

Magdalena Młynarczyk  
Anna Marszałek

# UBRANIE SPECJALNE STRAŻAKA - OBCIĄŻENIE CIEPLNE

ZALECENIA

Materiały informacyjne CIOP-PIB

Ubranie specjalne strażaka – obciążenie cieplne. Zalecenia

*Opracowano na podstawie wyników IV etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” sfinansowanego w latach 2017-2019 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej.*

*Koordinator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.*

*Zadanie 1.G.08: Analiza obciążeń termicznych strażaków stosujących specjalistyczną odzież oraz jej wpływ na psychofizjologiczne możliwości strażaków*

Autor:

dr inż. Magdalena Młynarczyk, dr Anna Marszałek – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Ergonomii, Pracownia Obciążeń Termicznych

Zdjęcie na okładce: bigstock-Firefighters-Spraying-High-Pre-302466958.jpg

Grafika: Unitone Vector/Bigstockphoto

© 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](http://www.ciop.pl)

## 1. Wstęp



Strażacy często pracują w trudnych warunkach środowiskowych. Biorą udział m.in. w akcjach ratowniczych oraz gaśniczych czy w usuwaniu skutków wypadków i klęsk żywiołowych. By w trakcie wykonywania swoich zadań móc chronić zarówno siebie, jak i innych muszą być wówczas maksymalnie skoncentrowani (4). Z tego powodu w takiej pracy powinien być zapewniony tzw. komfort cieplny, charakteryzujący się stanem termoneutralnym organizmu.

Na poczucie komfortu wpływa m.in. odzież ochronna, która broni organizm np. przed wysoką temperaturą. Jednak może się stać również przeszkodą w wymianie ciepła – barierą nieprzepuszczającą np. potu wyprodukowanego przez ciało strażaka podczas wysiłku fizycznego. Brak możliwości odpowiedniej wymiany ciepła może powodować m.in. wzrost temperatury wewnętrznej ciała, co może doprowadzić do intensywniejszego skórno przepływu krwi czy zwiększenia częstości skurczów serca. Dlatego tak ważny jest dobór odpowiedniej odzieży ochronnej dla strażaków.

Odzież powinna spełniać szereg wymagań dotyczących paroprzepuszczalności, odporności na zniszczenia mechaniczne oraz widzialności, szczególnie w trudnych warunkach atmosferycznych. Ponadto nie powinna krępować ruchów strażaka i uniemożliwiać mu wypełniania obowiązków (4).

## 2. Ubranie specjalne strażaka

Wszystkie używane przez strażaków środki ochrony indywidualnej, w tym ubranie specjalne, są zakwalifikowane do III kategorii – podlegają ocenie w akredytowanych laboratoriach. Efektem tego procesu jest certyfikat oceny typu WE, który potwierdza zgodność z wymaganiami Dyrektywy 89/686/EWG, a w szczególności normy PN-EN 469:2008 (3).

## 2.1. Wymagania dotyczące ubrania specjalnego

Najważniejszymi dokumentami zawierającymi podstawowe wymagania dotyczące ubrań specjalnych dla strażaków są (3):

- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 18 maja 2018 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie umundurowania strażaków Państwowej Straży Pożarnej. DzU 2018, poz. 982. (9);
- Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 18 maja 2018 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania. DzU 2018, poz. 984. (Załącznik pkt 1.6), (10);
- Zarządzenie nr 9 Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej z dnia 17 lipca 2018 r. zmieniające zarządzenie w sprawie wzorców oraz szczegółowych wymagań, cech technicznych i jakościowych przedmiotów umundurowania, odzieży specjalnej i środków ochrony indywidualnej użytkowanych w Państwowej Straży Pożarnej, karta KT-43 „WYMAGANIA TECHNICZNE dla ubrania specjalnego” (11);
- norma PN-EN 469:2008 Odzież ochronna dla strażaków – Wymagania użytkowe dotyczące odzieży ochronnej przeznaczonej do akcji przeciwpożarowej (14);
- norma PN-EN 15614:2009 Odzież ochronna dla strażaków – Metody badań laboratoryjnych oraz wymagania dla odzieży ochronnej używanej przy pożarach w przestrzeni otwartej (13).

