



Ocena stosowania środków ochrony indywidualnej przez strażaków podczas pożarów na terenach otwartych – wyniki badań ankietowych

dr Małgorzata Okrasa^{a,b} (ORCID: 0000-0003-4980-0909)

inż. Małgorzata Cichowlas^a (ORCID: 0009-0008-9340-5600)

st. kpt. mgr inż. Łukasz Kucmin^c (ORCID: 0009-0002-6198-6742)

bryg. mgr inż. Przemysław Kowalczyk^c (ORCID: 0000-0002-6062-7994)

st. bryg. mgr inż. Tomasz Jonio^d



W artykule zaprezentowano wyniki badań ankietowych, których celem było uzyskanie szczegółowych informacji dotyczących doświadczeń i opinii strażaków na temat stosowania środków ochrony indywidualnej (ŚOI) podczas gaszenia pożarów na terenach otwartych oraz działań towarzyszących. Szczególną uwagę poświęcono sprzętowi ochrony układu oddechowego (SOUO), ponieważ od jego skuteczności, komfortu użytkowania, dopasowania i niezawodności zależy bezpieczeństwo ratowników. Analizie poddano 1501 wypełnionych kwestionariuszy uzyskanych z jednostek Państwowej Straży Pożarnej (PSP). Wyniki wskazują, że najczęściej zgłaszanymi przez strażaków problemami są: niewystarczający komfort użytkowania i duża masa ŚOI, niedobory sprzętu lub jego niska jakość. Większość strażaków uznaje dostępne wyposażenie za skuteczne, jednak odnotowano również przypadki jego zawadności. Znaczącym czynnikiem wpływającym na percepcję skuteczności i dopasowania ŚOI okazał się poziom przeszkolenia użytkowników. Wyniki badań posłużyły do sformułowania rekomendacji w zakresie konstrukcji, eksploatacji i oceny ŚOI, w tym procedur dotyczących SOUO, co może się przyczynić do poprawy bezpieczeństwa podczas działań ratowniczych.

Słowa kluczowe: środki ochrony indywidualnej, strażacy, SOUO, pożary zewnętrzne, komfort użytkowania, bezpieczeństwo

Assessment of the use of personal protective equipment by firefighters during wildland fires – survey results

The article presents the results of a survey, the aim of which was to obtain detailed information on the experiences and opinions of firefighters on the use of personal protective equipment (PPE) when extinguishing fires in open areas and during accompanying activities. Particular attention was paid to respiratory protective equipment (RPE), as rescuers' safety depends on its effectiveness, comfort of use, fit, and reliability. 1,501 completed questionnaires obtained from State Fire Service (PSP) units were analyzed. The results indicate that the most frequently reported problems by firefighters include: insufficient comfort and the high weight of PPE, as well as equipment shortages or poor quality. While most firefighters consider their equipment effective, cases of equipment failure were also reported. The level of user training proved to be a significant factor influencing the perception of PPE effectiveness and fit. The study results were used to formulate recommendations for PPE design, use, and evaluation, including procedures for RPE, which can contribute to improved safety during rescue operations.

Keywords: personal protective equipment, firefighters, respiratory protective equipment, open-area fires, comfort, safety

^a Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Środków Ochrony Indywidualnej, Łódź.

^b Kontakt: maokr@ciop.lodz.pl.

^c Akademia Pożarnicza, Warszawa.

^d Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, Warszawa.

Wstęp

Pożary na terenach otwartych stanowią istotne wyzwanie operacyjne dla jednostek ochrony przeciwpożarowej, ponieważ wymagają złożonych strategii zarządzania, które równoważą natychmiastowe kwestie bezpieczeństwa z długoterminowymi korzyściami ekologicznymi [1]. Tradycyjne podejścia do gospodarki leśnej okazują się coraz mniej skuteczne, ponieważ wskutek zmian w użytkowaniu gruntów pożary terenów zielonych (lasów, łąk) są coraz trudniejsze do opanowania i bardziej ekstremalne [2]. Działania prowadzone w tego typu środowisku wiążą się z dużą zmiennością warunków pogodowych, trudnym dostępem do miejsca zdarzenia, ograniczonymi zasobami wodnymi i logistycznymi oraz koniecznością prowadzenia długotrwałych akcji w warunkach znacznego obciążenia fizycznego. W takich okolicznościach kluczowym elementem systemu bezpieczeństwa strażaków są ŚOI, choć ich stosowanie wiąże się z istotnymi wyzwaniami fizjologicznymi i operacyjnymi. Badania wskazują, że użytkowanie ŚOI znacząco zwiększa częstość akcji serca, temperaturę ciała i zapotrzebowanie organizmu na tlen, przy czym skala tego efektu zależy od masy i konstrukcji wyposażenia oraz warunków środowiskowych [3]. Strażacy działający na terenach otwartych odnotowują spadek wydolności nawet o ok. 50% podczas pracy w pełnym zestawie ŚOI, co wynika ze zwiększonego obciążenia cieplnego i obniżonej efektywności mechanizmów termoregulacyjnych, takich jak pocenie [4]. Mimo oczywistych korzyści ochronnych konsekwentne stosowanie ŚOI w praktyce operacyjnej wiąże się z trudnościami ze względu na liczne bariery logistyczne, ergonomiczne i organizacyjne [5].

Skuteczność ŚOI zależy od wielu czynników wykraczających poza właściwości materiałów i samą konstrukcję. Kluczowe z punktu widzenia poziomu ochrony są: odpowiednie dopasowanie, komfort użytkowania, prawidłowe stosowanie oraz przestrzeganie procedur konserwacji i wymiany [6, 7]. Szczególne znaczenie w działaniach ratowniczo-gaśniczych ma SOUTO, ponieważ narażenie na lotne produkty spalania i wysokie stężenia toksycznych gazów stanowi jedno z głównych zagrożeń dla zdrowia i życia strażaków [8, 9]. Skuteczny program stosowania SOUTO wymaga zaangażowania kierownictwa w zapewnienie: sprzętu spełniającego kryteria techniczne i ergonomiczne, odpowiedniego szkolenia i testów dopasowania ŚOI oraz konsekwentnego stosowania ochrony [10]. Po każdej interwencji ŚOI wymagają dekontaminacji lub utylizacji ze względu na zanieczyszczenie chemiczne [11].

