



**Bezpieczny czas pracy  
w odzieży chroniącej  
przed czynnikami infekcyjnymi**

**Magdalena Młynarczyk**

Zrealizowano na podstawie wyników VI etapu programu wieloletniego pn. „Rządowy Program Poprawy Bezpieczeństwa i Warunków Pracy”, finansowanego w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju.



Projekt nr: III.PN.08 pod tytułem: *Czas pracy w środkach ochrony indywidualnej w związku z zagrożeniem czynnikami infekcyjnymi a obciążenie ciepłne organizmu.*

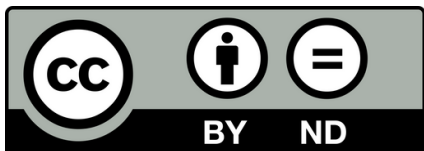
Koordinator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.

**Autorzy opracowania:** dr hab. inż. Magdalena Młynarczyk, dr Joanna Orysiak, lic. Aleksandra Kopyt, dr inż. Anna Dąbrowska

**Opracowanie graficzne:** dr hab. inż. Magdalena Młynarczyk

**Redakcja:** Kamil Jach

**CIOP**  **PIB** **75** LAT



ISBN: 978-83-7373-472-2

© Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy  
Warszawa 2025

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

# SPIS TREŚCI

---

Wprowadzenie	04
--------------	----

---

Stres cieplny	05
---------------	----

---

Odzież “medyczna” chroniąca przed czynnikami infekcyjnymi	06
---	----

---

Dlaczego ważny jest czas pracy w odzieży “medycznej”?	09
---	----

---

Aplikacja <b>B</b> ezpieczny <b>C</b> zas <b>P</b> rac	11
--	----

---

Podsumowanie	13
--------------	----

---

Bibliografia	15
--------------	----

---



# WPROWADZENIE

Zawody takie jak: **lekarz, pielęgniarka** czy **położna**, są **zawodami zaufania publicznego**. Powierzone jest im **zdrowie i życie ludzkie**, a błędy popełniane przez tych profesjonalistów wpływają na innych, jako że mogą doprowadzić nawet do śmierci pacjenta.

Dlatego tak ważne jest **utrzymywanie jak najlepszych warunków pracy** (m.in. braku stresu cieplnego), by **nie wpływały one negatywnie** zarówno na **odpowiedzi fizjologiczne**, jak i na **psychomotorykę pracowników sektora ochrony zdrowia**.

Na **stres cieplny (obciążenie cieplne)** wpływają:

- **parametry środowiskowe** (głównie wysoka temperatura, wysoka wilgotność względna),
- **rodzaj zastosowanej odzieży** (odzież barierowa, w tym chroniąca przed czynnikami infekcyjnymi, stanowi dodatkowe obciążenie dla organizmu) oraz
- **obciążenie wykonywaną pracą** (im większe tempo metabolizmu, tym większe prawdopodobieństwo wystąpienia stresu cieplnego).

Stres cieplny może pojawić się wśród **pracowników służby zdrowia**, zarówno **medycznych**, jak i **niemedycznych**, podczas **pracy w środkach ochrony indywidualnej** w związku z zagrożeniem czynnikami infekcyjnymi.

# STRES CIEPLNY

Człowiek jako **organizm stałocieplny**, "utrzymuje" stałą temperaturę wewnętrzną na poziomie  $(37 \pm 1) \text{ }^\circ\text{C}$  **niezależnie od temperatury powietrza**.

Za prawidłową wartość temperatury wewnętrznej odpowiada **układ termoregulacji**, którego działanie polega na dostosowaniu ilości ciepła wytwarzanego w organizmie w toku przemian metabolicznych i wymienionego z otoczeniem dla potrzeb bilansu cieplnego ustroju, w różnych warunkach środowiska.