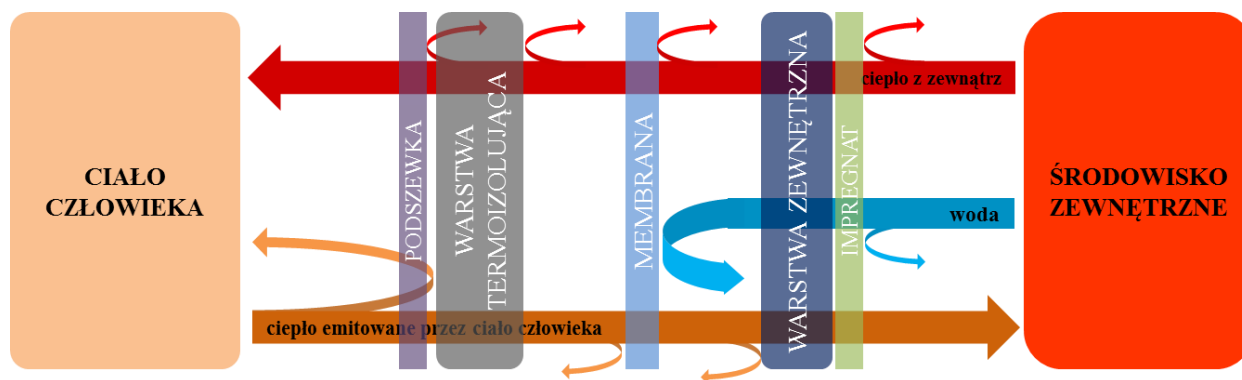
Zgodnie z tym, co zapisano w powyżej wymienionych dokumentach, ubranie specjalne składa się z kurtki i spodni spełniających wymagania normy PN-EN 469:2008 (14) oraz z kurtki lekkiej uszytej zgodnie z normą PN-EN 15614:2009 (13). Dopuszczalnymi kolorami tkaniny zewnętrznej są żółty, czarny lub ciemnogrnatowy.



## 2.2. Konstrukcja ubrania specjalnego

Kurtka lekka powinna mieć konstrukcję jednowarstwową, natomiast kurtka i spodnie ubrania specjalnego wielowarstwową.

Od strony środowiska zewnętrznego ubranie specjalne składa się z: warstwy zewnętrznej, membrany, warstwy termoizolującej oraz podszewki.



Rys. 1. Schematyczny sposób wymiany ciepła między ciałem człowieka a środowiskiem zewnętrznym przez ubranie specjalne (4)

Każda z wymienionych warstw ma do wykonania pewne zadanie ochronne. Izolacja termiczna redukuje przenikanie gorąca z zewnątrz, jednak również ogranicza przenikanie z wewnątrz na zewnątrz ubrania pary wodnej i ciepła wytwarzanego przez ciało strażaka, dodatkowo obciążając organizm (rys. 1), (2). Dzięki membranie nie powinno dojść do przemoczenia warstwy termoizolującej, gdyż w przeciwnym razie straci ona swoje parametry termoizolacyjności. Membrana także dzięki możliwości odparowania potu chroni organizm użytkownika przed dodatkowym obciążeniem cieplnym. Przenikanie wody do warstwy termoizolacyjnej powoduje spadek właściwości termoizolujących w przemoczonych miejscach. Gdy warstwa termoizolacyjna jest wilgotna, grozi to poparzeniem w wyniku promieniowania cieplnego, ujemne wartości temperatury mogą powodować nadmierne wyziębienie organizmu. Wysoki opór przenikania pary wodnej prowadzi także do zwiększonego ryzyka poparzenia parą wodną (2), (6) i (1).

### 3. Obciążenie cieplne strażaków a ubranie specjalne

Stres termiczny, rozumiany jako obciążenie cieplne organizmu powodowane wysoką temperaturą, jest jedną z głównych przyczyn zgonów wśród strażaków (7). W czasie pracy w wysokiej temperaturze w organizmie człowieka uruchamiają się procesy fizjologiczne obniżające temperaturę wewnętrzną. Jej nadmierny wzrost może spowodować obniżenie zdolności do oceny sytuacji czy może skutkować popełnianiem błędów w trakcie pracy.