Dotychczasowe badania naukowe koncentrowały się głównie na laboratoryjnych aspektach konstrukcji i skuteczności ŚOI. Relatywnie niewiele opracowań poświęcono analizie opinii i doświadczeń użytkowników końcowych – strażaków – w zakresie praktycznego stosowania tego typu wyposażenia w realnych warunkach terenowych.

Niniejszy artykuł uzupełnia tę lukę. Jego celem jest przedstawienie wyników badań dotyczących opinii strażaków na temat jakości, dostępności, skuteczności i komfortu użytkowania ŚOI, a także identyfikacja najczęściej występujących problemów i wyzwań operacyjnych związanych z ich stosowaniem. Ważnym elementem prezentowanych analiz jest również ocena wpływu poziomu przeszkolenia na postrzeganą skuteczność i niezawodność sprzętu ochronnego. Na podstawie uzyskanych wyników opracowano rekomendacje dotyczące konstrukcji, eksploatacji oraz metod oceny ŚOI, ze szczególnym uwzględnieniem sprzętu ochrony układu oddechowego.

Materiały i metody

Grupa badawcza

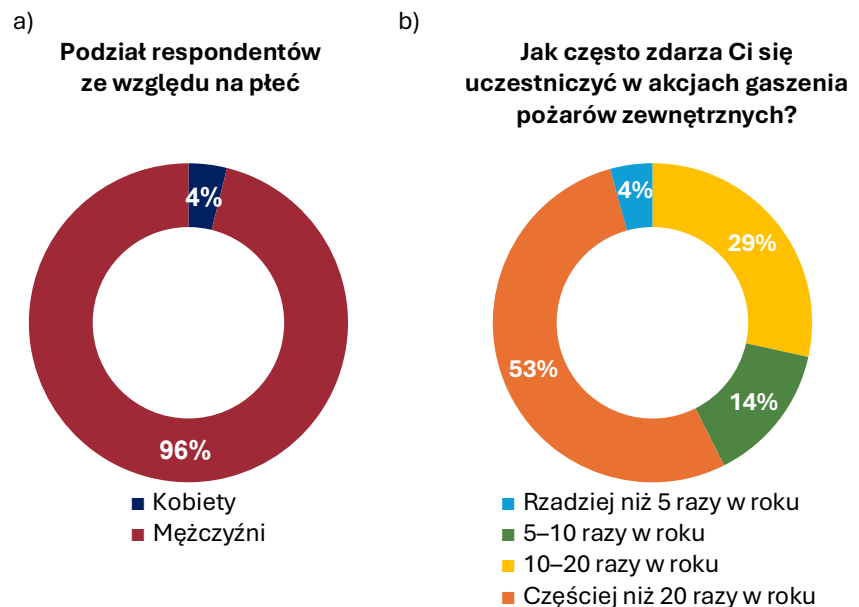
Badania ankietowe przeprowadzono wśród strażaków PSP w całej Polsce. Kwestionariusze dystrybuowano za pośrednictwem Komendy Głównej PSP – do 16 komend wojewódzkich, a następnie do komend powiatowych i jednostek ratowniczo-gaśniczych. Łącznie uzyskano 1501 wypełnionych ankiet. Strukturę próby charakteryzowała wysoka homogeniczność pod względem płci – w badaniu

wzięło udział 1458 mężczyzn i 59 kobiet (rys. 1a). Z punktu widzenia doświadczenia operacyjnego największą część badanych (ponad 50%) uczestniczy w akcjach gaszenia pożarów zewnętrznych częściej niż 20 razy w roku (rys. 1b). Jedynie ok. 4% respondentów bierze udział w takich działaniach rzadziej niż pięć razy w roku, co potwierdza wysoki poziom zaangażowania zawodowego uczestników badania.

Kwestionariusz i procedura badawcza

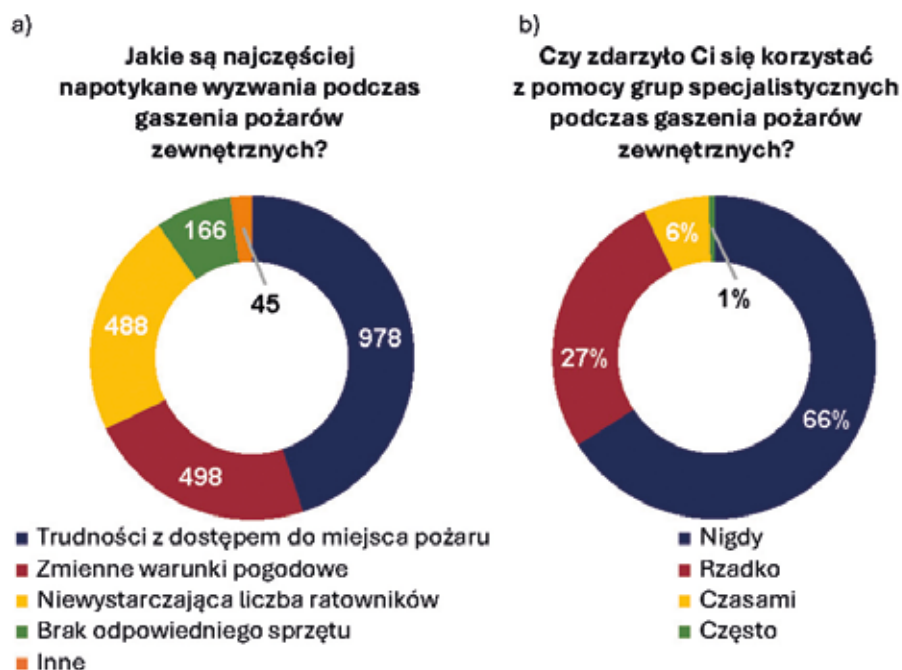
Kwestionariusz opracowano w formie elektronicznej z wykorzystaniem platformy Google Forms. Składał się on z 22 pytań zamkniętych oraz siedmiu pytań otwartych, obejmujących szeroki zakres zagadnień związanych z praktyką działań ratowniczo-gaśniczych oraz użytkowaniem ŚOI. Pytania dotyczyły m.in.: częstotliwości uczestnictwa w akcjach, sytuacji wymagających ewakuacji osób, napotykanymi trudnościami operacyjnymi oraz braków informacyjnych podczas działań. Uwzględniono również kwestie związane z: wpływającymi na poczucie bezpieczeństwa elementami wyposażenia, oceną skuteczności, jakości, trwałości i dostępności ŚOI, a także ich komfortem i dopasowaniem. Dodatkowo pytania dotyczyły doświadczeń zdrowotnych respondentów, przypadków zawodności sprzętu ochronnego, stosowanych praktyk konserwacyjnych i wymiany wyposażenia oraz uczestnictwa w szkoleniach i oceny ich jakości.