W środowisku gorącym organizm człowieka głównie polega na **sprawności działania układu termoregulacji**, który zapewnia oddawanie nadmiaru ciepła wytworzonego przez organizm (poprzez wykonywanie wysiłku fizycznego), bądź dostarczanego przez zewnętrzne źródła ciepła (np. środowisko zewnętrzne). Ta **regulacja rozpraszania ciepła zachodzi głównie poprzez: wzrost wydzielanej ilości potu** (jest to podstawowy mechanizm oddawania nadmiaru ciepła przez organizm), **oddawanie ciepła poprzez odparowanie potu z powierzchni skóry oraz rozszerzenie naczyń krwionośnych skóry**.

**Nadmiar zakumulowanego ciepła może doprowadzić do wzrostu temperatury wewnętrznej, a w konsekwencji do przegrzania organizmu, gorączki, hipertermii, uszkodzenia mózgu, a w najgorszym wypadku – do udaru cieplnego, który stanowi bezpośrednie zagrożenie życia.**

Zgodnie z **ergonomicznymi normami dot. środowiska pracy, temperatura wewnętrzna pracownika nie powinna przekroczyć  $38 \text{ }^\circ\text{C}$ .**

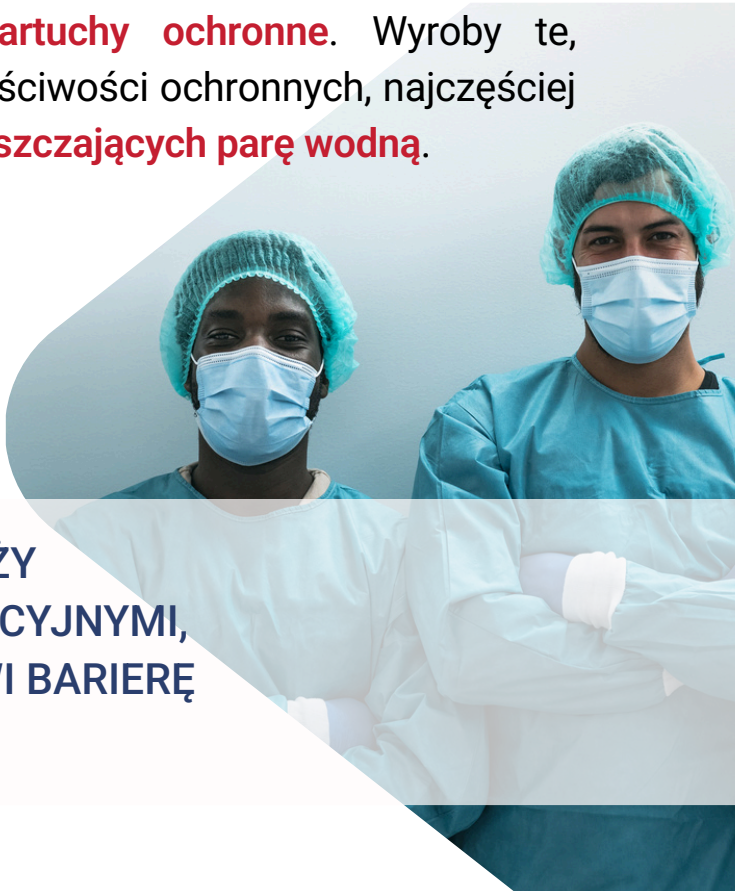
# ODZIEŻ “MEDYCZNA” CHRONIĄCA PRZED CZYNNIKAMI INFEKCYJNYMI

Zestaw odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi (PPE) ma zapobiegać zakażeniu patogenami. Wymagany wysoki poziom ochrony utrudnia tym samym wymianę ciepła między użytkownikiem a środowiskiem zewnętrznym.

Utrudniona wówczas, bądź bardzo ograniczona, wymiana ciepła w wyniku parowania potu, utrudnia efektywne chłodzenie organizmu, a tym samym skutkuje wzrostem temperatury wewnętrznej.

