

Magdalena Młynarczyk, Joanna Orysiak, Emilia Irzmańska
Piotr Prus, Paulina Kropidłowska

Obciążenie cieplne pracowników w środowisku chłodnym i zimnym

Zalecenia dotyczące stosowania
odzieży ciepłochronnej i rękawic



Magdalena Młynarczyk
Joanna Orysiak
Emilia Irzmańska
Piotr Prus
Paulina Kropidłowska

Obciążenie cieplne pracowników w środowisku chłodnym i zimnym

**Zalecenia dotyczące stosowania
odzieży ciepłochronnej i rękawic**

CIOP  PIB

Warszawa 2022

Opracowano i wydano na podstawie wyników V etapu programu wieloletniego „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w zakresie zadań służb państwowych ze środków Ministerstwa Rodziny i Polityki Społecznej.

Zadanie nr 2.SP.21 pt. **Badanie wpływu mikroklimatu chłodnego i zimnego na odpowiedzi fizjologiczne pracownika podczas wykonywania prac manualnych**

Koordinator Programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Autorzy

dr inż. Magdalena Młynarczyk, dr Joanna Orysiak, dr hab. inż. Emilia Irzmańska, inż. Piotr Prus, mgr inż. Paulina Kropidłowska – Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy

Projekt okładki: mgr Jolanta Maj

Opracowanie redakcyjne: dr Monika Piech-Rzymowska

Opracowanie graficzne: mgr Dorota Marzec

© Copyright by Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
Warszawa 2022

ISBN: 978-83-7373-376-3

CIOP  **PIB**

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

Spis treści

Wstęp	4
1. Wychłodzenie ogólne – odzież ochronna	6
2. Obciążenie cieplne	6
2.1. Wskaźniki obciążenia cieplnego – IREQ	6
3. Wychłodzenie lokalne – rękawice ochronne	7
3.1. Wymagania	8
3.2. Wpływ na sprawność manualną	10
4. Zalecenia	18
4.1. Zalecenia dotyczące stosowania odzieży ciepłochronnej	19
4.2. Zalecenia dotyczące stosowania rękawic	19
4.3. Zalecenia dotyczące organizacji pracy	20
5. Podsumowanie	21
Bibliografia	22

Mikroklimat zimny wg rozporządzenia Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [1] oraz normy PN-EN ISO 11079:2008 [2] odnosi się do warunków środowiska termicznego, dla których temperatura powietrza wynosi $\leq 10^{\circ}\text{C}$, a prędkość ruchu powietrza i jego wilgotność względna są większe odpowiednio od 0,1 m/s i 5%. Dodatkowo, zgodnie z definicją zawartą w normach PN-EN 342:2018 [3] oraz PN-EN 14058:2018-2 [4], środowisko chłodne jest definiowane dla zakresu temperatury powietrza od 10°C do -5°C , natomiast środowisko zimne $\leq -5^{\circ}\text{C}$.

W 2020 r. w Polsce ponad 10 tys. pracowników było narażonych na takie warunki, w tym około 40% osób pracowało przy produkcji żywności i napojów [5]. Praca w niskich temperaturach może mieć negatywny wpływ na zdrowie, bezpieczeństwo i wydajność pracy [6]. W takich warunkach może dochodzić do ogólnego wychłodzenia organizmu (obciążenie cieplne, dług cieplny) lub do wychłodzenia części dystalnych. Niska temperatura może obniżyć pracę mięśni, a tym samym wpłynąć na wydolność fizyczną. W przypadku zbyt dużej utraty ciepła z organizmu może dojść nawet do hipotermii*. W zimnym środowisku temperatura skóry rąk może się obniżyć, zmniejszając sprawność dłoni i palców (a nawet powodując odmrożenia). Powyższe skutki działania niskiej temperatury mogą przyczynić się do zwiększenia liczby błędów popełnianych podczas pracy, a tym samym do zwiększenia wypadkowości w pracy.

*Hipotermia to stan organizmu, w którym temperatura głęboka ciała spada poniżej 35°C . Dochodzi do niej w momencie, gdy utrata ciepła jest wyższa niż jego produkcja przez organizm i może nastąpić nawet przy temperaturze otoczenia powyżej 0°C [zob. K. Sosada. Ostre stany zagrożenia życia w chorobach wewnętrznych. Warszawa: PZWL. 2021].

W celu zminimalizowania negatywnych skutków oddziaływania niskiej temperatury na pracowników stosuje się izolacyjne rękawice ochronne. Właściwości izolacyjne rękawic zależą od ich konstrukcji i rodzaju zastosowanych materiałów [7]. Rękawice stosowane w sytuacji narażenia na działanie niskiej temperatury najczęściej są wytwarzane z układów materiałów tekstylnych, skór wodoodpornych lub materiałów powleczonych tworzywami sztucznymi (m.in. polichlorkiem winylu, gumą z kauczuku naturalnego lub kauczuków syntetycznych). W celu podwyższenia właściwości izolacyjnych wewnątrz rękawic stosowany jest wkład izolacyjny wykonany z tkanin, dzianin lub włókien: bawełnianych, poliestrowo-bawełnianych, akrylowych czy poliestrowo-wiskozowych. Jednocześnie należy podkreślić, że rodzaj materiałów, z których wytworzone są rękawice, ma istotny wpływ na ich dopasowanie, sprawność manualną i możliwość wykonywania czynności zawodowych [8].