Pytania zamknięte miały charakter jednokrotnego lub wielokrotnego wyboru. Analizę odpowiedzi przeprowadzono

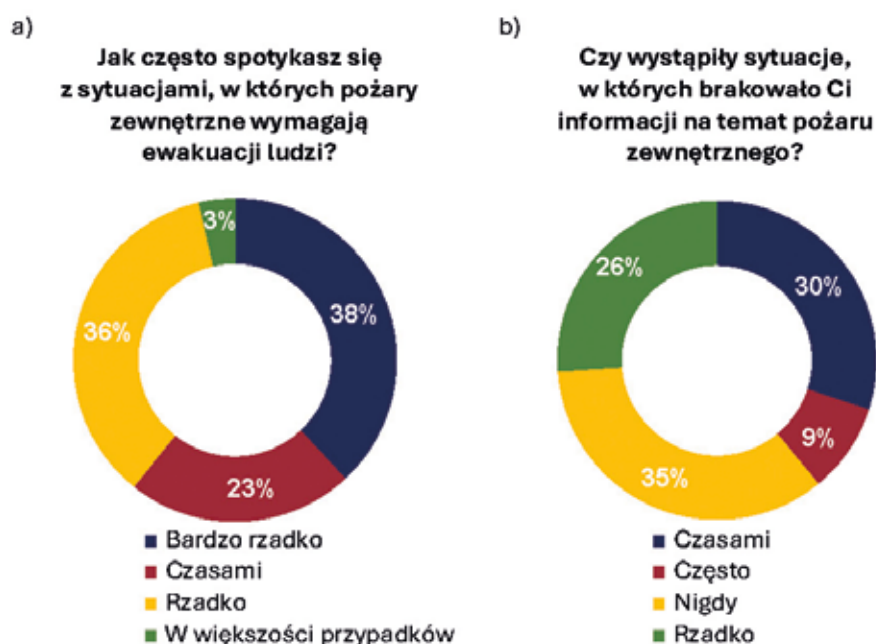


Rys. 1. Charakterystyka respondentów: a) podział ze względu na płeć; b) częstotliwość udziału w akcjach gaszenia pożarów zewnętrznych

Fig. 1. Respondent characteristics: a) by gender; b) by frequency of participation in wildland firefighting



Rys. 2. Odpowiedzi respondentów w zakresie wyzwań (a) i współpracy z grupami specjalistycznymi (b) podczas gaszenia pożarów zewnętrznych
Fig. 2. Respondents' opinions on challenges encountered (a) and cooperation with specialist units (b) during wildland firefighting



Rys. 3. Odpowiedzi respondentów w zakresie braków informacyjnych (a) oraz sytuacji wymagających ewakuacji ludzi (b) podczas gaszenia pożarów zewnętrznych
Fig. 3. Respondents' opinion on information gaps (a) and situations requiring human evacuation (b) during wildland firefighting

poprzez obliczenie udziałów procentowych i częstości występowania poszczególnych kategorii. Pytania otwarte poddano analizie jakościowej – dokonano kodowania tematycznego odpowiedzi, które następnie grupowano według podobieństwa semantycznego. Analizy statystyczne przeprowadzono z wykorzystaniem pakietów Microsoft Excel oraz Wolfram Mathematica. Dane prezentowane w wynikach zostały pogrupowane tematycznie w celu ułatwienia interpretacji.

Wyniki

Wyzwania operacyjne i braki informacyjne

Pierwszym analizowanym obszarem były trudności i bariery napotymane przez strażaków podczas działań na terenach otwartych. Jak pokazano na rys. 2a, najczęściej wskazywanym wyzwaniem była trudność z dostępem do miejsca pożaru – problem ten zgłosiło niemal 1000

respondentów. Kolejnymi znaczącymi czynnikami utrudniającymi prowadzenie działań były zmienne warunki pogodowe oraz niewystarczająca liczba ratowników, na które wskazało po ok. 500 osób.

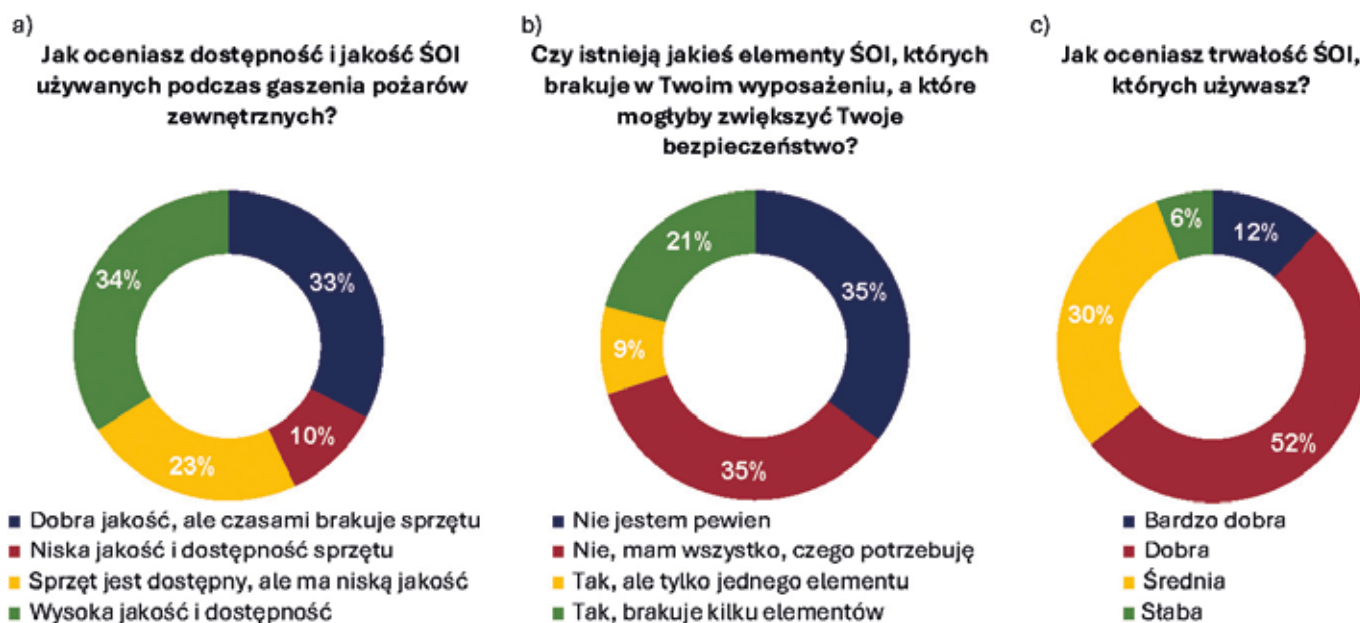
Wśród innych trudności wymieniano m.in. brak odpowiedniego sprzętu, w tym ŚOI (166 odpowiedzi), ograniczoną ilość środka gaśniczego, niewłaściwy dobór lub dostępność ŚOI oraz brak informacji o rodzaju materiału palnego. Zgłaszane przez strażaków problemy wskazują, że skuteczność działań ratowniczych zależy nie tylko od wyszkolenia czy strategii działań, lecz także od infrastruktury, dostępności zasobów i jakości wyposażenia. Zdecydowana większość strażaków (1002 osoby) nigdy nie korzystała z pomocy grup specjalistycznych podczas gaszenia pożarów zewnętrznych (rys. 2b). Z takiego wsparcia 410 respondentów korzystało rzadko, a jedynie ośmiu – często. Wynik ten sugeruje, że większość działań jest realizowana na bazie własnych zasobów jednostek, bez konieczności wsparcia zewnętrznego, co może wynikać z charakteru działań lub dobrej organizacji podstawowych sił ratowniczych.