Odzież barierowa zwiększa zatem ryzyko wystąpienia stresu cieplnego wśród personelu stosującego w/w odzież.

Najczęściej stosowanymi zestawami odzieży “medycznej” są **kombinezony barierowe** lub **fartuchy ochronne**. Wyroby te, aby zapewnić wymagany poziom właściwości ochronnych, najczęściej wykonane są **z materiałów nieprzepuszczających parę wodną**.



DŁUGOTRWAŁA PRACA W ODZIEŻY  
CHRONIĄCEJ PRZED CZYNNIKAMI INFEKCYJNYMI,  
CHOĆ CHRONI - JEDNOCZEŚNIE STANOWI BARIERĘ  
W WYMIANIE CIEPŁA.

Kluczowym w zakresie **zmniejszania ryzyka stresu cieplnego** wśród “medyków” jest m.in. **odpowiedni dobór odzieży ochronnej** do określonego stanowiska pracy, przeprowadzony na podstawie **analizy ryzyka**.



W przypadku konieczności zapewnienia **wysokiego poziomu ochrony** (tj. klasa 4. lub wyższa w badaniu wg ISO 16604), odzież ochronna wykonana jest najczęściej **ze szczelnych materiałów laminowanych lub powlekanych**, które nie przepuszczają pary wodnej.

Jednakże, w przypadku odzieży **o niższym poziomie ochrony** (np. klasa 2. w badaniu wg ISO 16604), dostępne są wyroby, w których wykorzystywane są **materiały mikroporowate**, charakteryzujące się **przynajmniej częściową paroprzepuszczalnością** - im niższa wartość, tym korzystniejsze warunki w kontekście odprowadzania nadmiaru ciepła z ciała użytkownika odzieży poprzez parowanie potu.

Dodatkowo w przypadku, gdy **nie stwierdzono bardzo wysokiego poziomu ryzyka**, należy **rozważyć zastąpienie kombinezonu ochronnego przez fartuch ochronny**, który będąc częściową osłoną ciała również **przyczyni się do mniejszego obciążenia cieplnego użytkownika**.



**Wybór** pomiędzy **kombinezonem** a **fartuchem** powinien, w tym wypadku, wynikać z **rodzaju czynności** wykonywanych na stanowisku pracy. Na stanowiskach wymagających **dużej mobilności** pracownika, a w konsekwencji – **pełnej ochrony ciała**, rekomendowane jest stosowanie **kombinezonu ochronnego**.

W przypadku, gdy **mobilność** pracownika **jest ograniczona** i **częściowa ochrona** ciała jest **wystarczająca**, wówczas z punktu widzenia ograniczenia obciążenia cieplnego pracownika, wskazane jest zastosowanie **fartucha ochronnego**.

Z punktu widzenia wymiany ciepła między człowiekiem a środowiskiem zewnętrznym, ważnym jest również **rodzaj zastosowanej odzieży spodniej/bielizny**, która znajduje się najbliżej ciała użytkownika.

Zastosowanie **bielizny odprowadzającej pot**, nie akumulując go w swej strukturze, **zwiększa poczucie komfortu pracy**. Natomiast poczucie komfortu przekłada się również na zmniejszenie liczby popełnianych błędów, a tym samym na **bezpieczeństwo wykonywanej pracy**.

Jednym z rozwiązań **zmniejszających obciążenie cieplne**, a tym samym poprawę komfortu pracy osobom stosującym PPE, jest **stosowanie elementów chłodzących** (Bonell i in. 2021; de Korte i in. 2022) np. kamizelek działających na bazie:

- o **lodu**,
- o **związków zmiennofazowych PCM**, lub
- o **powietrza**.

Badania z udziałem ochotników, wykazywały **pozytywny wpływ** proponowanych kamizelek na **odpowiedzi fizjologiczne** (m.in. **mniejszy wzrost temperatury wewnętrznej**) ich użytkowników.