Obniżenie sprawności manualnej zaobserwowano, gdy wartość temperatury skóry rąk spada poniżej 20°C.

Według PN-EN ISO 9886:2005 [9] minimalna temperatura skóry w zimnym środowisku wynosi 15°C (dotyczy to zwłaszcza twarzy, palców i paluchów). Ręce ludzkie są wyjątkowe i stanowią jeden z naszych największych atutów, dlatego nie powinno się dopuszczać do obniżenia ich sprawności lub odmrożeń [10]. Bardzo ważne jest zatem utrzymanie odpowiedniej temperatury skóry rąk zarówno podczas pracy w zimnym środowisku, jak i podczas kontaktu z zimnymi powierzchniami przez używanie **odpowiednich rękawic ochronnych**.

1. Wychłodzenie ogólne – odzież ochronna

Do ogólnego wychłodzenia organizmu dochodzi wówczas, gdy ilość ciepła produkowanego przez procesy zachodzące w organizmie (w celu utrzymania temperatury wnętrza ciała na poziomie $37 \pm 1^\circ\text{C}$) jest mniejsza niż ilość ciepła odbierana przez środowisko zewnętrzne. W środowisku zimnym zachowanie ciepła oraz jego wytwarzanie wewnątrz ciała to podstawowe reakcje termoregulacyjne [11].

Wsparciem dla organizmu przeciwko wychłodzeniu ogólnemu jest odpowiednio dobrana odzież ochronna. W przypadku środowiska zimnego powinna spełniać wymagania normy PN-EN 342:2018 [3]. Wymagania i metody badań wyrobów odzieżowych do ochrony przed środowiskiem chłodnym zostały określone w normie PN-EN 14058:2018-2 [4].

2. Obciążenie cieplne

O wychłodzeniu ogólnym, o obciążeniu cieplnym organizmu („długu cieplnym”) mówimy w przypadku ujemnego bilansu cieplnego wymiany ciepła między człowiekiem a otoczeniem. Wówczas układ termoregulacji nie jest w stanie „samodzielnie utrzymać” temperatury wewnętrznej ciała na poziomie $> 36^\circ\text{C}$.

2.1. Wskaźniki obciążenia cieplnego – IREQ

Miarą obciążenia cieplnego organizmu w środowisku zimnym jest wskaźnik IREQ_{min} . Jest to minimalna wymagana wartość izolacyjności cieplnej odzieży, niezbędna do zachowania bilansu cieplnego organizmu (równowagi między produkowaną ilością ciepła a odbieraną przez otoczenie) przy określonych poziomach obciążenia fizycznego.

Wg normy PN-EN ISO 11079:2008 [2] dla odzieży $IREQ_{min}$ zezwala się na 8-godzinną ekspozycję pracownika (przy określonej ciężkości pracy) na środowisko zimne bez znacznego uszczerbku na zdrowiu (dopuszcza się natomiast nieznaczne wychłodzenie organizmu, w szczególności wychłodzenie zewnętrznych części ciała).

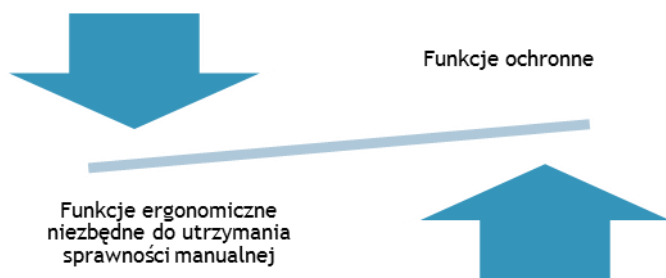
3. Wychłodzenie lokalne – rękawice ochronne

W przypadku wychłodzenia rąk na skutek działania niskiej temperatury dochodzi do zmniejszenia sprawności manualnej pracownika. Reakcja skóry na kontakt z zimnym przedmiotem w dużej mierze zależy również od takich czynników jak: rodzaj zimnej powierzchni (m.in. czy jest mokra, zamrznięta lub oszroniona), temperatury powierzchni przedmiotu oraz czasu kontaktu z zimnym przedmiotem [12, 13]. Stopień wychłodzenia dystalnych części ciała podczas prac w środowisku zimnym zależy nie tylko od czynników środowiska zewnętrznego, ale również od czynników wynikających z indywidualnych cech każdego pracownika (poziom wydolności fizycznej, płeć, wiek).

W przypadku wychłodzenia organizmu natychmiastowo jest uruchamiany mechanizm oszczędzający ciepło, opierający się na skurczu naczyń krwionośnych w skórze całego ciała, szczególnie w obszarach, które zostały wychłodzone (kończyny, nos, uszy, twarz) [10, 12]. Powoduje to zmniejszenie krążenia obwodowego, a przez to ograniczenie utraty ciepła z wnętrza ciała [11], co przekłada się na [12, 14]:

- zmniejszenie zdolności do wykonywania wysiłku,
- wydłużenie czasu reakcji,
- zmniejszenie siły skurczu mięśni,
- upośledzenie precyzji ruchów,
- utrudnienie utrzymania równowagi.

Rękawice ochronne nie tylko chronią ręce przed urazami mechanicznymi, chemicznymi i termicznymi [6, 15], ale także mogą zmniejszyć straty ciepła rąk nawet o 60-90% [16], w tym w szczególności w obszarze palców [12]. Jednak mimo powyższych zalet stosowanie rękawic ochronnych może także obniżyć zręczność manualną i pogorszyć precyzję chwytu (rys. 1) nawet o 70%.