Kolejny istotny wniosek dotyczył sytuacji wymagających ewakuacji ludzi. Zdecydowana większość respondentów (ponad 1100 osób) zadeklarowała, że takie przypadki występują bardzo rzadko lub rzadko (rys. 3a). Jedynie 344 strażaków wskazało, że takie sytuacje zdarzają się czasami, a 54 osoby – że w większości akcji. Wynik ten pokazuje, że pożary na terenach otwartych w Polsce w większości przypadków nie generują bezpośredniego zagrożenia dla ludzi, co odróżnia je od pożarów budynków mieszkalnych i pożarów na terenach otwartych w innych krajach (np. na południu Europy czy w USA).

Braki informacyjne w czasie działań stanowią kolejne istotne wyzwanie. Ponad 990 strażaków zgłosiło, że sporadycznie doświadczali braku kluczowych danych dotyczących sytuacji pożarowej (rys. 3b). Najczęściej brakowało informacji o rodzaju i ilości materiału palnego (324 odpowiedzi), możliwości dojazdu i dostępności miejsca zdarzenia (131), a także o specyfice terenu (76). Brak danych o rozmiarze pożaru, palących się materiałach czy potencjalnych zagrożeniach utrudniał planowanie działań taktycznych.

Ocena jakości, dostępności i trwałości ŚOI

Ocena jakości i dostępności ŚOI była jednym z kluczowych elementów ankiety. Jak przedstawiono na rys. 4a, największa grupa respondentów (517 osób) oceniła dostępność i jakość ŚOI jako wysoką.



Rys. 4. Odpowiedzi respondentów w zakresie: a) postrzegania dostępności i jakości ŚOI; b) braków w wyposażeniu z zakresu ŚOI; c) trwałości ŚOI
Fig. 4. Respondents' opinion on: a) perceptions of PPE availability and quality, b) deficiencies in PPE provision and c) PPE durability

Jednak aż 496 osób wskazało, że sprzęt jest dobrej jakości, lecz czasami go brakuje. Natomiast 350 osób oceniło, że dostępne wyposażenie charakteryzuje się niską jakością, co jest sygnałem wymagającym interwencji organizacyjnej.

Na pytanie dotyczące braków w wyposażeniu (rys. 4b) aż 538 strażaków odpowiedziało, że nie ma pewności, czy w ich jednostce występują jakiekolwiek braki, co może świadczyć o niedostatecznej świadomości zakresu potrzeb. Z kolei 525 respondentów stwierdziło, że dysponuje kompletnym zestawem ŚOI, 140 – że brakuje jednego elementu, a 316 – że brakuje kilku elementów. Najczęściej wskazywanymi przez respondentów brakującymi elementami wyposażenia były oczyszczające SOUO, takie jak półmaski filtrujące lub maski z filtropochłaniaczami, które wymieniło 143 ankietowanych. Kolejne częste wskazania dotyczyły lekkiej odzieży ochronnej (133 odpowiedzi) oraz lekkich hełmów (98 odpowiedzi). Strażacy zwracali również uwagę na brak specjalistycznych rękawic (90 odpowiedzi), środków ochrony oczu (53 odpowiedzi), kominarek o lepszej jakości (44 odpowiedzi) oraz bielizny termoaktywnej (37 odpowiedzi).

W odniesieniu do trwałości ŚOI (rys. 4c) 796 strażaków oceniło ją jako dobrą, 454 – jako średnią, a 88 – jako słabą. Głównymi przyczynami niskiej trwałości są według respondentów: słaba jakość materiałów i wykonania (46 wskazań), niska odporność na warunki użytkowania (17) oraz brak dopasowania (13), które może powodować szybsze zużycie. Kilkunastu respondentów wskazało również, że niska cena sprzętu często przekłada się na jego gorszą jakość.

Skuteczność i niezawodność ŚOI

Większość strażaków oceniła stosowany sprzęt jako „w miarę skuteczny” (1048 odpowiedzi), a 331 – jako „bardzo skuteczny” (rys. 5a). Mniejszość respondentów uznała swoje wyposażenie za „niezbyt skuteczne” (116 osób) lub „nieskuteczne” (24 osoby).

W kontekście niezawodności sprzętu (rys. 5b) 42% respondentów nigdy nie doświadczyło sytuacji, w której ŚOI zawiodły. Jednak 25% strażaków przyznało, że doświadczyło kilku takich przypadków, a 9% – pojedynczej awarii. Dodatkowo 24% respondentów nie doświadczyło osobiście zawodności, ale znają takie przypadki u swoich kolegów. Najczęściej zgłaszane przez respondentów problemy związane z niezawodnością ŚOI obejmowały zbyt małe kominarki, które zwiększały ryzyko poparzenia szyi i karku, oraz trudności z prawidłowym założeniem maski, wynikające z niewystarczająco dużych otworów w kominarce. Wskazywano również na przenikanie dymów przez odzież ochronną, niewystarczającą ochronę przed deszczem lub promieniowaniem cieplnym, a także przepalanie się rękawic i ich podatność na przemakanie. Dodatkowymi problemami były zbyt ciężkie hełmy lub ich spadanie podczas działań ratowniczo-gaśniczych oraz usterki techniczne, takie jak problemy z zaworem aparatu powietrznego butlowego czy nieszczelność w układzie butla–noszak.