# DLACZEGO WAŻNY JEST CZAS PRACY W ODZIEŻY “MEDYCZNEJ”

“Ochrona” pracowników przed wystąpieniem stresu cieplnego jest **ważna**, nie tylko ze **względów fizjologicznych**, ale także z punktu widzenia **sprawności funkcji psychomotorycznych**.

Należy pamiętać jednak, że **długotrwałe stosowanie odzieży** chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi (PPE) **wpływa na samopoczucie i wywołuje objawy fizyczne użytkowników**.

Wyniki badań ankietowych przeprowadzonej w Wielkiej Brytanii przez Davey i in. (2020) wśród 224 “medyków” wykazały, iż po stosowaniu PPE, wśród badanych występowały takie objawy jak:

- **ból głowy** (79%),
- **ogólne zmęczenie** (63%),
- **obfite pocenie się** (54%) oraz
- **zawroty głowy** (40%).

Ponadto objawiamy, które mogą wystąpić w wyniku długotrwałego stosowania odzieży ochronnej są:

- **odwodnienie**,
- **kurcze ciepłe**, a w najgorszym przypadku
- **udar cieplny**.



Nadmierne obciążenie cieplne wpływa **negatywnie** na organizm użytkowników odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnego.

„Wytrącenie” ze stanu równowagi, powoduje:

- poczucie niezadowolenia,
- brak skupienia,
- wzrost popełnianych błędów, a także
- pogorszenie funkcji psychomotorycznych.

Według Pilcher i in. (2002), ze wzrostem temperatury powietrza następuje **pogorszenie sprawności psychomotorycznej** nawet **do 15%** w stosunku do sprawności w temperaturze termoneutralnej.

Badania ankietowe przeprowadzone wśród 505 pielęgniarek w Turcji [maj-czerwiec 2021 r.; przez Yildiz i in. (2022)], wskazały wpływ stosowanej odzieży ochronnej (PPE) na ilość popełnianych błędów medycznych.

Największa liczba popełnianych błędów przez pielęgniarki stosujące “barierowe” PPE związana była z:

- urazami igłą/ostrym narzędziem (47%),
- infekcjami szpitalnymi (39%),
- odleżynami u pacjentów (28%),
- upadkami (23%) oraz
- podaniem niewłaściwej dawki leku (17%).

Często obserwuje się również **spadek koncentracji**, **opóźnienie reakcji** i **pogorszenie precyzji manualnej**, co **zwiększa ryzyko błędów medycznych**.

**NADMIERNE OBCIĄŻENIE CIEPLNE STANOWI ISTOTNE ZAGROŻENIE ZARÓWNO DLA ZDROWIA PERSONELU, JAK I BEZPIECZEŃSTWA PACJENTÓW.**