Rys. 1. Rola rękawic ochronnych [6, 12, 13, 15, 16]

W celu zachowania bezpieczeństwa pracy w środowisku zimnym rękawice ochronne powinny spełniać odpowiednie wymagania, a ich dobór powinien być uzależniony m.in. od charakteru wykonywanych manualnych czynności zawodowych, jak również rodzaju manipulowanych przedmiotów, temperatury otoczenia oraz czasu ekspozycji.

3.1. Wymagania

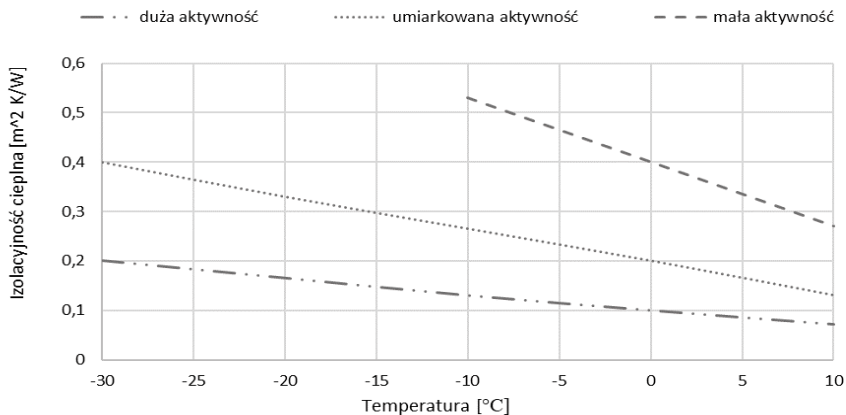
Prawidłowo dobrane rękawice ochronne powinny [10, 12, 13, 17-19]:

- posiadać odpowiedni poziom izolacyjności cieplnej w zakresie odporności na zimno konwekcyjne i kontaktowe (spełniać wymagania normy PN-EN 511:2009 [19] zgodnie z poziomami skuteczności przedstawionymi w tabeli 1),

Tabela 1. Poziomy skuteczności w zakresie odporności na zimno konwekcyjne i kontaktowe

Poziom skuteczności	Izolacyjność cieplna (odporność na zimno konwekcyjne) h_{TR} [m ² K/W]	Opór cieplny (odporność na zimno kontaktowe) R [m ² K/W]
1	$0,10 \leq h_{TR} < 0,15$	$0,025 \leq R < 0,050$
2	$0,15 \leq h_{TR} < 0,22$	$0,050 \leq R < 0,100$
3	$0,22 \leq h_{TR} < 0,30$	$0,100 \leq R < 0,150$
4	$0,30 \leq h_{TR}$	$0,150 \leq R$

- uwzględniać stopień aktywności pracownika i temperaturę otaczającego powietrza w kontekście wymaganego poziomu izolacyjności (zgodnie z rys. 2),



Rys. 2. Wymagania dotyczące izolacyjności rękawic przy trzech poziomach aktywności fizycznej (opracowane na podstawie normy PN-EN 511:2009 [19])

- być wykonane z materiałów elastycznych i odpornych na działanie niskiej temperatury (nieulegających uszkodzeniom pod wpływem niskiej temperatury),

- zapewniać wygodę użytkowania,
- umożliwiać manipulowanie palcami rąk (spełniać wymagania normy PN-EN ISO 21420:2020-09 [20] w zakresie zręczności palców ręki z założoną rękawicą),
- być odpowiednio dopasowane do rozmiaru ręki użytkownika (spełniać wymagania normy PN-EN ISO 21420:2020-09 [20] w zakresie badania wymiarów rękawic),
- charakteryzować się odpornością na czynniki mechaniczne (spełniać co najmniej pierwszy poziom odporności na ścieranie i rozdzieranie zgodnie z normą PN-EN 388+A1:2019-01 [21]).


Rękawice stanowiące ochronę przed zimnem powinny spełniać wymagania **normy PN-EN 511:2009**

3.2. Wpływ na sprawność manualną

Problem wpływu niskiej temperatury na sprawność manualną, a szczególnie efekt używania rękawic ochronnych w takich warunkach nie został wystarczająco poznany. Potrzebne są zatem dalsze badania w tym zakresie. Wychodząc naprzeciw tej potrzebie, w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy – Państwowym Instytucie Badawczym zrealizowano zadanie badawcze pt. *Badanie wpływu mikroklimatu chłodnego i zimnego na odpowiedzi fizjologiczne pracownika podczas wykonywania prac manualnych*, którego celem było określenie wpływu niskich wartości temperatury powietrza na wybrane wskaźniki fizjologiczne pracowników w środowisku chłodnym i zimnym.

Badania wpływu mikroklimatu zimnego prowadzono w dwóch wariantach temperatury powietrza (-1°C , $+5^{\circ}\text{C}$) w komorze klimatycznej, testując dwa typy rękawic ochronnych – A i B (różniące się poziomem skuteczności na zimno kontaktowe) (tabela 2).