Jeśli chodzi o stosowanie niestandardowego wyposażenia (rys. 5c), 779 strażaków zadeklarowało, że nigdy nie korzysta z niestandardowych ŚOI, 330 – że korzysta z nich czasami, a 179 – że często. Najczęściej były to rękawice (385 wskazań),

oczyszczające SOUO (161), kominarki (147), bielizna termoaktywna (71) i obuwie ochronne (53). Wśród niestandardowych elementów znalazły się też narzędzia niezaliczane formalnie do ŚOI, takie jak multitool czy latarka.

Komfort użytkowania i dopasowanie

Komfort użytkowania ŚOI jest jednym z kluczowych czynników wpływających na bezpieczeństwo i efektywność działań ratowniczych. Jak przedstawiono na rys. 6a, 563 strażaków oceniło komfort noszenia sprzętu na poziomie 7 lub wyżej (w skali 1–10), natomiast 453 respondentów przyznało oceny od 1 do 4, co wskazuje na znaczące problemy w tym zakresie. Wygoda użytkowania została również wskazana jako najczęstszy problem związany z używaniem ŚOI w trakcie akcji ratowniczych (rys. 6b).

Największa grupa respondentów (535 strażaków) nie jest pewna, czy jakiekolwiek ŚOI są niewygodne czy trudne w obsłudze, co może wskazywać na brak pełnej świadomości w zakresie poprawności ich stosowania (rys. 7a). Jednakże 397 strażaków uznało, że wszystkie używane przez nich ŚOI są wygodne i łatwe w obsłudze, co jest pozytywnym sygnałem. Najczęściej wskazywanymi niewygodnymi elementami wyposażenia były: rękawice ochronne (273 odpowiedzi), hełmy (213 – z powodu masy), spodnie odzieży specjalnej (183 – z powodu ciężaru), obuwie ochronne (121), sprzęt ochrony układu oddechowego (71) oraz kominarki (64). Większość strażaków (583) stwierdziła, że ŚOI są dopasowane do ich rozmiaru

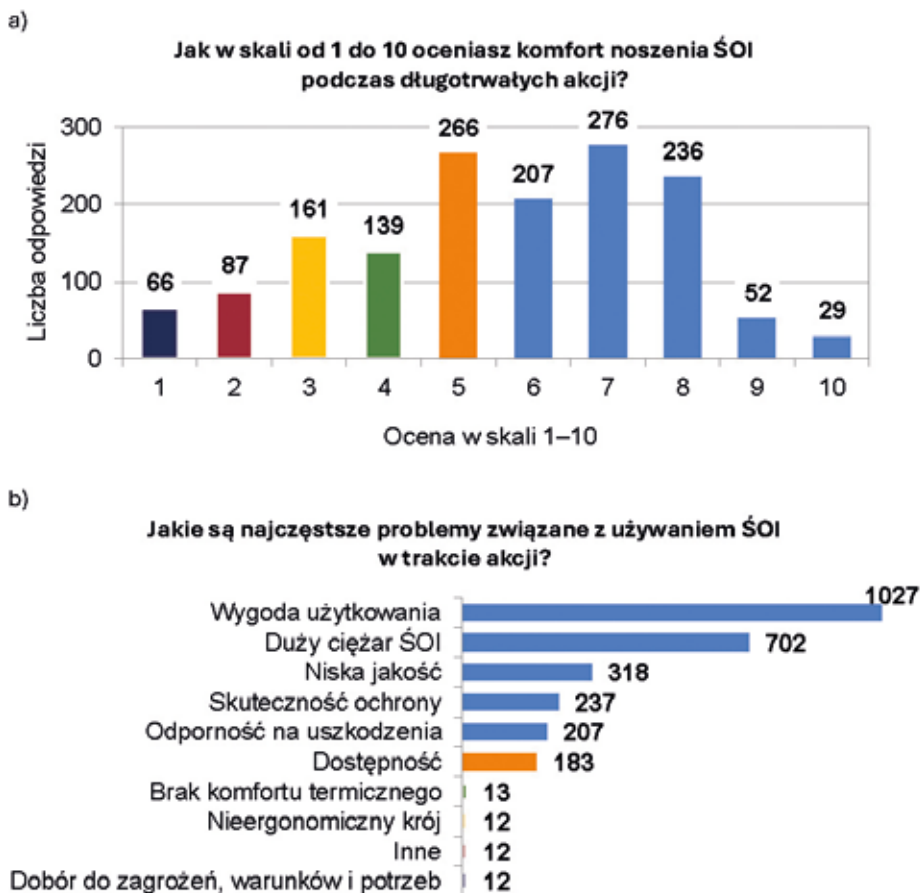


Rys. 5. Odpowiedzi respondentów w zakresie: a) postrzegania skuteczności stosowanych ŚOI; b) niezawodności ŚOI; c) stosowania niestandardowych ŚOI
Fig. 5. Respondents' opinions on: a) perceived effectiveness of the PPE used, b) reliability of PPE, and c) use of non-standard PPE

zawsze (rys. 7b), a 695 – że często. Jednak 220 respondentów uznało, że sprzęt rzadko jest dopasowany, a 21 – że nigdy. W kontekście dopasowania do specyfiki pożarów zewnętrznych (rys. 7c) 856 strażaków oceniło, że ŚOI są dostosowane „w większości”, 360 – „w pewnym stopniu”, 251 – „w pełni”, a 52 – że nie są dopasowane. Wyniki ankiety wskazują, że większość respondentów (916 strażaków) nigdy nie doświadczyła problemów zdrowotnych związanych z używaniem ŚOI (rys. 7d). Niemniej 172 strażaków wskazało, że rzadko doświadcza takich problemów, a 24 stwierdziło, że doświadcza ich często. To jest niepokojące i wskazuje na potrzebę dalszej analizy i konieczność podjęcia ewentualnych działań naprawczych. Dodatkowo 407 strażaków, chociaż osobiście nie doświadczyło problemów zdrowotnych związanych z używaniem ŚOI, zna takie przypadki wśród swoich kolegów. To potwierdza, że zagadnienie to dotyczy szerszej społeczności strażackiej i wymaga uwagi.

