemicznych i biologicznych w trzech środowiskach pracy [7-9] i wykorzystano je jako dane wejściowe do doboru SOUO.

W celu określenia funkcjonalności aplikacji Time4Mask przeprowadzono badania ankietowe [10]. W badanej grupie znaleźli się zarówno pracownicy wykonujący czynności zawodowe w narażeniu na wdychanie szkodliwych pyłów i gazów oraz bioaerozoli, jak i pracownicy służby bhp oraz osoby odpowiedzialne za prowadzenie przedmiotowych szkoleń. Większość ankietowanych potwierdziła potrzebę wdrożenia do powszechnego stosowania aplikacji wspierającej pracowników i pracodawców w działaniach zapewniających bezpieczne używanie SOUO.

Celem artykułu jest zaprezentowanie sposobu działania aplikacji Time4Mask oraz wyników oceny jej użyteczności (na podstawie badań ankietowych) na stanowiskach pracy w rolnictwie indywidualnym, w sortowni odpadów komunalnych i oczyszczalni ścieków.

## Podstawowe funkcje aplikacji Time4Mask

Aplikacja jest przeznaczona dla indywidualnych użytkowników zatrudnionych w mikroprzedsiębiorstwach i małych firmach, których działalność zawodowa wiąże się z narażeniem na czynniki biologiczne typowe dla trzech środowisk pracy: hodowli zwierząt, oczyszczalni ścieków i sortowni odpadów. Pełne wykorzystanie możliwości aplikacji nie wymaga połączenia z systemem zarządzania bezpieczeństwem pracy nadzorowanym przez pracodawcę, nie wymaga również połączenia z internetem. Aplikacja zapewnia realizację następujących funkcji:

- dobór typu i klasy SOUO na podstawie danych wprowadzonych przez użytkownika,
- dostarczenie wskazówek dotyczących zakładania/zdejmowania i dopasowania wybranego SOUO,
- wyświetlenie ostrzeżeń związanych z bezpiecznym stosowaniem dobranego SOUO,
- monitorowanie czasu stosowania SOUO,
- powiadomienie użytkownika o konieczności wymiany SOUO na nowy egzemplarz na 15 minut przed końcem czasu bezpiecznego stosowania ochrony,
- dostęp do historii użycia SOUO.

Dobór typu i klasy ochronnej SOUO następuje na podstawie wyboru z listy odpowiedniego środowiska pracy (hodowla zwierząt, oczyszczalni ścieków, sortownia odpadów), a następnie na podstawie wyboru z listy lub wpisania przez użytkownika parametrów charakterystycznych dla danego środowiska pracy (tj. temperatury i wilgotności powietrza, prędkości przepływu powietrza, stężenia pyłu, rodzaju i ilości mikroorganizmów w powietrzu, rodzaju i ilości metabolitów w pyłe, rodzaju i ilości metabolitów w powietrzu, cytotoksyczności pyłu oraz różnorodności bakterii i grzybów). Informacje te podaje osoba odpowiedzialna za bezpieczeństwo i higienę pracy w zakładzie, a w przypadku braku tych danych przy doborze wykorzystywane są dane pochodzące z umieszczonych w aplikacji baz czynników. Użytkownik może uszczegółowić

dane mające wpływ na szczelne dopasowanie SOUO lub na możliwość rozprzestrzenienia się drobnoustrojów w wyniku częstego zakładania i zdejmowania tego sprzętu podczas pracy, takie jak: palenie papierosów, nietypowy kształt twarzy, zarost, planowe przerwy w pracy.

Oprócz podstawowych funkcji związanych z doбором sprzętu i monitorowaniem czasu jego bezpiecznego stosowania aplikacja Time4Mask zawiera dane tekstowe, ilustracje i krótkie filmy instruktażowe. W opisach znajdują się podstawowe informacje na temat wytypowanego SOUO, dotyczące: skuteczności filtracji, oporów oddychania, szczelności dopasowania, podatności na zatkanie pyłem czy sposobu prawidłowego znakowania. Do opisów załączono przykładowe ilustracje SOUO, a ponadto treści wzbogacono krótkimi filmami obrazującymi sposób zakładania i dopasowania sprzętu wraz z komentarzem słownym w dwóch wersjach językowych: polskiej i angielskiej. Zapewnia to realizację postanowień ustawy z dnia 4 kwietnia 2019 r. o dostępności cyfrowej stron internetowych i aplikacji mobilnych dla osób niepełnosprawnych (t.j. Dz.U. z 2023 r. poz. 82). Anglojęzyczna wersja ułatwia korzystanie z aplikacji przez pracowników-obcokrajowców, którzy przebywają w Polsce czasowo lub na stałe.

Ważną zaletą aplikacji Time4Mask jest monitorowanie czasu użytkowania SOUO – począwszy od zarejestrowania daty i czasu rozpoczęcia korzystania z tego sprzętu. Dzięki funkcji powiadomień użytkownik jest informowany na 15 minut przed końcem sugerowanego czasu skutecznej ochrony o potrzebie wymiany sprzętu na nowy egzemplarz. Historia użycia sprzętu jest dostępna w osobnej zakładce.

Podstawowe okna aplikacji zaprezentowano na rys. 1.

Aplikacja została wdrożona w wersji mobilnej i działa na urządzeniach z systemami iOS oraz Android. Jest dostępna bezpłatnie na stronie CIOP-PIB oraz w sklepach internetowych Apple App Store i Google Play:

- <https://t4m.ciop.pl>,
- <https://apps.apple.com/pl/app/time4mask/id1644731367?l=pl>,
- <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.ciop.souo&pli=1>.

## Szacowanie rekomendowanego czasu stosowania SOUO w aplikacji Time4Mask

Przy doborze SOUO zapewniającego wystarczający poziom jego skutecznego działania problemem jest brak zadowalających danych określających reakcję pomiędzy narażeniem na dany mikroorganizm a negatywną odpowiedź ze strony organizmu osoby narażonej. Wynika to z trudności z identyfikacją czynnika biologicznego odpowiedzialnego za obserwowany negatywny skutek zdrowotny, a także z faktu, że wrażliwość organizmu na czynniki biologiczne jest cechą indywidualną. Przy opracowywaniu algorytmów doboru typu i klasy ochronnej SOUO,

















stanowiących drzewo decyzyjne w aplikacji Time4Mask, wzięto pod uwagę dwa kryteria:

- przynależność mikroorganizmów do jednej z czterech grup zagrożenia [3, 4] – według stopnia ich chorobotwórczości, a także możliwość ich rozprzestrzeniania się w populacji ludzkiej, profilaktyki i skutecznego leczenia;
- rekomendacje Zespołu Ekspertów ds. Czynniki Biologicznych Międzyresortowej Komisji ds. Najwyższych Dopuszczalnych Stężeń i Natężeń Czynniki Szkodliwych dla Zdrowia w Środowisku Pracy [11-13].