Fot. 1. Ubranie specjalne (S<sub>1</sub>) na manekinie termicznym (zdjęcia własne)

Podwyższona temperatura powietrza i ograniczona przez ubranie specjalne (fot. 1) wymiana cieplna wywołują wzmożoną aktywność gruczołów potowych, czego efektem jest odparowanie potu z powierzchni skóry, co powoduje obniżenie jej temperatury (8). Ważny jest zatem aspekt prawidłowego odprowadzania potu z powierzchni skóry przez np. dobór odpowiedniej membrany.

Bardzo istotnym czynnikiem dla strażaka jest również ergonomia ubrania specjalnego zarówno podczas jego użytkowania w trakcie akcji ratowniczo-gaśniczych, jak i zakładania i zdejmowania. Ubranie krępujące ruchy w czasie zakładania i użytkowania przyczynia się do wzrostu poziomu stresu i ogranicza ruch w momencie wykonywania takich czynności jak np. pomoc poszkodowanemu czy penetrowanie ciasnych przestrzeni w poszukiwaniu poszkodowanych.

### 3.1. Izolacyjność cieplna ubrania specjalnego

Jednym z czynników wpływających na wymianę ciepła pomiędzy organizmem człowieka a otoczeniem jest izolacyjność cieplna (ciepłochronność) zastosowanej odzieży.

W trakcie badań<sup>1</sup> prowadzonych w CIOP-PIB z wykorzystaniem manekina termicznego zmierzono izolacyjność cieplną obecnie stosowanych ubrań specjalnych ( $S_1$ ) o konstrukcji wielowarstwowej (fot. 1).

Badane zestawy odzieży charakteryzowały się średnią izolacyjnością cieplną obliczaną metodą seryjną i równoległą odpowiednio  $0,419 \pm 0,012 \text{ m}^2\text{C/W}$  i  $0,266 \pm 0,007 \text{ m}^2\text{C/W}$  (4) i (5).

Przeprowadzono także badania oporu pary wodnej ( $R_{et}$ ) przy intensywności pocenia  $400 \text{ ml}/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ . Średnia wartość  $R_{et}$  wynosiła  $36,8 \pm 1,8 \text{ m}^2\text{Pa/W}$ . Należy zaznaczyć, iż jest to wartość uzyskana dla gotowego wyrobu badanego na pełnowymiarowym manekinie termicznym, podczas gdy wartości  $R_{et}$  wg normy PN-EN 469:2008 odnoszą się do badania układu materiałów przy wykorzystaniu modelu skóry.

### 3.2. Wskaźniki obciążenia cieplnego PMV i WBGT

Na podstawie uzyskanych wartości izolacyjności cieplnej oszacowano wskaźniki obciążenia cieplnego strażaka ubranego w ubranie specjalne:

- PMV (*Predicted Mean Vote*) służący do oceny komfortu cieplnego,
- WBGT (*Wet Bulb Globe Temperature*) służący do oceny obciążenia cieplnego w środowisku gorącym.