ratowniczych w podstawowe elementy wyposażenia ochronnego. Jednocześnie znacząca część badanych wskazała na braki w określonych kategoriach sprzętu, zwłaszcza w zakresie oczyszczającego SOUO, lekkiej odzieży ochronnej

i rękawic. Wyniki te potwierdzają konieczność dalszej modernizacji wyposażenia oraz lepszego dostosowania go do zmieniających się warunków operacyjnych – zwłaszcza w kontekście działań długotrwałych i prowadzonych w warunkach

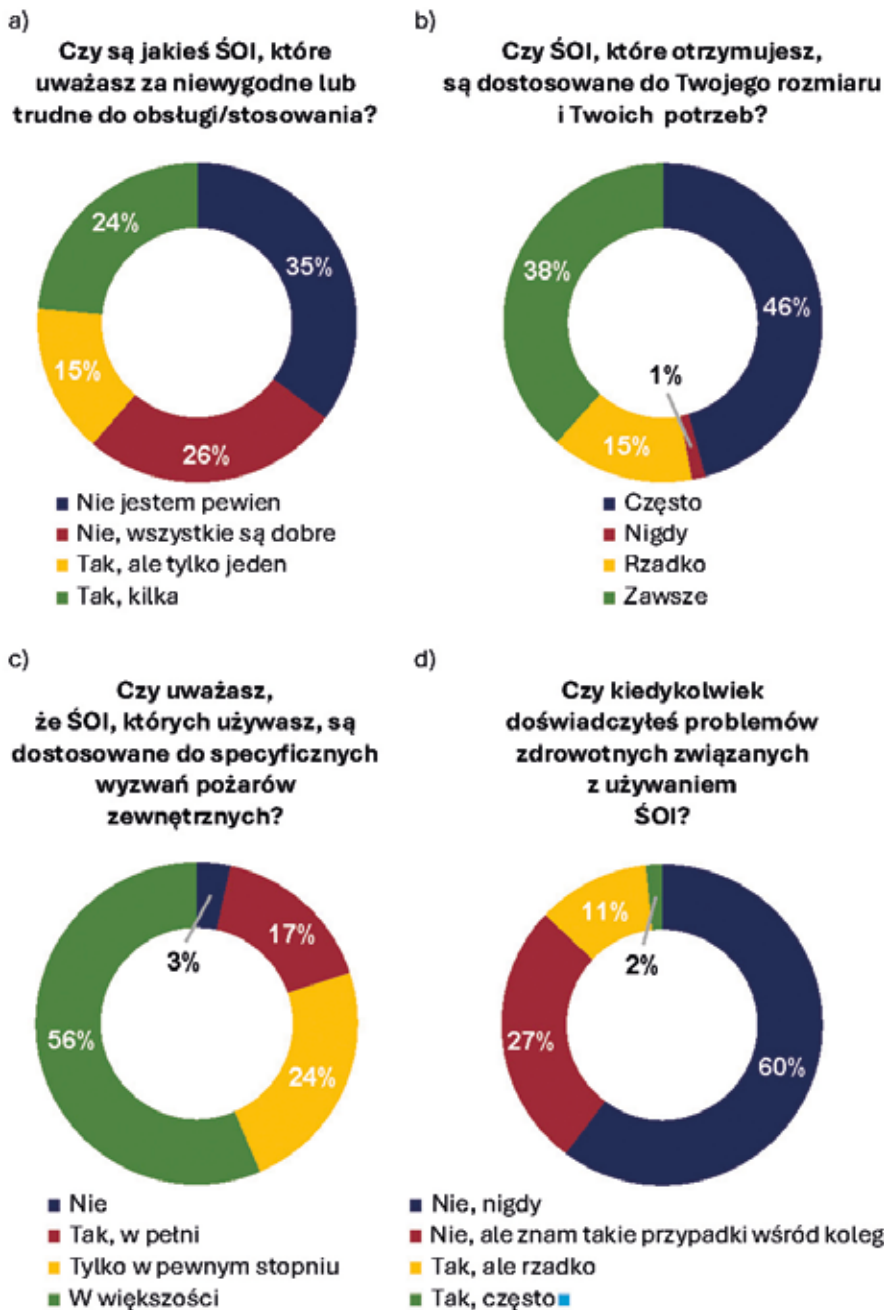


Rys. 6. Odpowiedzi respondentów w zakresie: a) oceny komfortu stosowania ŚOI, b) identyfikacji najczęstszych problemów w obszarze ŚOI
Fig. 6. Respondents' opinions on: a) comfort of PPE use and b) identification of the most common problems related to PPE

Dyskusja

Wyniki przeprowadzonych badań ankietowych dają szeroki obraz aktualnego stanu stosowania ŚOI przez strażaków w Polsce podczas gaszenia pożarów na terenach otwartych i pozwalają zidentyfikować zarówno mocne strony obecnego systemu ochrony osobistej, jak i obszary wymagające istotnych usprawnień.

Większość respondentów pozytywnie oceniła dostępność i jakość ŚOI, co potwierdza skuteczność funkcjonującego systemu zaopatrzenia jednostek



Rys. 7. Odpowiedzi respondentów w zakresie: a) niewygodności/trudności w stosowaniu ŚOI; b) postrzegania dopasowania ŚOI do indywidualnych potrzeb i wymiarów; c) specyficznych wyzwań pożarów zewnętrznych; d) problemów zdrowotnych związanych ze stosowaniem ŚOI

Fig. 7. Respondents' opinions on: a) discomfort or difficulties in using PPE, b) perceived fit of PPE to individual needs and body dimensions, c) specific challenges of wildland fires, and d) health problems associated with PPE use

wysokiej temperatury. Podobne wnioski płyną z badań międzynarodowych, które wskazują na zróżnicowany poziom dostępności ŚOI wśród służb ratowniczych. Choć niektóre opracowania potwierdzają pozytywną ocenę ich jakości i dostępności [5], to wciąż istotnym wyzwaniem pozostaje zarządzanie łańcuchem dostaw i zapewnienie odpowiedniego poziomu ochrony. Ograniczona wydolność logistyczna w sytuacjach kryzysowych oraz uzależnienie produkcji ŚOI od podmiotów zagranicznych zwiększają ryzyko zakłóceń, o czym mogli się przekonać

w okresie pandemii COVID-19 pracownicy służby zdrowia [12].