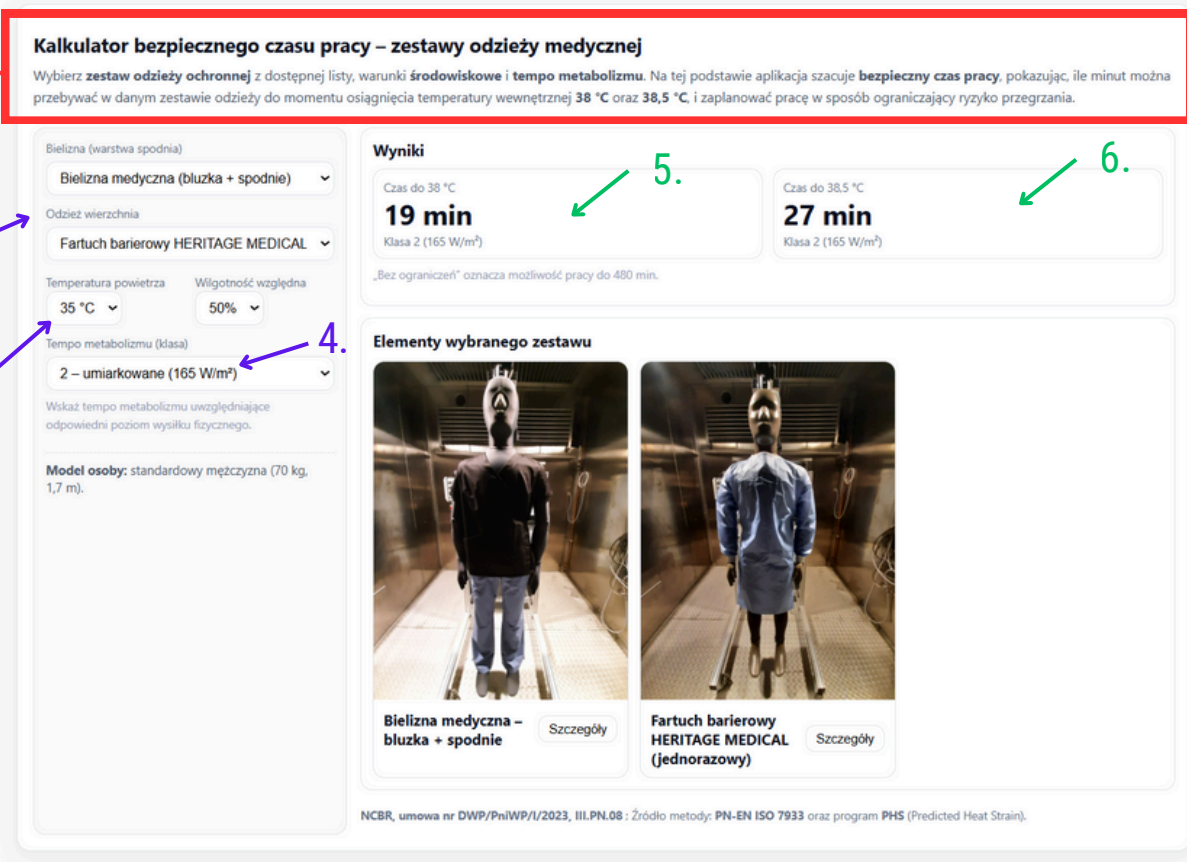
# Aplikacja Bezpieczny Czas Pracy

Na podstawie:

- **wyników badań parametrów “cieplnych”** wybranych zestawów **odzieży chroniącej przed czynnikami infekcyjnymi**, stosowanych przez personel medyczny oraz
- **przeprowadzonych licznych symulacji komputerowych** za pomocą programu PHS (ang. *Predicted Heat Strain*),

zaproponowano wartości **bezpiecznego czasu pracy** do osiągnięcia **temperatury wewnętrznej 38 °C i 38,5 °C**.

Opracowano **aplikację webową**, która pozwala na oszacowanie **bezpiecznego czasu pracy** m.in.: w wybranych zestawach odzieży, trzech warunkach **temperatury powietrza 22 °C (war. termoneutralne), 29 °C (podwyższona temperatura) oraz 35 °C (wysoka temperatura)** oraz 5 klas tempa metabolizmu.



**1.** Kalkulator bezpiecznego czasu pracy – zestawy odzieży medycznej

Wybierz zestaw odzieży ochronnej z dostępnej listy, warunki środowiskowe i tempo metabolizmu. Na tej podstawie aplikacja szacuje bezpieczny czas pracy, pokazując, ile minut można przebywać w danym zestawie odzieży do momentu osiągnięcia temperatury wewnętrznej 38 °C oraz 38,5 °C, i zaplanować pracę w sposób ograniczający ryzyko przegrzania.

**2.** Bielizna (warstwa spodnia)  
Bielizna medyczna (błuzka + spodnie)

**2.** Odzież wierzchnia  
Fartuch barierowy HERITAGE MEDICAL

**3.** Temperatura powietrza 35 °C  
Wilgotność względna 50%

**4.** Tempo metabolizmu (klasa)  
2 – umiarkowane (165 W/m<sup>2</sup>)

Wskaz tempo metabolizmu uwzględniające odpowiedni poziom wysiłku fizycznego.