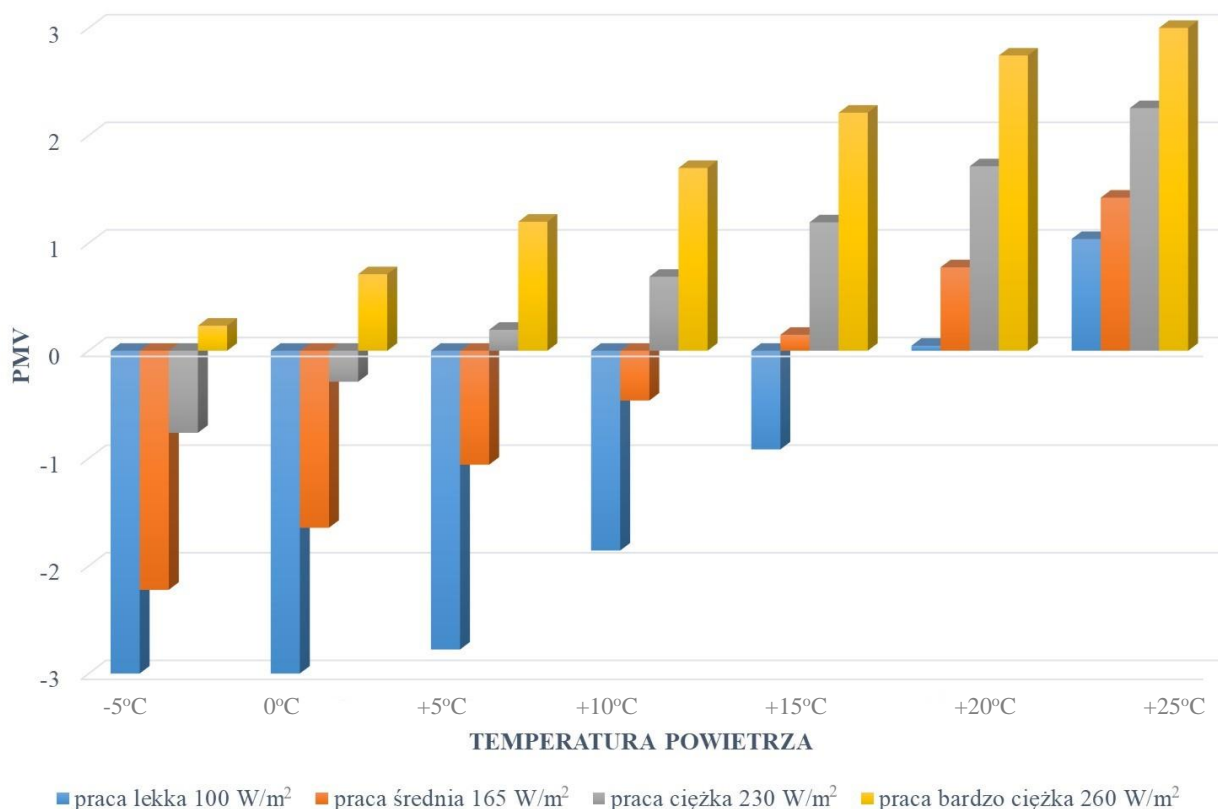
#### **PMV** – *Predicted Mean Vote*

Idealny zakres odczuwania komfortu cieplnego mieści się w granicach:  $-0,5 < \text{PMV} < +0,5$ , a rozszerzony to  $-1 < \text{PMV} < +1$ . Dla wartości  $\text{PMV} < -2$  i  $\text{PMV} > +2$  jest odczuwalny dyskomfort cieplny, odpowiednio jako zimno i gorąco (15).

Oszacowano ww. wskaźnik<sup>2</sup> (zakładając, iż człowiek jest ubrany w ubranie specjalne) dla czterech klas tempa metabolizmu (spoczynek  $65 \text{ W/m}^2$ , praca lekka  $100 \text{ W/m}^2$ , praca średnia  $165 \text{ W/m}^2$ , praca ciężka  $230 \text{ W/m}^2$ ) w zależności od temperatury powietrza (15), (rys. 2).

<sup>1</sup> 1.G.08 Analiza obciążeń termicznych strażaków stosujących specjalistyczną odzież oraz jej wpływ na psychofizjologiczne możliwości strażaków.

<sup>2</sup> Obliczenia wykonano dla następujących założeń:  $t_a = t_r$ , prędkość przepływu powietrza  $V_a = 0,5 \text{ m/s}$  oraz wartość wilgotności względnej powietrza  $\text{RH} = 50\%$ .



Rys. 2. Wartość wskaźnika PMV w zależności od temperatury powietrza dla badanego ubrania specjalnego (S<sub>1</sub>) (5)

Wykonywanie przez strażaków (ubranych w ubranie specjalne) pracy ciężkiej (akcje ratownicze) w warunkach zbliżonych do komfortu cieplnego może odbywać się tylko wtedy, gdy temperatura otoczenia nie przekracza ok. 5°C. Podczas prowadzenia akcji ratunkowych strażacy odczuwają dyskomfort cieplny, a zakresy temperatury powietrza uznawane za komfortowe są często przekraczane.

#### **WBGT – Wet Bulb Globe Temperature**

W trakcie badań<sup>3</sup> prowadzonych w CIOP-PIB obliczono wartość obciążenia cieplnego strażaka<sup>4</sup> (wskaźnik WBGT), bazując na zapisach normy PN-EN ISO 7243:2018-01 (12).