Tabela 2. Rękawice o właściwościach izolacyjnych [18]

Rękawice A	Rękawice B
<p><i>rękawica biała</i>: rękawica o konstrukcji pięciopalcowej, wykonana z dzianiny z włókien syntetycznych o podwyższonych parametrach mechanicznych</p> <p><i>rękawica czarna</i>: rękawica pięciopalcowa wykonana z dzianiny typu polar, z włókien poliestrowych o właściwościach izolacyjnych</p>	<p><i>rękawica czarna</i> o konstrukcji pięciopalcowej, wykonana z włókien poliestrowych z akrylową podszewką, o podwyższonych właściwościach izolacyjnych; od strony zewnętrznej, w części grzbietowej i dłoniowej powleczone kauczukiem poliakrylonitrylowym o nierównej powierzchni zwiększającej chwyt w środowisku mokrym</p>
	

W badaniach udział wzięło 10 zdrowych mężczyzn (22 ± 3 lat), którzy ubrani w odzież do środowiska zimnego oraz rękawice przez 1 godzinę wykonywali precyzyjne czynności manualne (np. sortowanie według kolorów lub kształtów). Ochotnicy brali udział w 5 wariantach badania (tabela 3).

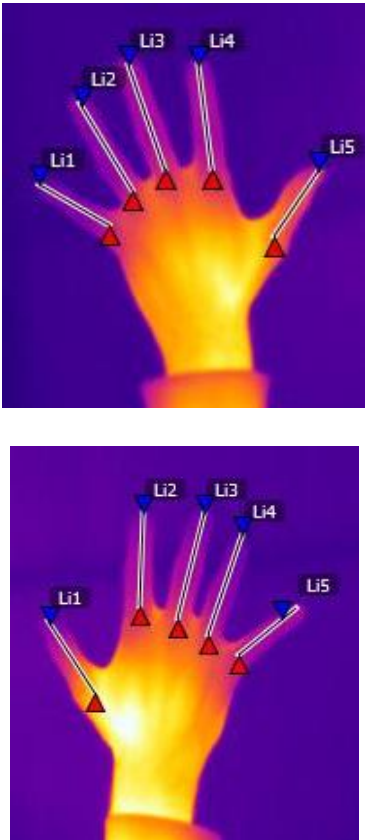
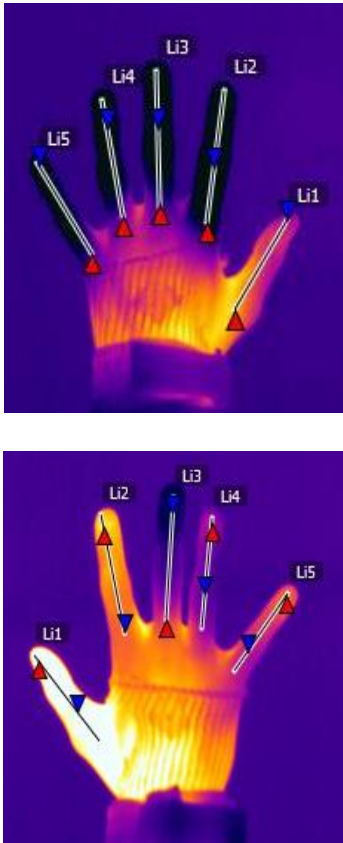
Tabela 3. Warianty badania

Wariant badania	Temperatura powietrza	Rękawice	Odzież	Parametry mikroklimatu
W1	+5°C	rękawice nr 1 (białe + czarne)	odzież ochronna	prędkość przepływu powietrza $V_a - 0,4 \text{ m/s}$ wilgotność względna powietrza RH 50-60%
W2	+5°C	rękawice nr 2		
W3	-1°C	rękawice nr 1 (białe + czarne)		
W4	-1°C	rękawice nr 2		
W5	+20°C	bez rękawic	odzież robocza	

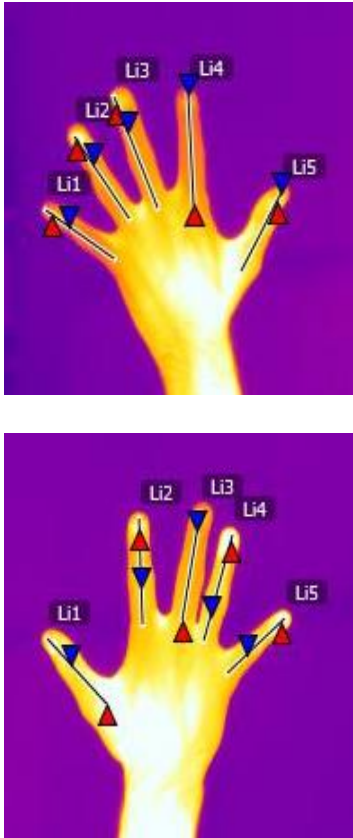
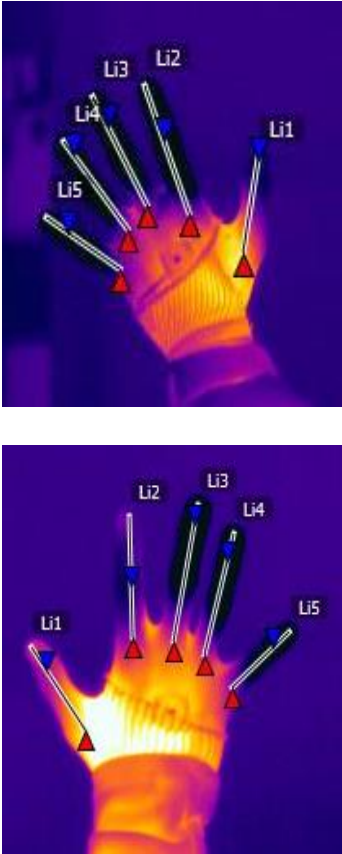
Na podstawie analizy pilotażowych wyników [18] wykazano, że zarówno temperatura otoczenia, jak i rodzaj rękawic ochronnych wpływają na sprawność manualną. Wykonane termogramy rąk, przed i po ekspozycji na środowisko zimne, wskazały na znaczny spadek temperatury skóry ręki mimo prawidłowego doboru rękawic (tabela 4).