Ponadto uwzględniono fakt, że na bezpieczeństwo stosowania filtrującego SOUO zdecydowanie wpływa zdolność mikroorganizmów do przetrwania i rozwoju we włókninach filtracyjnych. Mikroorganizmy są bowiem w różnym stopniu wrażliwe na czynniki środowiska zewnętrznego. Gdy środowiskiem ich bytowania jest przestrzeń wewnątrz SOUO, wtedy w określonych warunkach (np. w przypadku słabej odporności immunologicznej osób narażonych) mogą wywoływać stany zapalne dróg oddechowych, miejscowe infekcje oraz zakażenia tkanek i narządów.

Zarówno liczba, jak i rodzaj mikroorganizmów oraz ich przeżywalność są ściśle związane ze specyfiką danego miejsca pracy. Do najważniejszych elementów charakteryzujących konkretne środowisko pracy należy zaliczyć jego lokalizację (umiejscowienie w budynku lub na otwartej przestrzeni), cechy lokalowe (wentylację, klimatyzację, rodzaj materiałów konstrukcyjnych, intensywność nasłonecznienia, stan higieniczny, częstotliwość wietrzenia i sprzątanía) oraz parametry mikroklimatu (temperaturę, wilgotność względną powietrza, zapylenie). Parametry te będą się całkiem różnić w przypadku pomieszczeń inwentarskich do hodowli zwierząt, oczyszczalni ścieków miejskich czy sortowni odpadów. Trzeba też zauważyć, że znaczenie mogą mieć czynniki związane z organizacją pracy, takie jak: duża liczba pracowników i ich intensywne przemieszczanie się, częste przerwy w pracy, brak dbałości o higienę oraz zły stan zdrowia (infekcja, nosicielstwo). W odniesieniu do tych zagadnień ujętych w drzewie decyzyjnym algorytmów aplikacji wykorzystano doświadczenia pochodzące z licznych badań nad dynamiką rozwoju mikroorganizmów w materiałach filtrujących, stosowanych w konstrukcji SOUO, w zmiennych warunkach środowiskowych. Wyniki badań eksperymentalnych weryfikowano praktycznie na stanowiskach pracy, np. podczas przerobu biomasy, w kompostowni, sortowni odpadów lub cementowni. Pozwoliło to na zebranie zestawu danych empirycznych i doświadczeń, które bezpośrednio odnoszą się do oceny czasu bezpiecznego stosowania filtrującego SOUO w środowisku pracy, gdzie występuje ryzyko inhalacji szkodliwych cząstek bioaerozolu [14-20].

Przykłady opracowanych algorytmów doboru odpowiedniego wariantu SOUO oraz obliczeń związanych z czasem jego bezpiecznego użytkowania w zdefiniowanych warunkach pracy przedstawiono w tabeli na s. 16.