W obliczeniach uwzględniono również efekt stosowanej odzieży WBGT<sub>eff</sub> dzięki współczynnikowi korekcji odzieżowej CAV (ang. *clothing adjustment value*):

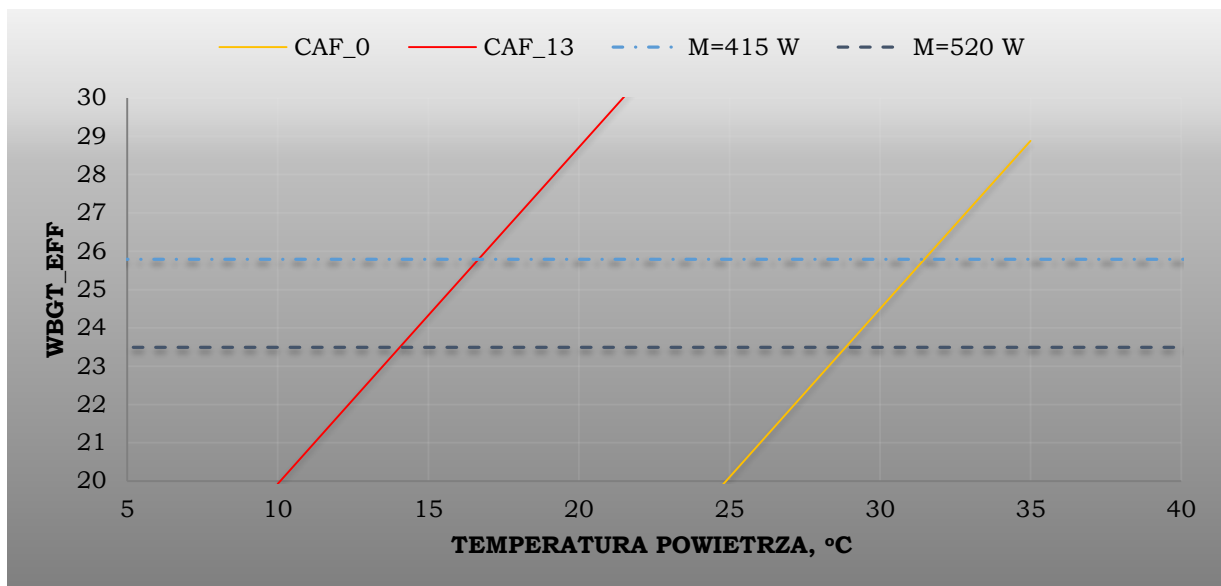
- CAV = 0      – standardowa odzież robocza,
- CAV = 13     – symulacja ubrania specjalnego, barierowego, z zastosowaniem dodatkowego nakrycia głowy.

<sup>3</sup> 1.G.08 Analiza obciążeń termicznych strażaków stosujących specjalistyczną odzież oraz jej wpływ na psychofizjologiczne możliwości strażaków.

<sup>4</sup> Wskaźnik WBGT obliczono przy założeniach:  $t_g = t_a$ ,  $V_a = 0,45$  m/s, RH = 50%.



Uzyskane wartości  $WBGT_{eff}$  w zależności od temperatury powietrza zamieszczono na rys. 3. Uwzględniono na nim również dopuszczalne (krytyczne) wartości WBGT podczas wykonywania pracy ciężkiej (415 W) i bardzo ciężkiej (520 W).



Rys. 3. Zależność  $WBGT_{eff}$  od temperatury powietrza (przy założeniu  $t_g = t_a$ ,  $V_a = 0,45$  m/s,  $RH = 50\%$ ) dla różnych zestawów odzieży wraz z wartościami krytycznymi WBGT dla tempa metabolizmu 415 W i 520 W (5)

Na podstawie powyższego wykresu można stwierdzić, iż pracownik wykonujący pracę ciężką (415 W) ubrany w odzież roboczą może być ekspozycyjnie w ciągu zmiany roboczej na temperaturę powietrza  $< 31,5^\circ\text{C}$ . Natomiast podczas noszenia ubrania specjalnego (barierowego z nakryciem głowy) temperatura powinna być  $< 16,5^\circ\text{C}$ . W przypadku wykonywania pracy bardzo ciężkiej pracownik ubrany w odzież roboczą czy ubranie specjalne (z nakryciem głowy) może być ekspozycyjnie odpowiednio na temperaturę powietrza:  $< 29^\circ\text{C}$  oraz  $< 14^\circ\text{C}$ . W przypadku strażaków ubranych w ubranie specjalne wyznaczone wartości dopuszczalne WBGT są często przekraczane podczas prowadzenia akcji ratunkowych. Wówczas strażacy są narażeni nie tylko na czynniki zewnętrzne, ale także na obciążenie ciepłem wytwarzanym przez ich organizmy.