Komfort użytkowania okazał się jednym z najczęściej zgłaszanych wyzwań, mających istotny wpływ na efektywność działań strażaków i ich bezpieczeństwo. Obserwacja ta jest zgodna z wynikami opisanymi w literaturze, które wskazują, że niewłaściwe dopasowanie i nadmierna masa ŚOI znacząco obniżają zdolności operacyjne ratowników i zwiększają ryzyko błędów taktycznych [13, 14]. Szersze badania potwierdzają, że ograniczona mobilność jest jednym z najbardziej palących problemów, a strażacy

uznają ją za najbardziej niezadowalającą cechę obecnie stosowanych ŚOI [15]. Pracownicy konsekwentnie nisko oceniają komfort używania ŚOI – jedynie 8–52% ogólnej populacji pracowniczej ocenia poszczególne elementy wyposażenia jako wygodne [16]. W literaturze wskazuje się na konkretne problemy dotyczące strażaków, takie jak: ograniczona ruchomość głowy i ramion – spowodowana przez hełmy i aparaty powietrzne butlowe, zmniejszona zręczność – wynikająca z niewłaściwie dopasowanych rękawic, bóle pleców – związane z ciężarem sprzętu [13]. Dyskomfort, zwłaszcza w trakcie długotrwałych działań, może prowadzić do zwiększonego zmęczenia, ograniczenia mobilności i spadku efektywności operacyjnej. Co więcej, niewłaściwa ergonomia i nadmierne obciążenie fizyczne wiążą się z wyższym ryzykiem występowania zaburzeń układu mięśniowo-szkieletowego oraz pogorszeniem funkcji poznawczych, w tym obniżeniem pamięci krótkotrwałej i zdolności rozumowania. Wyniki te podkreślają konieczność uwzględniania aspektów ergonomicznych – takich jak lepsze dopasowanie, optymalny rozkład masy oraz większa elastyczność materiałów – już na etapie projektowania ŚOI, co jest kluczowe dla zwiększenia bezpieczeństwa, komfortu i efektywności działań strażaków [17].

W opisanych w artykule badaniach większość strażaków uznała swoje wyposażenie za skuteczne, jednak ponad 8% respondentów wskazało na przypadki jego zawodności. Nawet pojedyncze awarie sprzętu ochronnego mogą prowadzić do poważnych konsekwencji zdrowotnych lub operacyjnych. Każdy sygnał dotyczący nieszczelności, przenikania dymów czy problemów z funkcjonowaniem sprzętu powinien być więc szczegółowo analizowany. Występowanie takich incydentów często wiąże się z nieprawidłowym dopasowaniem sprzętu lub jego niewłaściwą konserwacją, co potwierdza potrzebę utrzymania wysokich standardów w zakresie serwisowania, konserwacji i wymiany wyposażenia, a także zwiększenia nadzoru technicznego nad jego eksploatacją.

Poziom przeszkolenia w zakresie prawidłowego użytkowania ŚOI okazał się zróżnicowany, co potwierdzają zarówno wyniki niniejszych badań, jak i doniesienia literaturowe. Choć większość respondentów uczestniczyła w szkoleniach wielokrotnie, aż 15% nigdy nie brało w nich udziału, a niemal 40% uznało, że oferowane programy były zbyt ogólne lub niewystarczające. Zależność między poziomem wyszkolenia a postrzeganiem przez strażaków skuteczności ŚOI jest dobrze udokumentowana w literaturze – osoby dysponujące aktualną wiedzą na temat eksploatacji, konserwacji i zasad stosowania sprzętu oceniają jego

skuteczność wyżej i rzadziej doświadczają związanych z nim problemów technicznych [18]. Może to wynikać ze znajomości zasad prawidłowego stosowania sprzętu.

Chociaż większość respondentów nie zgłaszała problemów zdrowotnych spowodowanych użytkowaniem ŚOI, znaczna część badanych wskazywała na występowanie otarć, przegrzania organizmu, infekcji dróg oddechowych czy reakcji alergicznych. Wyniki te są zgodne z doniesieniami innych autorów, którzy podkreślają, że nieprawidłowo dopasowany sprzęt ochronny może generować wtórne zagrożenia zdrowotne. Szczególnej uwagi wymagają problemy związane z przegrzewaniem organizmu, ponieważ mogą prowadzić do odwodnienia, spadku koncentracji i zwiększonego ryzyka błędów decyzyjnych. Badania wykazują, że stosowanie ŚOI znacząco zwiększa obciążenie fizjologiczne – pełny zestaw ochronny strażaka powoduje wzrost temperatury wewnętrznej organizmu o 1,8°C (w porównaniu z 1,2°C przy użyciu samej odzieży ochronnej) oraz obniża wydolność nawet o ok. 50% [4]. Użytkowanie ŚOI może podnosić poziom stresu fizycznego i psychicznego o 10–25% [19]. Występują również istotne luki w wiedzy dotyczącej zagrożeń zdrowotnych, głównie wśród strażaków ochotników, a systemowe problemy obejmują m.in. niewystarczającą ochronę układu oddechowego i brak odpowiednich warunków do dekontaminacji [20]. Dlatego niezbędne są kompleksowe działania obejmujące udoskonalenie konstrukcji ŚOI, programy szkoleniowe i strategię organizacyjną [21].

Wnioski

Przeprowadzone badania dostarczyły danych na temat stosowania ŚOI przez strażaków podczas gaszenia pożarów na terenach otwartych, wskazując zarówno na mocne strony systemu ochrony, jak i na obszary wymagające usprawnień. Większość respondentów pozytywnie oceniła dostępność i skuteczność ŚOI, jednak zauważalne są niedobory w kluczowych elementach wyposażenia. Komfort użytkowania pozostaje jednym z głównych problemów, a nadmierna masa, ograniczona mobilność i niewłaściwe dopasowanie sprzętu znacząco obniżają efektywność działań. Awarie ŚOI występują rzadko, lecz ich potencjalne skutki są poważne, co podkreśla potrzebę spójnych procedur konserwacji, kontroli i serwisowania.

