



Bezpieczeństwo strażaków w działaniach ratowniczych

Obciążenie cieplne strażaków - rola odzieży ochronnej

dr inż. Magdalena Młynarczyk

Kierownik Pracowni Obciążeń Termicznych, Zakład Ergonomii

dr Joanna Orysiak

Pracownia Obciążeń Termicznych, Zakład Ergonomii

Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

e-mail: m.mlynarczyk@ciop.pl

Warszawa, Akademia Pożarnicza 17-18.10.2023 r.



Wprowadzenie

- **Stres cieplny**, jako integralny element pracy w wielu sytuacjach życia zawodowego, ma istotny wpływ na sprawność i bezpieczeństwo działania człowieka.
- Wytrącenie temperatury wewnętrznej z zakresu 37 ± 1 °C.
- Definiowany jest jako całkowite obciążenie cieplne, na które może być narażony człowiek w wyniku połączonego wpływu ciepła metabolicznego (ciężkość pracy), **odzieży** i czynników środowiskowych.





Wprowadzenie

- **Stres cieplny**, jako integralny element pracy w wielu sytuacjach życia zawodowego, ma istotny wpływ na sprawność i bezpieczeństwo działania człowieka.
- Wytrącenie temperatury wewnętrznej z zakresu 37 ± 1 °C.
- Definiowany jest jako całkowite obciążenie cieplne, na które może być narażony człowiek w wyniku połączonego wpływu ciepła metabolicznego (ciężkość pracy), **odzieży** i czynników środowiskowych.



m.mlynarczyk@ciop.pl

www.ciop.pl
<https://www.facebook.com/pracowniaOT/>

Czerniakowska 16,
00-701 Warszawa



WBGT

od nazw czujników wykorzystywanych do wyznaczenia wskaźnika:

- czujnika do pomiaru temperatury wilgotnej naturalnej (**Wet Bulb**) oraz
- czujnika do pomiaru temperatury poczernionej kuli (**Globe Temperature**).



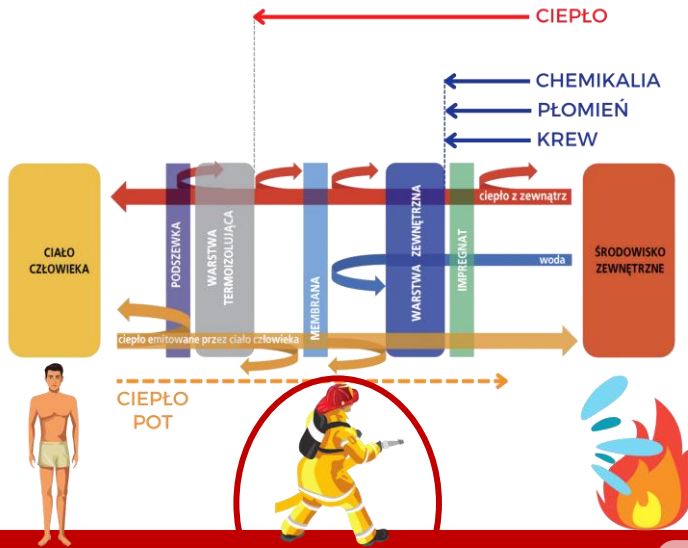
$$WBGT_{\text{eff}} = WBGT + CAV$$



m.mlynarczyk@ciop.pl

www.ciop.pl
<https://www.facebook.com/pracowniaOT/>

Czerniakowska 16,
00-701 Warszawa



Wymiana ciepła pomiędzy człowiekiem a otoczeniem

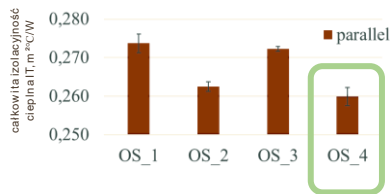
ODZIEŻ SPECJALNA: z jednej strony wysoka wartość izolacyjności termicznej, jest pożądana, z drugiej jednak stosowanie odzieży o wysokich parametrach izolujących **zaburza wymianę ciepła** wytwarzanego przez człowieka z otaczającym go środowiskiem.

m.mlynarczyk@ciop.pl

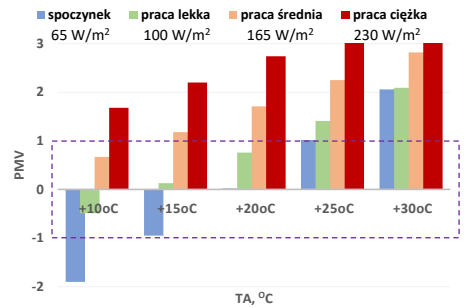
www.ciop.pl
 https://www.facebook.com/pracowniaOT/ Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa



Odzież specjalna



w. zewnętrzna: 94% Nomex® III (meta-aramid), 5% para-aramid, 1% wł. antystat.
 membrana: 95% Nomex®, 5% para-aramid
 w. termoizolacyjna: tkanina z Kevlarem (100% para-aramid)
 podszewka: 93% Nomex® C, 5% para-aramid, 2% P 140



Rys. Zależność wskaźnika odczuwania komfortu PMV dla odzieży specjalnej, w zależności od ciężkości wykonywanej pracy i temperatury powietrza

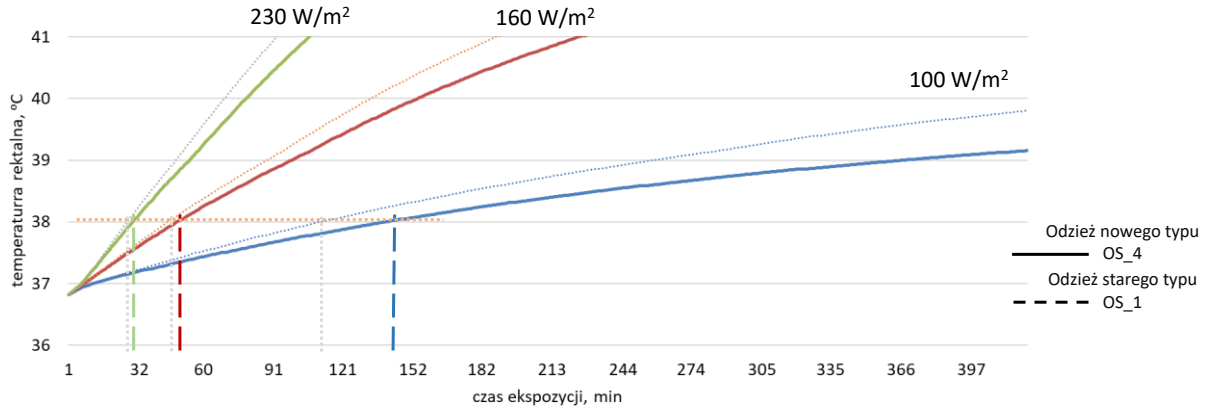
m.mlynarczyk@ciop.pl

www.ciop.pl
 https://www.facebook.com/pracowniaOT/ Czerniakowska 16, 00-701 Warszawa



Wyniki symulacji (Predicted Heat Stress)

$t_a = t_r = 30\text{ }^\circ\text{C}$; RH = 85%, $V_a = 0.5\text{ m/s}$
standardowy mężczyzna: 75 kg, 180 cm



m.mlynarczyk@ciop.pl

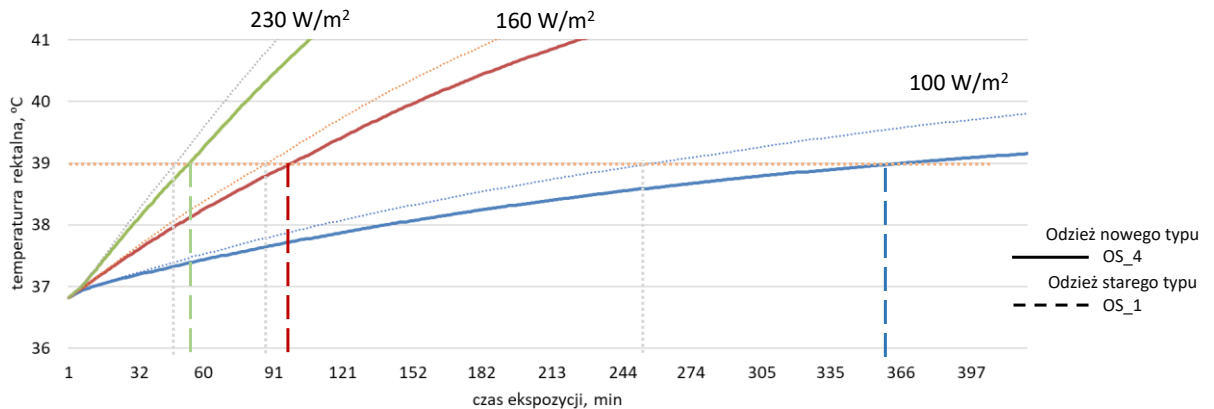
www.ciop.pl
<https://www.facebook.com/pracowniaOT/>