### 3.3. Obciążenie cieplne podczas badań z udziałem strażaków

By sprawdzić, jakie obciążenie cieplne występuje u strażaków ubranych w przeznaczoną dla nich odzież do noszenia podczas aktywności fizycznej, przeprowadzono badania w komorze klimatycznej w temperaturze  $30^\circ\text{C}$ . Do badań użyto dwóch rodzajów zestawów odzieżowych (fot. 2):

- a) **zestaw odzieży koszarowej (K)** składający się z: bielizny termoaktywnej z podkoszulkiem z długim rękawem i kalesonami, ubrania koszarowego (K<sub>1</sub>) oraz skarpet bawełnianych, butów z cholewką ponad kostkę, rękawic i hełmu (fot. 1), łączna masa 3,74 kg;
- b) **zestaw odzieży specjalnej (S)** składający się z: zestawu odzieży koszarowej (K) (bielizna termoaktywna z podkoszulkiem z długim rękawem i kalesonami, odzież koszarowa oraz skarpety bawełniane, buty z cholewką ponad kostkę, rękawice i hełm) i ubrania specjalnego (S<sub>1</sub>) (fot. 2), łączna masa 7,35 kg.

**Ubranie koszarowe (K<sub>1</sub>) – charakterystyka:** tkanina „Kermel/Wiskoza” 50% włókna aramidowe / 50% włókna wiskozy, bardzo wytrzymała mechanicznie na rozrywanie i rozdzieranie. Ma właściwości tkaniny niepalnej dzięki włóknom aramidowym, włókna wiskozy zaś zapewniają komfort użytkowania. Wykończona wodo- i olejoodpornie.

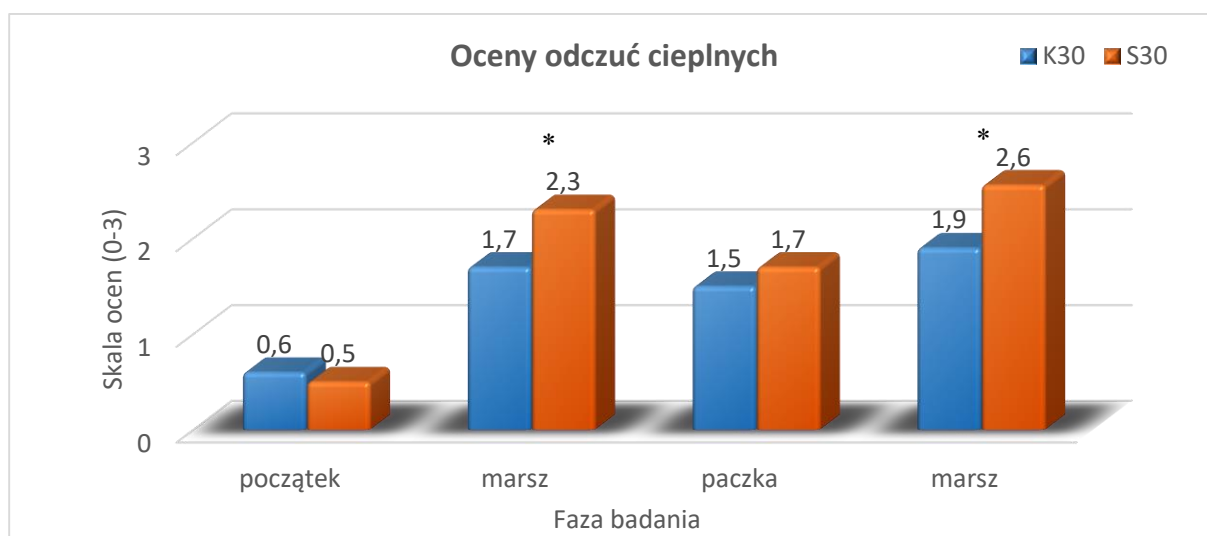
**Ubranie specjalne (S<sub>1</sub>) – charakterystyka:** tkanina zewnętrzna – 94% Nomex® III / 5% para-aramid / 1% antystatyk, membrana – 50% PE / 50% PUFR, bariera termiczna – 100% meta-aramid, podszewka – 50 % Nomex® / 50% viscoseFR.