Poziom wyszkolenia ma istotny wpływ na skuteczność stosowania ŚOI i tym samym na efektywność ochrony – braki w wiedzy oraz niewystarczające szkolenia

implikują konieczność opracowania bardziej praktycznych programów edukacyjnych. Choć większość strażaków nie doświadcza poważnych skutków zdrowotnych, przypadki przegrzania, otarć czy infekcji dróg oddechowych potwierdzają potrzebę dalszych badań nad wpływem ŚOI na organizm oraz rozwijania nowych materiałów ograniczających obciążenie fizjologiczne. Konieczne jest kompleksowe podejście, łączące udoskonalenia konstrukcyjne z działaniami organizacyjnymi i szkoleniowymi. Wdrożenie takich rozwiązań, w tym inteligentnych funkcji ochronnych i usprawnionych procesów eksploatacyjnych, może znacząco zwiększyć bezpieczeństwo i skuteczność działań ratowniczych w zmieniających się warunkach środowiskowych.

Zrealizowano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej. Zadanie nr 1.ZS.04 pt. „Stanowiska, kryteria oceny i metody badań sprzętu ochrony układu oddechowego zaprojektowanego do prowadzenia akcji gaśniczych na przestrzeniach otwartych (lasy, łąki)”. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

BIBLIOGRAFIA

- [1] O'Connor C., Thompson M., Rodríguez y Silva F., *Getting Ahead of the Wildfire Problem: Quantifying and Mapping Management Challenges and Opportunities*, „Geosciences”, 2016, 6: 35; doi:10.3390/geosciences6030035.
- [2] Rodríguez y Silva F., Molina Martínez J.R., González-Cabán A., *A methodology for determining operational priorities for prevention and suppression of wildland fires*, „International Journal of Wildland Fire”, 2014, 23: 544–554; doi: 10.1071/WF13063.
- [3] Ramezanifar S. i in., *The effects of personal protective equipment on heart rate, oxygen consumption and body temperature of firefighters: A systematic review*, „Work”, 2023, 76: 95–107; doi: 10.3233/WOR-220121.
- [4] Carballo-Leyenda B. i in., *Fractional Contribution of Wildland Firefighters' Personal Protective Equipment on Physiological Strain*, „Frontiers in Physiology”, 2018, 9; doi: 10.3389/fphys.2018.01139.
- [5] Al Basha E.E.A. i in., *Personal Protective Equipment (PPE) Utilization among Emergency Responders during Disasters: A Systematic Review of Compliance and Barriers*, „Arabian Gulf Journal of Humanities and Social Studies”, 2025, 2: 201–213; doi: 10.64355/agjhss257.
- [6] Wu Y., *Function Design of Firefighting Personal Protective Equipment: A Systematic Review*, „Journal of Textile Science & Fashion Technology”, 2020, 6; doi: 10.33552/JTSFT.2020.06.000650.
- [7] Makowski K., *The Importance of Respirators Fit – Rules and Good Practices*, [w:] *Nanoaerosols, Air Filtering and Respiratory Protection*, 1st edition, Boca Raton: CRC Press, 2020, s. 123–140, doi: 10.1201/9781003050070-5.
- [8] Garg P. i in., *The effectiveness of filter material for respiratory protection worn by wildland firefighters*, „Fire Safety Journal”, 2023, 139: 103811; doi: 10.1016/j.firesaf.2023.103811.

- [9] Okrasa M. i in., *Air-purifying respiratory protection for wildland firefighters: current capabilities, limitations and research needs*, „Zeszyty Naukowe SGSP”, 2025, 1: 191–209; doi: 10.5604/01.3001.0055.2874.
- [10] Graveling R. i in., *Protecting Respiratory Health: What Should be the Constituents of an Effective RPE Programme?*, „The Annals of Occupational Hygiene”, 2011; doi: 10.1093/annhyg/meq098.
- [11] Krzemińska S., Szewczyńska M., *Analysis and Assessment of Hazards Caused by Chemicals Contaminating Selected Items of Firefighter Personal Protective Equipment – a Literature Review*, „Safety & Fire Technology”, 2020, 56: 92–109; doi: 10.12845/sft.56.2.2020.6.
- [12] *Lessons Learned: How Different European Countries Addressed Occupational Health and Safety Challenges During the COVID-19 Pandemic*, Perosh, 2025; <https://perosh.eu/repository/report-lessons-learned-how-different-european-countries-addressed-occupational-health-and-safety-challenges-during-the-covid-19-pandemic>.
- [13] Park H. i in., *Assessment of Firefighters' needs for personal protective equipment*, „Fashion and Textiles”, 2014, 1: 8; doi: 10.1186/s40691-014-0008-3.
- [14] Brisbane B.R. i in., *Does the fit of personal protective equipment affect functional performance? A systematic review across occupational domains*, „PLoS One”, 2022, 17: e0278174; doi: 10.1371/journal.pone.0278174.
- [15] Wang S., Park J., Wang Y., *Cross-cultural comparison of firefighters' perception of mobility and occupational injury risks associated with personal protective equipment*, „International Journal of Occupational Safety and Ergonomics”, 2021, 27: 664–672; doi: 10.1080/10803548.2019.1607027.
- [16] Akbar-Khanzadeh F., Bisesi M.S., Rivas R.D., *Comfort of personal protective equipment*, „Applied Ergonomics”, 1995, 26: 195–198; doi: 10.1016/0003-6870(95)00017-7.
- [17] Mandal S. i in., *Firefighters' Protective Clothing and Equipment*, [w:] Guowen Song, Faming Wang [red.], *Firefighters' Clothing and Equipment*, CRC Press, Boca Raton, London, New York 2019; doi: 10.1201/9780429444876-2.
- [18] Smith T.D. i in., *Relationships between effective safety training, safety knowledge and personal protective equipment related behaviors among firefighters*, „Journal of Safety Research”, 2024, 90: 137–143; doi: 10.1016/j.jsr.2024.06.010.
- [19] Darabont D.C. i in., *Impact of Personal Protective Equipment Use on Stress and Psychological Well-Being Among Firefighters: Systematic Review and Meta-Analysis*, „Sustainability”, 2024, 16: 9666; doi: 10.3390/sul16229666.
- [20] Padamsey K., *Fighting fire and fumes: risk awareness and protective practices among Western Australian firefighters*, „International Journal of Wildland Fire”, 2024, 33; doi: 10.1071/WF23147.
- [21] García-Heras F. i in., *Determinants of Health and Performance in Wildland Firefighters: A Narrative Review*, „Journal of Functional Morphology and Kinesiology”, 2025, 10: 80; doi: 10.3390/jfmk10010080.