WPROWADZENIE	FORMULARZ	REKOMENDACJE	KARTA SOUO																
				<p>Informacja powitalna zawiera wyjaśnienie, do czego służy aplikacja. Informacje o trzech głównych funkcjonalnościach znajdują się w sekcji „Jak to działa?”. Za pomocą przycisków w górnej części ekranu można zmienić wersję językową aplikacji. Przycisk „Zaczynamy!” pozwala przejść do formularza. Na dole ekranu znajduje się pasek nawigacyjny</p>	<p>Użytkownik wypełnia formularz dotyczący środowiska pracy i swoich cech (takich jak: zarost, noszenie okularów korekcyjnych), które mają wpływ na dobór SOUO. Formularz zawiera dwa rodzaje pól: listę rozwijalną i pola wyboru (<i>toggle</i>). Po wypełnieniu formularza należy kliknąć przycisk „Pokaż rekomendowane SOUO”, co powoduje przejście do kolejnego ekranu.</p>	<p>Na ekranie są wyświetlane rekomendowane SOUO w postaci listy. Szczegółowe informacje dotyczące każdego SOUO są dostępne po kliknięciu przycisku „Sprawdź”.</p>	<p>Na ekranie są wyświetlane szczegółowe informacje dotyczące wybranego przez użytkownika SOUO. Są one prezentowane w postaci dynamicznie rozwijanych zakładek, zawierających: opis podstawowy, instrukcję stosowania (wideo) oraz ostrzeżenia i uwagi. Przycisk „Uruchom timer” powoduje przejście do ekranu timera.</p>	TIMER	TIMER – ODLICZANIE	TIMER – KONIEC PRACY	HISTORIA					<p>Timer umożliwia odliczanie czasu do zmiany SOUO. W górnej części ekranu znajduje się nazwa SOUO, dla którego odliczany jest czas, a w środkowej części ekranu widać licznik oraz nazwę trybu, w jakim aktualnie się znajduje. Parametry odliczania są automatycznie dopasowane do konkretnego SOUO. Narzędzie zawiera przyciski funkcyjne (rozpoczęcie odliczania i zatrzymanie odliczania). Przycisk „Zakończ timer”, znajdujący się na dole ekranu, kończy pracę timera i zapisuje informacje o przebiegu jego pracy.</p>	<p>Status pracy (tryb) timera jest dodatkowo sygnalizowany animacją umieszczoną pod jego tarczą. Podczas odliczania tarcza jest animowana. Odliczanie następuje do zera, po czym użytkownik otrzymuje powiadomienie typu <i>push</i> o konieczności wymiany SOUO. W trybie odliczania użytkownik może je zatrzymać i ponownie uruchomić („Pauza”) lub zakończyć („Zakończ timer”).</p>	<p>Koniec pracy timera następuje w dwóch przypadkach, tj. gdy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• odliczanie dobiegło końca i użytkownik potwierdził koniec pracy w powiadomieniu <i>push</i> wysłanym przez aplikację;</li> <li>• użytkownik skorzystał z opcji „Zakończ timer” i potwierdził koniec pracy.</li> </ul> <p>Aby zapobiec przypadkowemu wyłączeniu timera, po użyciu opcji „Zakończ timer” użytkownik widzi dodatkowy ekran z przyciskami „Tak, zakończ pracę” i „Nie, wróć do timera”.</p>	<p>W tej sekcji użytkownik może sprawdzić historię wykorzystania SOUO. Ma ona formę tabeli zawierającej informacje o: typie SOUO, dacie użycia i zarejestrowanym przez timer czasie używania.</p>
<p>Informacja powitalna zawiera wyjaśnienie, do czego służy aplikacja. Informacje o trzech głównych funkcjonalnościach znajdują się w sekcji „Jak to działa?”. Za pomocą przycisków w górnej części ekranu można zmienić wersję językową aplikacji. Przycisk „Zaczynamy!” pozwala przejść do formularza. Na dole ekranu znajduje się pasek nawigacyjny</p>	<p>Użytkownik wypełnia formularz dotyczący środowiska pracy i swoich cech (takich jak: zarost, noszenie okularów korekcyjnych), które mają wpływ na dobór SOUO. Formularz zawiera dwa rodzaje pól: listę rozwijalną i pola wyboru (<i>toggle</i>). Po wypełnieniu formularza należy kliknąć przycisk „Pokaż rekomendowane SOUO”, co powoduje przejście do kolejnego ekranu.</p>	<p>Na ekranie są wyświetlane rekomendowane SOUO w postaci listy. Szczegółowe informacje dotyczące każdego SOUO są dostępne po kliknięciu przycisku „Sprawdź”.</p>	<p>Na ekranie są wyświetlane szczegółowe informacje dotyczące wybranego przez użytkownika SOUO. Są one prezentowane w postaci dynamicznie rozwijanych zakładek, zawierających: opis podstawowy, instrukcję stosowania (wideo) oraz ostrzeżenia i uwagi. Przycisk „Uruchom timer” powoduje przejście do ekranu timera.</p>	TIMER	TIMER – ODLICZANIE	TIMER – KONIEC PRACY	HISTORIA					<p>Timer umożliwia odliczanie czasu do zmiany SOUO. W górnej części ekranu znajduje się nazwa SOUO, dla którego odliczany jest czas, a w środkowej części ekranu widać licznik oraz nazwę trybu, w jakim aktualnie się znajduje. Parametry odliczania są automatycznie dopasowane do konkretnego SOUO. Narzędzie zawiera przyciski funkcyjne (rozpoczęcie odliczania i zatrzymanie odliczania). Przycisk „Zakończ timer”, znajdujący się na dole ekranu, kończy pracę timera i zapisuje informacje o przebiegu jego pracy.</p>	<p>Status pracy (tryb) timera jest dodatkowo sygnalizowany animacją umieszczoną pod jego tarczą. Podczas odliczania tarcza jest animowana. Odliczanie następuje do zera, po czym użytkownik otrzymuje powiadomienie typu <i>push</i> o konieczności wymiany SOUO. W trybie odliczania użytkownik może je zatrzymać i ponownie uruchomić („Pauza”) lub zakończyć („Zakończ timer”).</p>	<p>Koniec pracy timera następuje w dwóch przypadkach, tj. gdy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• odliczanie dobiegło końca i użytkownik potwierdził koniec pracy w powiadomieniu <i>push</i> wysłanym przez aplikację;</li> <li>• użytkownik skorzystał z opcji „Zakończ timer” i potwierdził koniec pracy.</li> </ul> <p>Aby zapobiec przypadkowemu wyłączeniu timera, po użyciu opcji „Zakończ timer” użytkownik widzi dodatkowy ekran z przyciskami „Tak, zakończ pracę” i „Nie, wróć do timera”.</p>	<p>W tej sekcji użytkownik może sprawdzić historię wykorzystania SOUO. Ma ona formę tabeli zawierającej informacje o: typie SOUO, dacie użycia i zarejestrowanym przez timer czasie używania.</p>				
TIMER	TIMER – ODLICZANIE	TIMER – KONIEC PRACY	HISTORIA																
				<p>Timer umożliwia odliczanie czasu do zmiany SOUO. W górnej części ekranu znajduje się nazwa SOUO, dla którego odliczany jest czas, a w środkowej części ekranu widać licznik oraz nazwę trybu, w jakim aktualnie się znajduje. Parametry odliczania są automatycznie dopasowane do konkretnego SOUO. Narzędzie zawiera przyciski funkcyjne (rozpoczęcie odliczania i zatrzymanie odliczania). Przycisk „Zakończ timer”, znajdujący się na dole ekranu, kończy pracę timera i zapisuje informacje o przebiegu jego pracy.</p>	<p>Status pracy (tryb) timera jest dodatkowo sygnalizowany animacją umieszczoną pod jego tarczą. Podczas odliczania tarcza jest animowana. Odliczanie następuje do zera, po czym użytkownik otrzymuje powiadomienie typu <i>push</i> o konieczności wymiany SOUO. W trybie odliczania użytkownik może je zatrzymać i ponownie uruchomić („Pauza”) lub zakończyć („Zakończ timer”).</p>	<p>Koniec pracy timera następuje w dwóch przypadkach, tj. gdy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• odliczanie dobiegło końca i użytkownik potwierdził koniec pracy w powiadomieniu <i>push</i> wysłanym przez aplikację;</li> <li>• użytkownik skorzystał z opcji „Zakończ timer” i potwierdził koniec pracy.</li> </ul> <p>Aby zapobiec przypadkowemu wyłączeniu timera, po użyciu opcji „Zakończ timer” użytkownik widzi dodatkowy ekran z przyciskami „Tak, zakończ pracę” i „Nie, wróć do timera”.</p>	<p>W tej sekcji użytkownik może sprawdzić historię wykorzystania SOUO. Ma ona formę tabeli zawierającej informacje o: typie SOUO, dacie użycia i zarejestrowanym przez timer czasie używania.</p>												
<p>Timer umożliwia odliczanie czasu do zmiany SOUO. W górnej części ekranu znajduje się nazwa SOUO, dla którego odliczany jest czas, a w środkowej części ekranu widać licznik oraz nazwę trybu, w jakim aktualnie się znajduje. Parametry odliczania są automatycznie dopasowane do konkretnego SOUO. Narzędzie zawiera przyciski funkcyjne (rozpoczęcie odliczania i zatrzymanie odliczania). Przycisk „Zakończ timer”, znajdujący się na dole ekranu, kończy pracę timera i zapisuje informacje o przebiegu jego pracy.</p>	<p>Status pracy (tryb) timera jest dodatkowo sygnalizowany animacją umieszczoną pod jego tarczą. Podczas odliczania tarcza jest animowana. Odliczanie następuje do zera, po czym użytkownik otrzymuje powiadomienie typu <i>push</i> o konieczności wymiany SOUO. W trybie odliczania użytkownik może je zatrzymać i ponownie uruchomić („Pauza”) lub zakończyć („Zakończ timer”).</p>	<p>Koniec pracy timera następuje w dwóch przypadkach, tj. gdy:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• odliczanie dobiegło końca i użytkownik potwierdził koniec pracy w powiadomieniu <i>push</i> wysłanym przez aplikację;</li> <li>• użytkownik skorzystał z opcji „Zakończ timer” i potwierdził koniec pracy.</li> </ul> <p>Aby zapobiec przypadkowemu wyłączeniu timera, po użyciu opcji „Zakończ timer” użytkownik widzi dodatkowy ekran z przyciskami „Tak, zakończ pracę” i „Nie, wróć do timera”.</p>	<p>W tej sekcji użytkownik może sprawdzić historię wykorzystania SOUO. Ma ona formę tabeli zawierającej informacje o: typie SOUO, dacie użycia i zarejestrowanym przez timer czasie używania.</p>																