Podczas badania wykazano, że kamera termowizyjna pozwala na szybkie wykrycie niepokojących zmian w rzeczywistych warunkach, nawet podczas pracy. Również analiza zmian temperatury skóry mierzonej bezprzewodowymi czujnikami i-button (na lewej i prawej ręce ochotników) oraz subiektywne oceny uczestników badania dotyczące odczuwania komfortu cieplnego na rękach wskazywały na w/w problem.

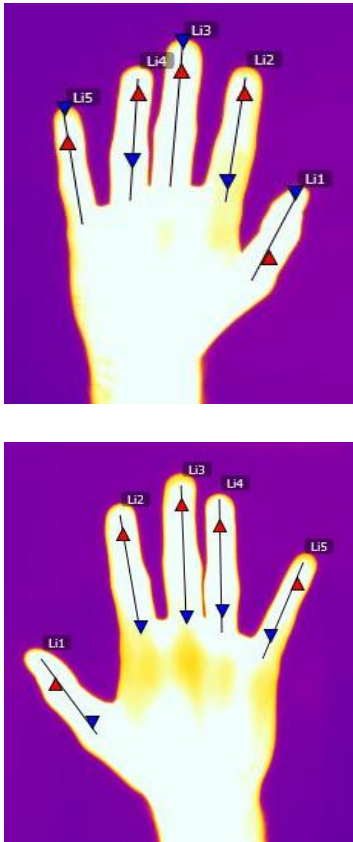
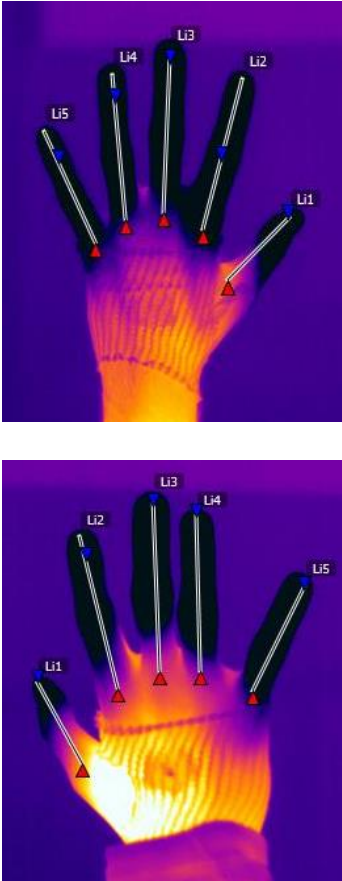
Tabela 4. Przykładowe termogramy rąk przed i po ekspozycji w komorze klimatycznej

Wariant	Przed ekspozycją	Po ekspozycji
W1: $t_a + 5^\circ\text{C}$ rękawice nr 1 (białe + czarne)		

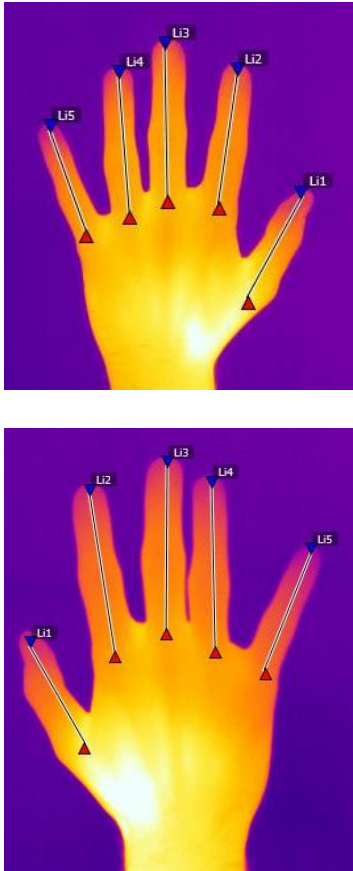
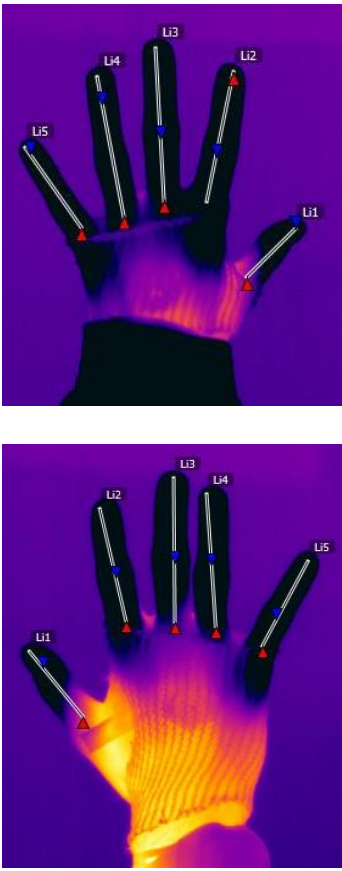