Model osoby: standardowy mężczyzna (70 kg, 1,7 m).

**5.** Wyniki  
Czas do 38 °C  
**19 min**  
Klasa 2 (165 W/m<sup>2</sup>)

**6.** Czas do 38,5 °C  
**27 min**  
Klasa 2 (165 W/m<sup>2</sup>)

„Bez ograniczeń” oznacza możliwość pracy do 480 min.

Elementy wybranego zestawu

**Bielizna medyczna – błuzka + spodnie** [Szczegóły](#)

**Fartuch barierowy HERITAGE MEDICAL (jedorazowy)** [Szczegóły](#)

NCBR, umowa nr DWP/PniWP/I/2023, IIL.PN.08 : Źródło metody: PN-EN ISO 7933 oraz program PHS (Predicted Heat Strain).

**W aplikacji znajduje się opis do czego służy aplikacja (poz. 1).**

Kompletujemy zestaw odzieży w jaki medyk jest ubrany - wybierając bieliznę spodnią oraz odzież wierzchnią (fartuch, kombinezon) (poz. 2.) (aplikację można będzie rozszerzać o kolejne zbadane w przyszłości zestawy odzieży). W poz. 3 rozwija się lista możliwych warunków pracy (22 °C, 29 °C oraz 35 °C oraz wilgotność względna 50% i 60%), natomiast w poz. 4 wybierane jest tempo metabolizmu.

**Kalkulator BCP wizualnie przedstawia wybraną odzież wraz z opisem szczegółowym jego składu materiału, masą powierzchniową, typ bądź wymagania normy (które dana odzież spełnia).**

Po wybraniu zestawu odzieży, wprowadzeniu niezbędnych danych, kalkulator zwraca wartość bezpiecznego czasu pracy do osiągnięcia wartości temperatury wewnętrznej 38 °C (poz. 5) i 38,5 °C (poz. 6), wyliczoną na podstawie symulacji komputerowych przy zastosowaniu programu PHS.

Zawody takie jak **lekarz, pielęgniarka** czy **położna** należą do **grupy zawodów zaufania publicznego**. Powierza się im **zdrowie i życie ludzkie**, a popełniane przez nich błędy mogą mieć poważne konsekwencje – wpływać na innych. Co więcej, w skrajnych przypadkach może prowadzić nawet do śmierci pacjenta.

Z tego względu niezwykle istotne jest zapewnienie **optymalnych warunków pracy** (uwzględniających nie tylko warunki środowiskowe, ale także rodzaj zastosowanej odzieży oraz **czas wykonywanej w niej pracy**), które nie będą negatywnie oddziaływać na **fizjologię i sprawność psychomotoryczną** przedstawicieli personelu medycznego.

**Ochrona pracowników służby zdrowia przed stresem cieplnym** ma kluczowe znaczenie nie tylko z przyczyn fizjologicznych, lecz także ze względu na **utrzymanie sprawności funkcji psychomotorycznych**, warunkujących **bezpieczeństwo i skuteczność wykonywanych zadań**.

Długotrwała praca w odzieży barierowej może **niekorzystnie wpływać na zdolności psychomotoryczne**, w tym na koncentrację oraz **zwiększać ryzyko popełniania błędów medycznych**.

W tym kontekście **cennym narzędziem wspomagającym określanie bezpiecznego czasu pracy** w odzieży ochronnej, stosowanej w celu zabezpieczenia przed czynnikami infekcyjnymi, jest **aplikacja webowa** opracowana w CIOP-PIB.

Jej wykorzystanie przyczynia się do **zwiększenia bezpieczeństwa zarówno pracowników medycznych, jak i pacjentów**.