Rys. 1. Specyfikacja funkcjonalna aplikacji Time4Mask  
 Fig. 1. Functional specification of the Time4Mask application

Tabela. Wartości graniczne doboru SOUO w aplikacji Time4Mask (oznaczenia: MCU – maksymalny czas użytkowania SOUO, WG – wartość graniczna [11])

Table. Thresholds for the selection of respiratory protective devices (RPD) in the Time4Mask application (markings: MCU – maximum RPD use time, WG – limit value based on [11])

Lp.	Parametr	Wpływa na:	Możliwe warianty/wartości graniczne	Wartość parametru
1.	Zawartość tlenu w otoczeniu	rodzaj sprzętu	< 19%	aplikacja wyświetla komunikat: <i>Zastosuj sprzęt izolujący</i>
			≥ 19%	przejdź dalej
2.	Obecność par i gazów w otoczeniu	rodzaj sprzętu	tak	aplikacja wyświetla komunikat: <i>Zastosuj sprzęt pochłaniający</i>
			nie	przejdź dalej
3.	Miejsce wykonywania pracy	MCU	wewnątrz	4 h dla SOUO jednorazowego użytku 4 × 4 h dla SOUO wielokrotnego użytku
			na zewnątrz	8 h dla SOUO jednorazowego użytku 4 × 8 h dla SOUO wielokrotnego użytku
4.	Temperatura	klasę ochrony	brak wpływu	brak wpływu
		czas użytkowania	< 20°C	MCU
			(20°C, 25°C)	50% MCU
≥ 25°C	25% MCU			
5.	Wilgotność	klasę ochrony	brak wpływu	
		czas użytkowania	< 50%	MCU
			(50%, 75%)	50% MCU
≥ 75%	25% MCU			
6.	Stężenie pyłu	klasę ochrony	< 1 × NDS	brak potrzeby stosowania SOUO
			(1-4) × NDS	klasa FFP1/P1
			(4-9) × NDS	klasa FFP2/P2
			(9-20) × NDS	klasa FFP3/P3
		czas użytkowania	≥ 20 × NDS	aplikacja wyświetla komunikat: <i>Zastosuj sprzęt izolujący</i>
			< 1 × NDS	brak potrzeby stosowania SOUO
			(1-4) × NDS	MCU
			(4-9) × NDS	75% MCU
(9-20) × NDS	50% MCU			
≥ 20 × NDS	nie dotyczy			
7.	Rodzaj mikroorganizmów	klasę ochrony	mikroorganizmy z 1. grupy ryzyka	brak potrzeby stosowania SOUO
			mikroorganizmy z 2. grupy ryzyka	klasa FFP1/P1 lub FFP2/P2
			mikroorganizmy z 3. grupy ryzyka	klasa FFP2/P2 lub FFP3/P3 lub SOUO z wymuszonym przepływem powietrza z filtrami klasy P2/P3
			mikroorganizmy z 4. grupy ryzyka	aplikacja wyświetla komunikat: <i>Zastosuj sprzęt izolujący</i>
		czas użytkowania	mikroorganizmy z 1. grupy ryzyka	brak wpływu
			mikroorganizmy z 2. grupy ryzyka	75% MCU
			mikroorganizmy z 3. grupy ryzyka	50% MCU
			mikroorganizmy z 4. grupy ryzyka	aplikacja wyświetla komunikat: <i>Zastosuj sprzęt izolujący</i>
8.	Ilość mikroorganizmów	klasę sprzętu	< WG	brak potrzeby stosowania SOUO
			(1-4) × WG	klasa FFP1/P1
			(4-9) × WG	klasa FFP2/P2
			(9-20) × WG	klasa FFP3/P3
		czas użytkowania	≥ 20 × WG	aplikacja wyświetla komunikat: <i>Zastosuj sprzęt izolujący</i>
			< 1 × WG	brak potrzeby stosowania SOUO
			(1-4) × WG	MCU
			(4-9) × WG	75% MCU
(9-20) × WG	50% MCU			
≥ 20 × WG	nie dotyczy			
9.	Rodzaj metabolitów w pyłe	klasę sprzętu	endotoksyna <sup>1)</sup> obecna/nieobecna	klasa FFP2/P2/klasa FFP1/P1
			metabolity wtórne pleśni obecne/nieobecne	klasa FFP2/P2/klasa FFP1/P1
			inne metabolity pochodzenia mikrobiologicznego obecne/nieobecne	klasa FFP2/P2/klasa FFP1/P1
		czas użytkowania	endotoksyna <sup>1)</sup> obecna/nieobecna	75% MCU/ 100% MCU
			metabolity wtórne pleśni obecne/nieobecne	75% MCU/100% MCU
			inne metabolity pochodzenia mikrobiologicznego obecne/nieobecne	75% MCU/100% MCU



10.	Rodzaj metabolitów w powietrzu	klasę sprzętu	endotoksyna <sup>1)</sup> obecna/nieobecna	klasa FFP2/P2/klasa FFP1/P1
			metabolity wtórne pleśni obecne/nieobecne	klasa FFP2/P2/klasa FFP1/P1
			inne metabolity pochodzenia mikrobiologicznego obecne/nieobecne	klasa FFP2/P2/klasa FFP1/P1
	czas użytkowania	endotoksyna <sup>1)</sup> obecna/nieobecna	75% MCU/100% MCU	
		metabolity wtórne pleśni obecne/nieobecne	75% MCU/100% MCU	
		inne metabolity pochodzenia mikrobiologicznego obecne/nieobecne	75% MCU/100% MCU	
11.	Ilość metabolitów w powietrzu	klasę sprzętu	endotoksyna <sup>1)</sup> bakteryjna < 200 ng/m <sup>3</sup>	klasa FFP1/P1
			endotoksyna <sup>1)</sup> bakteryjna ≥ 200 ng/m <sup>3</sup>	klasa FFP2/P2
12.	Ilość metabolitów w pyłe	klasę sprzętu	endotoksyna <sup>1)</sup> bakteryjna < 0,155 nmol LPS mg <sup>-1</sup>	klasa FFP1/P1
			endotoksyna <sup>1)</sup> bakteryjna ≥ 0,155 nmol LPS mg <sup>-1</sup>	klasa FFP2/P2
13.	Cytotoksyczność pyłu	klasę sprzętu	niska (brak IC50 po 48 h)	klasa FFP2/P2
			wysoka (wyznaczone IC50 po 48 h)	klasa FFP3/P3
14.	Bioróżnorodność powietrza	klasę sprzętu	niska (≥ 50%, 1 rodzaj mikroorganizmu)	klasa FFP2/P2
			wysoka (mikroorganizmy < 50%)	klasa FFP1/P1
15.	Bioróżnorodność pyłu	klasę sprzętu	niska (≥ 50%, 1 rodzaj mikroorganizmu)	klasa FFP2/P2
			wysoka (mikroorganizmy < 50%)	klasa FFP1/P1

<sup>1)</sup> Endotoksyny to toksyny znajdujące się w błonie zewnętrznej bakterii Gram-ujemnych.