Wariant	Przed ekspozycją	Po ekspozycji
<p>W2: $t_a +5^\circ\text{C}$ rękawice nr 2</p>		



Wariant	Przed ekspozycją	Po ekspozycji
<p>W3: $t_a - 1^\circ\text{C}$ rękawice nr 1 (białe + czarne)</p>		

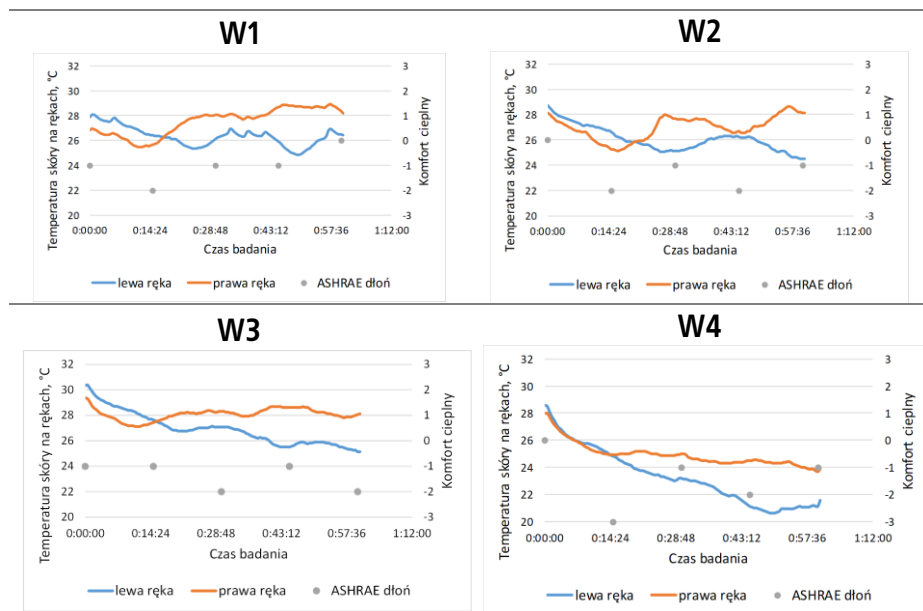


Wariant	Przed ekspozycją	Po ekspozycji
<p>W4: $t_a - 1^\circ\text{C}$ rękawice nr 2</p>		



Na poniższych wykresach (tabela 5) przedstawiono przebieg temperatury skóry dla poszczególnych wariantów badania dla losowo wybranego ochotnika.

Tabela 5. Przebieg zmian temperatury skóry na ręce prawej i ręce lewej ochotnika oraz odczucia komfortu cieplnego na rękach



Badania kamerą termowizyjną wykazały zmiany temperatury skóry na częściach dystalnych (palce rąk). Natomiast czujnik pomiaru temperatury skóry umiejscowiony na grzbiecie ręki wskazywał na największy spadek temperatury po 1-godzinnej ekspozycji na temperaturę -1°C , przy zastosowaniu rękawic nr 2. Wychłodzeniu uległa szczególnie lewa ręka.

Wraz ze spadkiem temperatury skóry na ręce dominującej, zmniejszał się odczuwany przez ochotnika komfort cieplny. Zmiana odczuć subiektywnych dotyczących komfortu cieplnego pokrywała się ze zmianami

temperatury na skórze ręki dominującej. Należy również zaznaczyć, iż rękawice nr 2 dawały na początku poczucie komfortu cieplnego (w odróżnieniu od zestawu rękawic nr 1), który wraz z czasem ekspozycji obniżał się.

Ogólne wskaźniki fizjologiczne wskazywały na to, iż 1-godzinna ekspozycja nie stanowiła dla ochotników znacznego obciążenia cieplnego. Temperatura wewnętrzna mierzona w przewodzie pokarmowym przez cały czas trwania badania mieściła się w zakresie $37 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$. W przypadku średniej ważonej temperatury skóry dla wariantów W1, W2 oraz W5 mieściły się w zakresie odczuwania komfortu cieplnego ($32\text{--}34^{\circ}\text{C}$). Na podstawie ocen odczuć subiektywnych – nie dochodziło do zawilgocenia skóry i odzieży.

Dobór rękawic do środowiska pracy i wykonywanych czynności jest bardzo ważny, ale też bardzo trudny. Przeprowadzone badania wykazały, że nawet przy stosowaniu odpowiedniej odzieży ochronnej i rękawic (spełniających wymagania normy PN-EN 511:2009 [19]) już po 1 godzinie ekspozycji na zimne środowisko mogą wystąpić zaburzenia w rozkładzie temperatury skóry palców, co może wpływać negatywnie na sprawność manualną.

Należy zauważyć, że podczas badań ekspozycja na środowisko zimne wynosiła tylko 1 godzinę, podczas gdy jedna zmiana w pracy trwa zwykle 8 godzin, co może zwiększać ryzyko wystąpienia zaburzeń w funkcjonowaniu rąk podczas pracy w zimnym/chłodnym mikroklimacie.

4. Zalecenia

Na podstawie przeprowadzonych badań oraz dostępnej literatury sformułowano zalecenia dotyczące zarówno stosowania odzieży ciepłochronnej, jak i rękawic chroniących przed wpływem środowiska zimnego na organizm pracownika [10, 17, 22-28].