Fot. 2. Odzież stosowana w badaniach (od lewej): zestaw odzieży koszarowej (K) oraz zestaw odzieży specjalnej (S) (zdjęcia własne)

W ramach badań wytypowani ochotnicy (czynni zawodowo strażacy) ubrani w zestaw odzieży koszarowej (K) oraz zestaw odzieży specjalnej (S), w komorze klimatycznej w temperaturze powietrza 30°C, wykonywali następujące czynności: marsz na bieżni, podnoszenie paczki o ciężarze 20 kg na wysokość 1,8 m oraz ponowny marsz na bieżni. Wykonanie wszystkich ćwiczeń zajmowało 30 min.

Po wykonaniu każdego ćwiczenia ochotnicy odpowiadali na pytania o swoje odczucia cieplne (wg skali PMV: 0 – neutralnie, 1 – lekko ciepło, 2 – ciepło, 3 – gorąco), (rys. 4).



Rys. 4. Oceny odczuć cieplnych w badaniach przy temperaturze powietrza 30°C podczas badań obciążeń termicznych strażaków. K – odzież koszarowa, S – odzież specjalna; \*  $p < 0,05$  między wariantami badań S i K

Przedstawione subiektywne oceny odczuć cieplnych wskazują na odczuwanie dyskomfortu cieplnego przy każdym z wykonywanych zadań, przy obydwu zestawach odzieży. Jednak dyskomfort był znacznie większy podczas aktywności w zestawie odzieży specjalnej (S). Pokrywa się to z wynikami oszacowania wskaźnika PMV dotyczącego odczuwania komfortu cieplnego dla ubrania specjalnego, w którego przypadku wykonywanie jakiegokolwiek pracy w temperaturze 30°C powoduje odczuwanie dyskomfortu cieplnego.



## 4. Zalecenia dotyczące stosowania specjalnej odzieży dla strażaków

Biorąc pod uwagę izolacyjność cieplną odzieży specjalnej, należy zwrócić szczególną uwagę na poziom obciążenia cieplnego strażaków. W celu jego obniżenia zaleca się:

- zapewnienie bielizny odbierającej pot z powierzchni skóry;
- częstą rotację strażaków podczas wykonywanych czynności w akcjach ratowniczych;
- uzupełnianie płynów, w tym także uzupełnianie strat soli mineralnych:  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{K}^+$ ;
- odpoczynek w chłodniejszym miejscu/pomieszczeniu.



Redukcja liczby warstw odzieży noszonej pod ubraniem specjalnym również poprawi komfort jego noszenia. Zaleca się stosowanie bielizny termoaktywnej jako odzieży spodniej pod ubranie specjalne.

## 5. Podsumowanie

Przeprowadzona analiza ocen odczuć cieplnych i analiza warunków komfortu cieplnego (wskaźnik PMV) użytkowników stosujących ubranie specjalne wykazała, iż przy temperaturze powietrza równej 20°C strażak, aby mógł odczuwać komfort cieplny, powinien wykonywać jedynie pracę lekką. W temperaturze 25°C wykonywanie nawet lekkiej pracy powoduje odczuwanie dyskomfortu cieplnego.

Na podstawie analizy uzyskanych wyników stwierdzono, że:

- 1) Ubranie specjalne cechuje się wysoką ciepłochronnością. Z jednej strony powinno ono chronić użytkownika przed wnikaniem ciepła z zewnątrz – pod tym kątem wysoka wartość izolacyjności cieplnej jest więc pożądana. Z drugiej strony ubranie to stanowi barierę w odprowadzaniu ciepła z organizmu strażaka do otoczenia, powodując tym samym dodatkowe obciążenie cieplne dla organizmu.

- 2) Ubranie specjalne stanowi barierę w wymianie ciepła pomiędzy użytkownikiem a otoczeniem, powodując, iż jedynie w niższych wartościach temperatury powietrza strażacy mogą pracować w warunkach komfortu cieplnego.
- 3) W przypadku zastosowania ubrania specjalnego wyznaczone jako komfortowe zakresy temperatury powietrza są często przekraczane podczas prowadzenia akcji ratunkowych.
- 4) Badania z udziałem czynnych zawodowo strażaków potwierdziły odczuwanie dyskomfortu cieplnego przy każdym z wykonywanych zadań zarówno w przypadku noszenia zestawów odzieży koszarowej, jak i specjalnej. Jednak większy dyskomfort był odczuwany podczas użytkowania odzieży specjalnej.