## Treści informacyjno-szkoleniowe aplikacji Time4Mask

Po wybraniu typu i klasy SOUO użytkownik aplikacji ma możliwość zapoznania się z krótką charakterystyką sprzętu („Opis podstawowy”), uwagami odnośnie do ograniczeń stosowania danego typu SOUO oraz właściwego oznakowania SOUO, które powinno być widoczne na części twarzowej sprzętu („Ostrzeżenia i znakowanie”), a ponadto – obejrzenia zdjęcia przykładowego egzemplarza danego typu SOUO („Fotografia”).

Bazując na tej ogólnej charakterystyce SOUO oraz na wynikach badań ankietowych i wywiadach przeprowadzonych na stanowiskach pracy podczas realizacji zadania [10], za istotne uznano uwzględnienie w aplikacji możliwości wyboru następujących typów SOUO: półmasek filtrujących, półmasek skompletowanych z filtrami, masek skompletowanych z filtrami oraz sprzętu ze wspo-

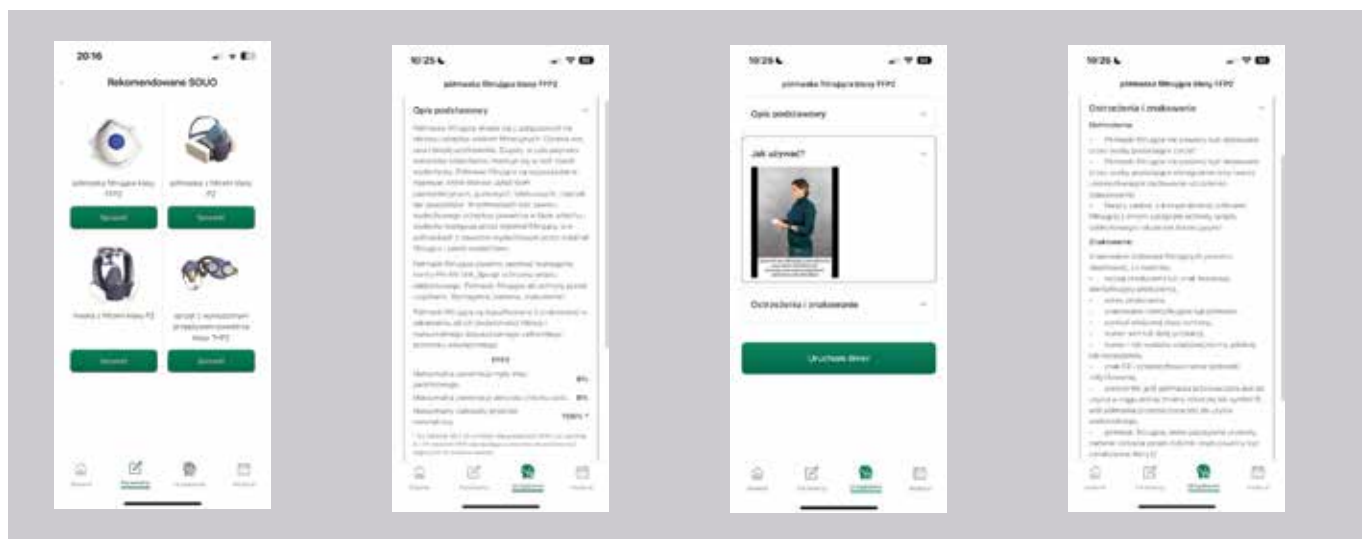
maganiem przepływu powietrza. Na rys. 2 przedstawiono przykładowy opis półmaski filtrującej.

W celu zwizualizowania poprawnego zakładania, zdejmowania i dopasowywania SOUO opracowano pięć scenariuszy filmów instruktażowych dotyczących różnych typów sprzętu (rys. 3).

## Przydatność aplikacji Time4Mask – wyniki badania ankietowego

W celu potwierdzenia użyteczności aplikacji przeprowadzono ankietowe badania środowiskowe na stanowiskach pracy w: gospodarstwie rolnym z województwa łódzkiego, oczyszczalni ścieków Łódzkiej Aglomeracji Miejskiej oraz sortowni odpadów w regionie radomskim. Największą grupę respondentów stanowili specjaliści ds. bhp (16 osób), a wśród pozostałych byli członkowie kadry zarządzającej w zakładach pracy (trzy osoby) i kierownicy zmiany (dwie osoby).