Czerwikowska 16,
00-701 Warszawa



Wyniki symulacji (Predicted Heat Stress)

$t_a = t_r = 30\text{ }^\circ\text{C}$; RH = 85%, $V_a = 0.5\text{ m/s}$
standardowy mężczyzna: 75 kg, 180 cm



m.mlynarczyk@ciop.pl

www.ciop.pl
<https://www.facebook.com/pracowniaOT/>

Czerwikowska 16,
00-701 Warszawa



Podsumowanie

Na podstawie przedstawionych symulacji PHS wykazano **wpływ odzieży i jej parametrów cieplnych na obciążenie cieplne strażaka**, a tym samym na **czas bezpiecznej pracy** podczas wykonywania swoich obowiązków.

Ważne jest zatem **prawidłowe określenie wartości parametrów cieplnych odzieży**, poszukiwanie nowych **rozwiązań technologicznych** (nowe konstrukcje, nowe materiały, odzież chłodząca) w celu **obniżenia stresu cieplnego** strażaków i tym samym **zwiększenie bezpieczeństwa** podczas wykonywania swojej pracy.

Bibliografia

Lazaro, P., Momayez, M. Development of a modified predicted heat strain model for hot work environments, International Journal of Mining Science and Technology, 30, 4, 2020, 477-481, DOI: 10.1016/j.ijmst.2020.05.009.

Młynarczyk M. Characteristics of a specialized firefighters' clothing used in Poland – the thermal parameters. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, 2020, 28, 1(139): 65 – 70, DOI: 10.5604/01.3001.0013.5860

Młynarczyk M., Marszałek, A. Ubranie specjalne strażaka - obciążenie cieplne. Zalecenia. Materiały informacyjne, CIOP-PIB, 2019

Młynarczyk M., Zielińska K. Specialised Clothing for Firefighters in Poland – a Comparison of the Latest Set with the One Currently Used. FIBRES & TEXTILES in Eastern Europe, 2020, 28, 4(142): 95 – 100, DOI: 10.5604/01.3001.0014.0942

Nayak et al.: Recent trends and future scope in the protection and comfort of firefighters' personal protective clothing. Fire Science Reviews 2014 3:4.

PN-EN ISO 7243:2018-01 Ergonomia środowiska termicznego -- Ocena obciążenia cieplnego za pomocą wskaźnika WBGT

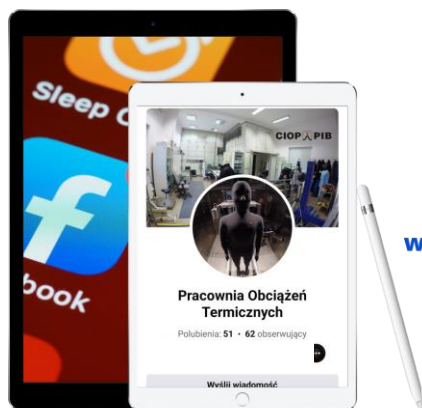
Rachwał, M., Majder-topatka, M., Węsierski, T., Ankowski, A., Młynarczyk, M., Bralewski, A., Splawska, A., Piec R. Thermal Properties of Special New Generation Personal Protective Clothing for Firefighters-Rescuers. Zeszyty Naukowe SGSP, 2021, 80(1): 45 – 67, ISSN: 0239-5223 Creative Commons Attribution 4.0 International License, DOI: 10.5604/01.3001.0015.6479

www.canva.pl

m.młynarczyk@ciop.pl

www.ciop.pl
https://www.facebook.com/pracowniaOT/

Czerniakowska 16,
00-701 Warszawa



[www.facebook.pl/pracowniaOT](https://www.facebook.com/pracowniaOT/)

Dziękuję za uwagę

Opracowano i wydano 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 i Polityki Społecznej. Zadanie nr 3.ZS.13 pt. Określenie współczynnika korekcyjnej odzieżowej (CAV) z uwzględnieniem odzieży chłodzącej do oceny obciążenia cieplnego pracownika w środowisku gorącym. Koordynator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

m.młynarczyk@ciop.pl

www.ciop.pl
https://www.facebook.com/pracowniaOT/

Czerniakowska 16,
00-701 Warszawa