# Podsumowanie

Link do aplikacji:

[www.ciop.pl/kalkulator-BCP](http://www.ciop.pl/kalkulator-BCP)



**ZAPRASZAMY  
DO KORZYSTANIA Z APLIKACJI, KTÓRA PRZYCZYNI SIĘ  
DO BEZPIECZNIEJSZEJ ORGANIZACJI PRACY  
W ODZIEŻY “MEDYCZNEJ” !**



# Bibliografia

- Bonell, A., Nadjm, B., Samateh, T., Badjie, J., Perry-Thomas, R., Forrest, K., Prentice, A., & Maxwell, N. (2021). Impact of personal cooling on performance, comfort and heat strain of healthcare workers in PPE: A study from West Africa. *Frontiers in Public Health*, 9, 712481. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.712481>
- Bongers, C. C. W. G., de Korte, J. Q., Zwartkruis, M., Levels, K., Kingma, B. R. M., & Eijsvogels, T. M. H. (2022). Heat strain and use of heat mitigation strategies among COVID-19 healthcare workers wearing personal protective equipment: A retrospective study. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(3), 1905. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031905>
- Davey, S. L., Lee, B. J., Robbins, T., Randeva, H., & Thake, C. D. (2020). Heat stress and PPE during COVID-19: Impact on healthcare workers' performance, safety and well-being in NHS settings. *Journal of Hospital Infection*, 108, 185–188. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.11.027>
- de Korte, J. Q., Bongers, C. C. W. G., Catoire, M., Kingma, B. R. M., & Eijsvogels, T. M. H. (2022). Cooling vests alleviate perceptual heat strain perceived by COVID-19 nurses. *Temperature (Austin)*, 9(1), 103–113.
- Gaoua, N., et al. (2011). Cognitive decrements do not follow neuromuscular alterations during passive heat exposure. *International Journal of Hyperthermia*, 27(1), 10–19.
- Haihua, J., Cao, B., & Zhu, Y. (2023). Thermal comfort of personal protective equipment (PPE) wearers in different temperatures and activity conditions. *Journal of Building Engineering*, 78, 107609.

# Bibliografia



- Hu, C., Wang, Z., Bo, R., Li, C., & Meng, X. (2023). Effect of the cooling clothing integrating with phase change material on the thermal comfort of healthcare workers with personal protective equipment during the COVID-19. *Case Studies in Thermal Engineering*, 42, 102725. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2023.102725>
- Lembo, M., Vedetta, C., Moscato, U., & Del Gaudio, M. (2021). Thermal discomfort in healthcare workers during the COVID-19 pandemic. *La Medicina del Lavoro*, 112(2), 123–129. <https://doi.org/10.23749/mdl.v112i2.10621>
- Młynarczyk, M., & Orysiak, J. (2024). Wpływ mikroklimatu gorącego na funkcje psychomotoryczne pracowników. *Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka*, 634(7), 11–14. <https://doi.org/10.54215/bp.2024.7.15.mlynarczyk>
- Młynarczyk, M., & Orysiak, J. (2025). Komfort cieplny oczami pracowników medycznych. *INSTAL*, 3, 35–42. <https://doi.org/10.36119/15.2025.3.4>
- PN-EN ISO 7730. Ergonomia środowiska termicznego – Analityczne wyznaczanie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów miejscowego komfortu termicznego.
- PN-EN ISO 7933. Ergonomia środowiska termicznego – Analityczne wyznaczanie i interpretacja stresu cieplnego z wykorzystaniem obliczeń przewidywanego obciążenia termicznego.
- Yildiz, Ç. Ç., Yildirim, D., & Günay, K. (2022). The effect of personal protective equipment use on nurses' tendencies to make medical errors and types of their medical errors: A cross-sectional study. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 29(2), 596–603. <https://doi.org/10.1080/10803548.2022.2061131>
- Zwolińska, M., & Bogdan, A. (2012). Impact of the medical clothing on the thermal stress of surgeons. *Applied Ergonomics*, 43(6), 1096–1104. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2012.03.011>