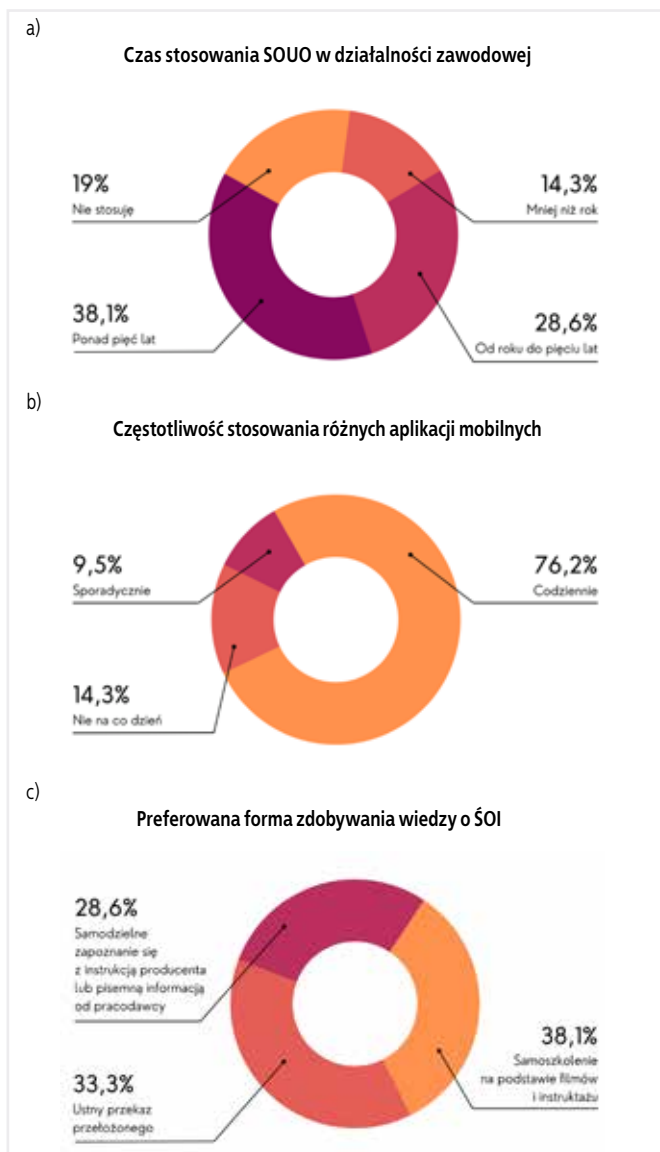
W zakresie obowiązków osób ankietowanych znajdowały się: nadzór nad warunkami pracy, doradztwo i kontrola stosowania przepisów bhp, dobór środków ochrony indywidualnej, działalność szkoleniowa, kierowanie pracownikami oraz pełnienie funkcji nadzorczych. Czas stosowania SOUO przez respondentów w ich codziennej działalności zawodowej był zróżnicowany, lecz zazwyczaj wynosił powyżej pięciu lat (rys. 4). Przeważająca większość uczestników badania deklarowała, że codziennie korzysta z różnego typu aplikacji mobilnych (rys. 5). Respondenci mieli różne preferencje dotyczące form zdobywania wiedzy o stosowanych w pracy środkach ochrony indywidualnej, a spośród zaproponowanych w ankiecie odpowiedzi najczęściej wskazywali na samodzielne szkolenie się na podstawie filmów/instruktaży z wykorzystaniem aplikacji na urządzenia mobilne lub stacjonarne (rys. 6).



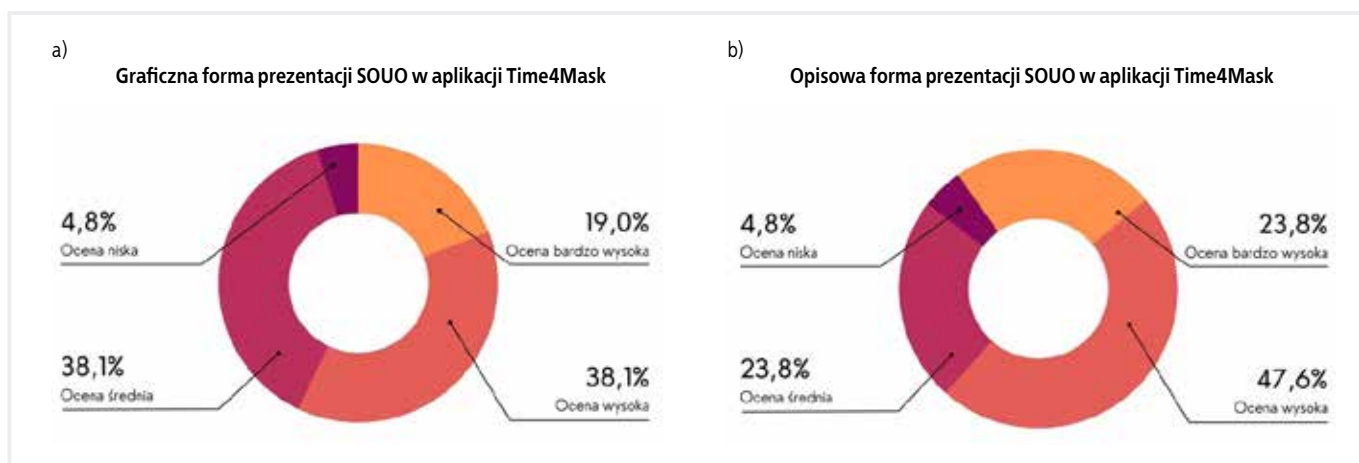
Rys. 2. Treści informacyjno-szkoleniowe w aplikacji Time4Mask – na przykładzie półmaski filtrującej  
Fig. 2. Information and training content in the Time4Mask application on the example of a filtering half mask



Rys. 3. Przykładowy scenariusz filmu instruktażowego dotyczącego używania półmasksi filtrującej  
Fig. 3. An example scenario of an instructional video on using a filtering half mask



Rys. 4. Charakterystyka respondentów: a) czas stosowania SOU w działalności zawodowej, b) częstotliwość używania aplikacji mobilnych, c) preferencje w zakresie form zdobywania wiedzy o ŚOI (na podstawie 21 odpowiedzi)  
Fig. 4. Characteristics of the respondents: a) time of using RPD in professional activity, b) frequency of using mobile applications, c) preferences in terms of forms of acquiring knowledge about PPE (based on 21 responses)



Rys. 5. Ocena formy prezentacji SOU w aplikacji: a) aspekty graficzne, b) część opisowa  
Fig. 5. Evaluation of the RPD presentation form in the application: a) graphical aspects, b) and descriptive part

Większość respondentów bardzo wysoko lub wysoko oceniła formę prezentacji rodzaju SOUO – zarówno pod względem graficznym, jak i opisowym. Tylko jedna osoba oceniła ją nisko/bardzo nisko z uwagi na fakt, że aplikacja pokazała błąd (rys. 5).

Wszyscy ankietowani (100%) uznali, że aplikacja Time4Mask jest łatwa do zainstalowania na urządzeniu mobilnym. Ponad połowa z nich korzystała z poszerzonej listy parametrów charakteryzujących środowisko pracy (rys. 6a), a ci, którzy z niej nie korzystali, jako powody podawali: brak czasu, brak bezpośredniego narażenia na czynniki szkodliwe znajdujące się na liście, brak szczegółowych badań środowiska pracy oraz wiedzy na temat wymienionych czynników. Podczas testowania aplikacji 76,2% respondentów korzystało z filmów instruktażowych (rys. 6b), natomiast pozostali, którzy z tych filmów nie korzystali, deklarowali, że podczas pracy nie mają na to czasu. Większość respondentów nie używała funkcji timera (rys. 6c) ze względu na brak czasu, niesystematyczne używanie aplikacji, niedostępność tej opcji w wersji na urządzenia stacjonarne, korzystanie z podobnej funkcji w innej aplikacji itp. Wskazuje to na konieczność wprowa-

dzenia funkcji timera w wersji aplikacji Time4Mask przeznaczonej na urządzenia stacjonarne.