4.1. Zalecenia dotyczące stosowania odzieży ciepłochronnej

Pracownicy i pracodawcy powinni:

- stosować odpowiednio dobraną do warunków pracy odzież ochronną ($IREQ_{min}$),
- osłaniać głowę/twarz (tam, gdzie jest to wskazane) – termiczna ochrona twarzy opóźnia chłodzenie palców i poprawia komfort termiczny podczas ekspozycji na zimne powietrze,
- zmieniać wilgotną odzież ochronną podczas pracy w zimnym mikroklimacie,
- wybierać wyłącznie odzież certyfikowaną.

4.2. Zalecenia dotyczące stosowania rękawic

Pracownicy i pracodawcy powinni:

- używać rękawic ochronnych spełniających wymagania normy PN-EN 511:2009 [19],
- wybierać rękawice ochronne charakteryzujące się odpowiednimi właściwościami izolacyjnymi, które zależą od konstrukcji rękawic oraz rodzaju i grubości materiałów zastosowanych w poszczególnych częściach rękawicy, a także aktywności fizycznej pracownika i temperatury otoczenia (rys. 2),
- stosować rękawice dopasowane do ręki użytkownika dla zapewnienia odpowiedniej sprawności i możliwości wykonywania czynności manualnych, gdyż rękawice nie powinny powodować ograniczenia możliwości wykonywania czynności zawodowych,
- dobierając rękawice o właściwościach ochronnych, uwzględniać czas ekspozycji, rodzaj powierzchni i kształt przedmiotu, którym pracownik manipuluje podczas czynności zawodowych,

- używać rękawic ochronnych prawidłowo dobranych pod względem rozmiaru do rąk użytkownika,
- zdjąć przed pracą z palców pierścionki, obrączki i inne ozdoby z rąk,
- sprawdzać rękawice ochronne przed założeniem pod względem uszkodzeń i zużycia – wymieniać rękawice, gdy mają oznaki zniszczenia np. rozcięcia, rozdarcia, dziury lub defekty,
- nie używać skażonych rękawic ochronnych; rękawice powinny być czyste, bez oznak uszkodzenia i zużycia,
- mieć zawsze czyste i suche ręce przed nałożeniem rękawic,
- unikać kontaktu bezpośredniego skóry z zimną powierzchnią (zwłaszcza metalową) poniżej -7°C ,
- używać (w miarę możliwości) ogrzewaczy do rąk na stanowisku pracy, aby okresowo dogrzewać dłonie.

4.3. Zalecenia dotyczące organizacji pracy

Pracownicy i pracodawcy powinni:

- wdrożyć harmonogram wymiany rękawic i innych jednorazowych środków ochrony osobistej, który obejmuje sprawdzanie degradacji materiałów, nadmiernego zużycia, rozdarcia lub innych czynników mogących zmniejszać ich skuteczność,
- zwiększać swoją wiedzę w zakresie zagrożeń związanych z pracą w zimnym mikroklimacie,
- zredukować (w miarę możliwości) wykonywanie czynności manualnych w bardzo niskich temperaturach,
- nie zapominać o okresowych badaniach lekarskich,
- wprowadzić międzystanowiskową rotację pracowników wykonujących prace wymagające doskonałej sprawności manualnej między cieplejszymi i zimniejszymi obszarami w ciągu jednej zmiany robo-

- czej; rotacja co 2 godziny pozwoli również na przerwy od ekspozycji na niższe temperatury,
- unikać długotrwałego stania lub siedzenia w zimnym otoczeniu,
 - wykonywać co jakiś czas ćwiczenia fizyczne (endogenne wytwarzanie ciepła przez umiarkowane i proste ćwiczenia podczas czynności roboczych może poprawić sprawność manualną),
 - robić często krótkie przerwy na odpoczynek w ciepłym miejscu odpoczynku.

5. Podsumowanie

Przeprowadzone badania wykazały, że już 1-godzinna ekspozycja na temperaturę -1°C czy $+5^{\circ}\text{C}$ (mimo zastosowanych odpowiednich rękawic i odzieży ochronnej) nie jest obojętna dla pracownika. Nie stanowi obciążenia zimnem, jednak powoduje wychłodzenie palców, co potwierdziły wykonane termogramy. W związku z ekspozycją pracowników na działanie niskiej temperatury oraz z uwagi na skutki jej oddziaływania na organizm człowieka należy stosować odpowiednio dobrane rękawice ochronne o właściwościach izolacyjnych. Należy jednak zwrócić uwagę, że stosowanie rękawic ochronnych może obniżyć sprawność manualną już podczas 1-godzinnej ekspozycji. Zmniejszenie sprawności do pracy może przekładać się bezpośrednio na bezpieczeństwo pracownika. Należy zatem zadbać o prawidłowy dobór rękawic (w kontekście właściwości termoizolacyjnych w celu ochrony przed stratą ciepła, przy jednoczesnym zapewnieniu wygody i komfortu pracy, tj. rozmiar rękawic powinien być dostosowany do wymiarów antropometrycznych pracownika). Jak wykazały badania, nawet prawidłowo dobrane rękawice ochronne mogą w niewystarczającym stopniu zabezpieczyć pracownika przed obniżeniem temperatury palców podczas pracy w środowisku zimnym. Należy rozważyć taki dobór rękawic,

by zwiększanie ciepłochronności nie odbywało się kosztem zmniejszenia możliwości wykonywania w nich określonej (wymaganej, niekiedy precyzyjnej) pracy. Ważne są tutaj dialog i współpraca z pracownikami.