Aby zmniejszyć negatywne skutki wpływu temperatury na organizm strażaka, zaleca się m.in. zapewnienie bielizny odbierającej pot z powierzchni skóry, a także częste rotacje strażaków podczas prowadzenia akcji ratowniczych. Pozwoli to uniknąć nadmiernego obciążenia cieplnego organizmu.

Ciągle są poszukiwane nowe rozwiązania mające na celu poprawę wymiany ciepła między ciałem strażaka a otoczeniem.

## 6. Źródła wykorzystane w tekście

1. Barker R.L., Guerth-Schacher C., Grimes R.V., Hamouda H. *Effects of Moisture on the Thermal Protective Performance of Firefighter Protective Clothing in Low-level Radiant Heat Exposures*. Textile Research Journal. 76, 2006, tom 1, 27-31.
2. Jaworski M. *Nowe wymagania dla uniwersalnych ubrań specjalnych przeznaczonych dla straży pożarnych wynikające z nowej normy PN-EN 469:2006 odzież ochronna dla strażaków – wymagania dotyczące odzieży ochronnej przeznaczonej do akcji przeciwpożarowej*. Kwartalnik naukowy „Bezpieczeństwo i Technika Pożarnicza” (Safety & Fire Technique). 2, 2006, 171-189.
3. Jaworski M., Zboina J. *Standardy CNBOP-PIB. Ochrona przeciwpożarowa. Ocena zgodności w procesie dopuszczenia. Wyposażenie i uzbrojenie osobiste strażaka. Ubrania specjalne*. CNBOP-PIB-0017. 2012.
4. Młynarczyk M. *Ubranie specjalne dla strażaków – wymagania normatywne i badania własne*. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka. 5, 2018, 11-15.
5. Młynarczyk M., Marszałek A. 1.G.08. *Analiza obciążeń termicznych strażaków stosujących specjalistyczną odzież oraz jej wpływ na psychofizjologiczne możliwości strażaków*. Warszawa: CIOP-PIB, 2017.
6. *Odzież dla strażaków, opracowanie na stronie CIOP-PIB* [online]. Zacytowano: 18.06.2019. <http://archiwum.ciop.pl/1367.html>.
7. Smith D., Horn G., Goldstein E., Petruzzello S. *Firefighter fatalities. The role of heat stress and PPE*. [b.m.] Firefighter Life Safety Research Center, Illinois Fire Service Institute, University of Illinois at Urbana-Champaign, 2008.

8. *Stres termiczny przyczyną śmierci strażaków*. Oprac. rob. Atest. 5, 2013, 22-23.
9. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 18 maja 2018 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie umundurowania strażaków Państwowej Straży Pożarnej. DzU 2018, poz. 982.
10. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 18 maja 2018 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania. DzU 2018, poz. 984 (Załącznik pkt 1.6).
11. Zarządzenie nr 9 Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej z dnia 17 lipca 2018 r. zmieniające zarządzenie w sprawie wzorców oraz szczegółowych wymagań, cech technicznych i jakościowych przedmiotów umundurowania, odzieży specjalnej i środków ochrony indywidualnej użytkowanych w Państwowej Straży Pożarnej, karta KT-43 „WYMAGANIA TECHNICZNE dla ubrania specjalnego”.
12. PN-EN ISO 7243:2018-01 Ergonomia środowiska termicznego – Ocena obciążenia cieplnego za pomocą wskaźnika WBGT (temperatura wilgotnego termometru i poczerwionej kuli).
13. PN-EN 15614:2009 Odzież ochronna dla strażaków – Metody badań laboratoryjnych oraz wymagania dla odzieży ochronnej używanej przy pożarach w przestrzeni otwartej.
14. PN-EN 469:2008 Odzież ochronna dla strażaków – Wymagania użytkowe dotyczące odzieży ochronnej przeznaczonej do akcji przeciwpożarowej.
15. PN-EN ISO 7730:2006 Ergonomia środowiska termicznego – Analityczne wyznaczenie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów lokalnego komfortu termicznego.