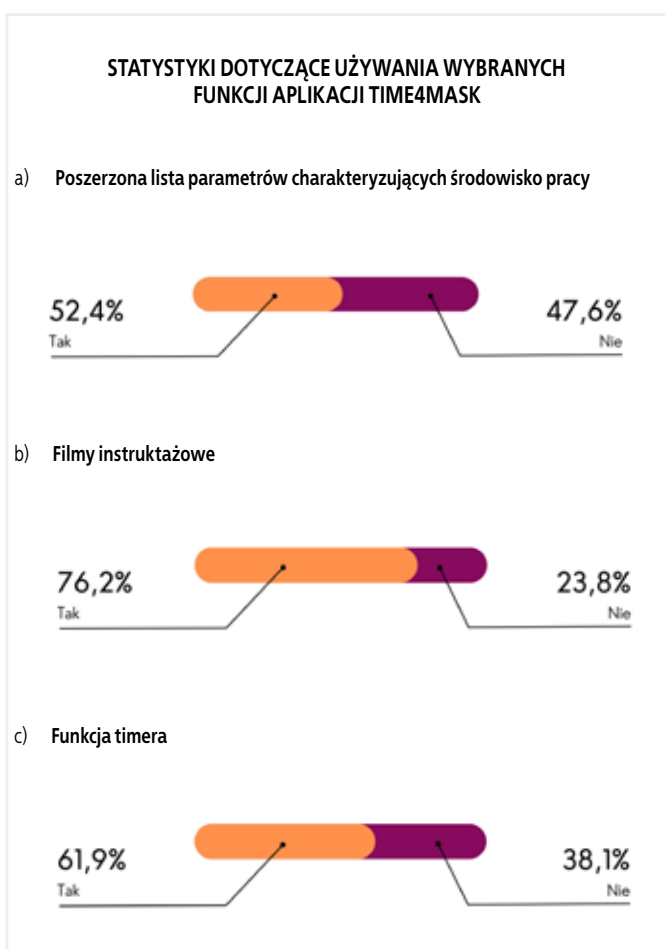
W opinii 66,7% respondentów zakładka zawierająca historię stosowania SOUO może być przydatna z punktu widzenia analizy stosowania takiego sprzętu przez pracowników (rys. 7a). Przeważająca większość przyznała też, że używanie aplikacji wspomagającej dobór sprzętu ochrony układu oddechowego do zagrożeń biologicznych jest celowe (rys. 7b) i – co więcej – konieczne byłoby rozszerzenie zakresu aplikacji o inne rodzaje środków ochrony indywidualnej (rys. 7c). Stanowi to wskazówkę, jak dalej rozwijać aplikację Time4Mask.

## Podsumowanie

W celu zminimalizowania skutków narażenia pracowników pracodawcy są zobligowani prawem do zapewnienia odpowiednich środków ochrony indywidualnej, ze szczególnym uwzględnieniem SOUO. Prawidłowy dobór SOUO do zagrożeń biologicznych jest niezwykle trudny i wymaga wiedzy eksperckiej, co wynika z wielości typów takiego sprzętu i ze zróżnicowania jego klas ochronnych. Mimo licznych badań w kraju i na świecie wiedza o tych problemach nadal nie jest powszechna,

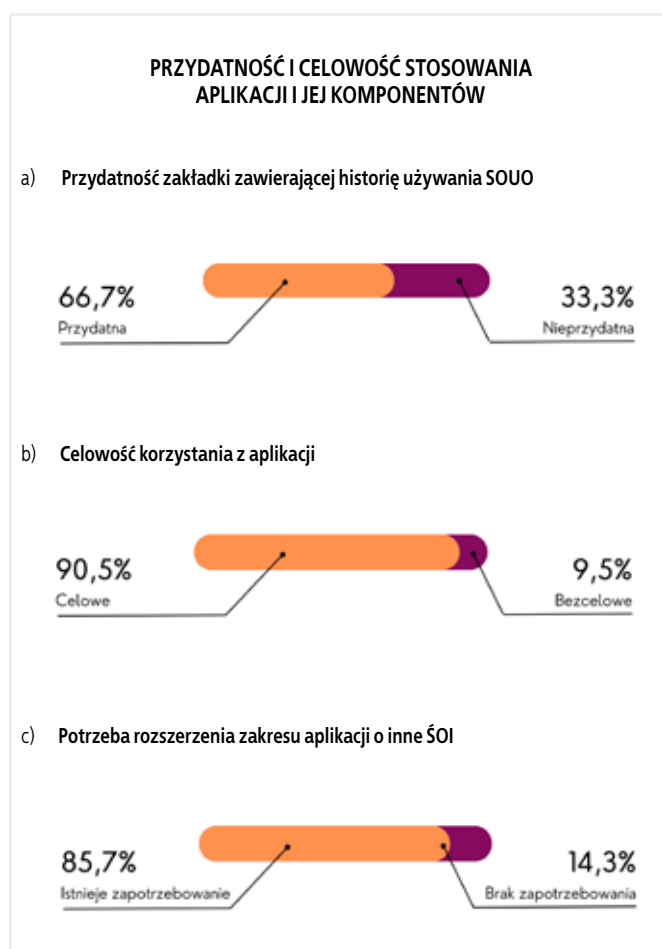
zwłaszcza wśród indywidualnych użytkowników w rolnictwie (np wśród hodowców zwierząt). Coraz większy udział sektora usług oraz upowszechnienie się form samozatrudnienia kreuje zapotrzebowanie na popularyzowanie wiedzy i podnoszenie bezpieczeństwa pracy z wykorzystaniem prostych urządzeń i środków mobilnych. Dlatego też opracowano aplikację Time4Mask, ułatwiającą dobór SOUO, która jest dostępna w wersji mobilnej (przeznaczonej na urządzenia z systemami iOS i Android) oraz stacjonarnej (umieszczonej na stronie internetowej CIOP-PIB). Aplikacja realizuje takie funkcje, jak: dobór typu i klasy SOUO na podstawie danych wprowadzonych przez użytkownika, dostarczanie wskazówek dotyczących zakładania/zdejmowania i dopasowania dobrego sprzętu, wyświetlanie ostrzeżeń związanych z bezpiecznym stosowaniem SOUO, monitorowanie czasu użycia SOUO i powiadomianie użytkownika o konieczności wymiany sprzętu na nowy oraz przechowywanie historii używania SOUO. Unikalną cechą aplikacji jest timer, który odlicza czas do wymiany zastosowanego przez użytkownika SOUO.