Świadomość powyższych problemów i wiedza na temat wpływu mikroklimatu zimnego na sprawność manualną oraz opracowane zalecenia pozwolą na kształtowanie bezpiecznych warunków pracy.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy. Dz.U. z 2018 r. poz. 1286 (z późn.zm.).
- [2] PN-EN ISO 11079:2008. Ergonomia środowiska termicznego – Wyznaczanie i interpretacja stresu zimna z uwzględnieniem wymaganej izolacyjności cieplnej odzieży (IREQ) oraz wpływu wychłodzenia miejscowego.
- [3] PN-EN 342:2018. Odzież ochronna – Zestawy odzieżowe i wyroby odzieżowe chroniące przed zimnem.
- [4] PN-EN 14058:2018-02. Odzież ochronna – Wyroby odzieżowe chroniące przed chłodem.
- [5] Kazanowska D, Kazimierowska-Wasiołek M, Pragacz M. Warunki pracy w 2020 roku. Warszawa-Gdańsk: Główny Urząd Statystyczny; 2021.
- [6] Ray M, King M, Carnahan H. A review of cold exposure and manual performance: Implications for safety, training and performance. Saf Sci. 2019;115:1-11.
- [7] Irzmańska E, Kropidłowska P, Adamus-Włodarczyk A. Chemical Hand Warmers in Protective Gloves: Design and Usage. Autex Res J. 2021;21(1):13-19.
- [8] Irzmańska E. Rękawice ochronne w zimnym środowisku pracy. Promotor BHP. 2019;12.

- [9] PN-EN ISO 9886:2005. Ergonomia – Ocena obciążenia termicznego na podstawie pomiarów fizjologicznych.
- [10] Makowiec-Dąbrowska T, Bogdan A, Kurczewska A, et al. Bezpieczna praca w zimnym mikroklimacie. Warszawa: CIOP-PIB; 2007.
- [11] Bogdan A, Marszałek A, Bugajska J, et al. Oddziaływanie środowiska termicznego na organizm człowieka. Warszawa: CIOP-PIB; 2012.
- [12] Młynarczyk M, Orysiak J, Irzmańska E. Wpływ ekspozycji na zimno na sprawność manualną pracownika używającego rękawic ochronnych. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka. 2021;7:22-26.
- [13] Irzmańska E, Wójcik P, Adamus-Włodarczyk A. Manual work in cold and environments and its impact on selection of materials for protective gloves based on workplace observations. Appl Ergon. 2018;68:86-196.
- [14] Marszałek A. Wpływ zimnego środowiska na organizm człowieka. Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka. 2009;1:10-12.
- [15] Basak T, Sahin G, Demirtas A. Comparison of surgical gloves: Perforation, satisfaction and manual dexterity. Int J Occup Saf Ergon. 2022;28(2):1160-1166.
- [16] Sari H, Gartner M, Hoefft A, et al. Glove thermal insulation: Local heat transfer measures and relevance. Eur J Appl Physiol. 2004;92:702-705.
- [17] Saedpanah K, et al. Empirical study of the manual performance disability caused by exposure to extreme cold air among auto mechanic workers. Int J Occup Hyg. 2018;10(4):179-190.
Dostęp: <https://ijoh.tums.ac.ir/index.php/ijoh/article/view/377>
- [18] Orysiak J, Młynarczyk M, Irzmańska E. The Impact of Protective Gloves on Manual Dexterity in Cold Environments-A Pilot Study. Int J Environ Res Public Health. 2022;19(3):1637.
- [19] PN-EN 511:2009. Rękawice chroniące przez zimnem.
- [20] PN-EN ISO 21420:2020-09. Rękawice ochronne – Wymagania ogólne i metody badań.
- [21] PN-EN 388+A1:2019-01. Rękawice chroniące przed zagrożeniami mechanicznymi.

- [22] Ceballos D, Mead K, Ramsey J. Recommendations to Improve Employee Thermal Comfort When Working in 40°F Refrigerated Cold Rooms. *J Occup Environ Hyg.* 2015;12(9):D216-D221.
- [23] Safety and Health Council of NC (North Carolina). Hand safety in the workplace.
Dostęp: <https://precast.org/wp-content/uploads/2015/03/Safety-at-Hand.pdf>
- [24] The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Cold Stress – Recommendations.
Dostęp:
<https://www.cdc.gov/niosh/topics/coldstress/recommendations.html>
- [25] Drabek T, Boucek CD, Buffington CW. Wearing the wrong size latex surgical gloves impairs manual dexterity. *J Occup Environ Hyg.* 2010;7:152-155.
- [26] O'Brien C, Castellani JW, Sawka MN. Thermal face protection delays finger cooling and improves thermal comfort during cold air exposure. *Eur J Appl Physiol.* 2011;111(12):3097-3105.
- [27] Muller MD, et al. The influence of interval versus continuous exercise on thermoregulation, torso hemodynamics, and finger dexterity in the cold. *Eur J Appl Physiol.* 2010;109(5):857-867.
- [28] Imamura R, Rissanen S, Kinnunen M, et al. Manual performance in cold conditions while wearing NBC clothing. *Ergonomics.* 1998;41(10):1421-1432.
Dostęp:
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/001401398186180>

Zapraszamy na strony internetowe CIOP-PIB
oraz na stronę Pracowni Obciążeń Termicznych CIOP-PIB
w serwisie Facebook: www.facebook.com/pracowniaot,
#pracowniaot