W przeprowadzonych badaniach ankietowych dotyczących aplikacji Time4Mask przeważająca



Rys. 6. Informacja na temat stosowania przez respondentów: a) poszerzonej listy parametrów charakteryzujących środowisko pracy, b) filmów instruktażowych, c) funkcji timera (na podstawie 21 odpowiedzi)

Fig. 6. Information on the respondents' use of: a) an extended list of parameters characterizing the work environment, b) instructional videos, c) the timer function (based on 21 responses)



Rys. 7. Informacja na temat: a) przydatności zakładki zawierającej historię użycia SOUO, b) celowości stosowania aplikacji, c) potrzeby rozszerzenia jej zakresu (na podstawie 21 odpowiedzi)

Fig. 7. Information on: a) the usefulness of the tab containing the history of RPD use, b) the purposefulness of using the application, c) the need to expand it (based on 21 responses)



większość osób uznała jej stosowanie za celowe. Respondenci wskazywali także na potrzebę rozszerzenia zakresu aplikacji o inne rodzaje środków ochrony indywidualnej.

Powszechnemu wdrożeniu aplikacji sprzyja jej bezpłatne udostępnienie na stronie internetowej CIOP-PIB oraz w sklepach App Store i Google Play. To zapewnia nieograniczoną możliwość korzystania z aplikacji – m.in. jako narzędzia wspierającego dobór i monitorowanie czasu używania SOUO czy jako narzędzia szkoleniowego – przez przedsiębiorców działających w systemie samozatrudniania się, małe i średnie firmy, przedsiębiorstwa stosujące systemy zarządzania bhp, a nawet przez inspektorów PIP podczas kontroli prowadzonych na stanowiskach pracy, na których występuje narażenie na czynniki biologiczne. Niewątpliwie zagadnienia związane z narażeniem na wdychanie bioaerozolu w miejscu pracy są ważne nie tylko dla dużych przedsiębiorstw, ale również małych firm i mikrofirm. Opracowana aplikacja stanowi potrzebne narzędzie wspierające pracodawców we właściwym doborze sprzętu ochrony układu oddechowego przed bioaerozolem i w monitorowaniu czasu stosowania tego sprzętu.

Ze względu na planowany dalszy rozwój aplikacji zachęcamy czytelników do kontaktu z autorami oraz zgłaszania potrzeb w zakresie wsparcia w doborze właściwego sprzętu ochrony układu oddechowego przed bioaerozolem.

## BIBLIOGRAFIA

[1] Dyrektywa Rady nr 89/391/EWG z dnia 12 czerwca 1989 r. w sprawie wprowadzenia środków w celu poprawy bezpieczeństwa i zdrowia pracowników w miejscu pracy (Dz.Urz. L 183 z dnia 29 czerwca 1989 r., s. 0001-0008).

[2] Ustawa z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy (t.j. Dz.U. z 2022 r. poz. 1510, z późn. zm.).

[3] Dyrektywa Komisji (UE) 2020/739 z dnia 3 czerwca 2020 r. zmieniająca załącznik III do dyrektywy 2000/54/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do włączenia SARS-CoV-2 do wykazu czynników biologicznych o znanej zakaźności dla ludzi oraz zmieniająca dyrektywę Komisji (UE) 2019/1833, 32020L0739 (Dz.Urz. L 175 z dnia 4 czerwca 2020 r., s. 11).

[4] Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 22 kwietnia 2005 r. w sprawie szkodliwych czynników biologicznych dla zdrowia w środowisku pracy oraz ochrony zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki (Dz.U. nr 81 poz. 716, z późn. zm.).

[5] DUTKIEWICZ J. i in. Biological agents as occupational hazards – selected issues. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*. 2011, 18(2): 286-293.

[6] MAJCHRZYCKA K., OKRASA M., SZULC J. Inhalacyjne zagrożenia biologiczne a skutecz-

na ochrona układu oddechowego. Warszawa: CIOP-PIB, 2020, 2019.

[7] SZULC J. i in. Assessment of microbiological indoor air quality in cattle breeding farms. *Aerosol and Air Quality Research*. 2020, 20: 1353-1373.

[8] SZULC J. i in. Microbiological and toxicological hazards in sewage treatment plant bioaerosol and dust. *Toxins*. 2021, 13: 691.

[9] SZULC J. i in. Microbiological and toxicological hazard assessment in a waste sorting plant and proper respiratory protection. *Journal of Environmental Management*. 2022, 303: 114257.

[10] MAJCHRZYCKA K., OKRASA M. Praktyczne aspekty dotyczące stosowania sprzętu ochrony układu oddechowego przed zagrożeniami biologicznymi na podstawie analizy uregulowań prawnych i badań ankietowych. *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka*. 2021, 8: 10-15.

[11] POŚNIAK M., SKOWROŃ J. Czynniki szkodliwe w środowisku pracy. Wartości dopuszczalne 2020. Warszawa: CIOP-PIB, 2020.

[12] GÓRNY R.L. Biologiczne czynniki szkodliwe: normy, zalecenia i propozycje wartości dopuszczalnych. *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy*. 2004, 3(41): 17-39.

[13] GÓRNY R.L. Aerozole biologiczne – rola normatywów higienicznych w ochronie środowiska i zdrowia. *Medycyna Środowiskowa – Environmental Medicine*. 2010, 13(1): 41-51.

[14] MAJCHRZYCKA K. i in. Evaluation of the survivability of microorganisms deposited on filtering respiratory protective devices under varying conditions of humidity. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2016, 13(1): 98.

[15] MAJCHRZYCKA K. i in. The impact of dust in filter materials of respiratory protective devices on the microorganisms viability. *International Journal of Industrial Ergonomics*. 2017, 58: 109-116.

[16] SZULC J. i in. Microbiological contamination at workplaces in a combined heat and power (CHP) station processing plant biomass. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2017, 14(1): 99.

[17] MAJCHRZYCKA K. i in. Time-dependent antimicrobial activity of filtering nonwovens with gemini surfactant-based biocides. *Molecules*. 2017, 22(10): 1620.

[18] MAJCHRZYCKA K. i in. Microbial growth on dust loaded filtering materials used for the protection of respiratory tract as a factor affecting filtration efficiency. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018, 15: 1902.

[19] GUTAROWSKA B. i in. Dust at various workplaces – microbiological and toxicological threats. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2018, 15(5): 877.

[20] JACHOWICZ A. i in. Survival of microorganisms on filtering respiratory protective devices used at agricultural facilities. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2019, 16(16): 2819.

*Opracowano i wydano na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rodziny i Polityki Społecznej (zadanie nr 3.SP.07 pt. „Aplikacja użytkowa do doboru sprzętu ochrony układu oddechowego przed bioaerozolem w wybranych środowiskach pracy”). Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.*

