

Zagrożenie zimnym środowiskiem w aspekcie wieku pracownika i parametrów odzieży ciepłochronnej

W artykule przedstawiono problemy dotyczące doboru odzieży ciepłochronnej w zimnym środowisku, związane ze znacznymi różnicami osobniczymi (wiek, płeć, budowa fizyczna, wydolność fizyczna). Omówiono wyniki badań z udziałem kobiet i mężczyzn w różnym wieku, zatrudnionych w zimnym środowisku – osoby badane wykonywały w warunkach laboratoryjnych czynności odzwierciedlające pracę na rzeczywistych stanowiskach. Podkreślono konieczność różnicowania odzieży ochronnej w zależności od indywidualnych potrzeb, a także uwzględniania zasad związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa pracy w zimnym środowisku.

Cold environment hazard in the aspect of employee's age and protective clothing parameters

This article presents problems connected with protective clothing in a cold environment. They concern large personal differences (age, gender, physical characteristic of the body, physical capacity). It discusses results of studies with women and men in different ages, working in a cold environment. The participants divided into comparable age groups (younger and older), wore the same clothing and, in laboratory conditions, did tasks at workstands that resembled real ones. The test showed it was necessary to ensure different protective clothing according to individual requirements and to consider principles connected with safe work in a cold environment.



Fot. Piotr Marciniak/Bigstockphoto

Wstęp

Zimne środowisko pracy jest poważnym czynnikiem zagrożenia występującym zarówno w pomieszczeniach pracy, jak i na zewnątrz budynków. W pomieszczeniach czynnik ten występuje przez cały rok, przy czym w porze letniej różnice temperatury w pomieszczeniach pracy i na zewnątrz budynków mogą być znaczące. Warunki klimatyczne w pomieszczeniach są stałe, wobec tego łatwiej jest dostosować sposób ochrony pracownika, a w konsekwencji łatwiej zarządzać ryzykiem. Praca na otwartej przestrzeni wiąże się natomiast z sezonową ekspozycją na zimne środowisko, przy czym narażenie to może mieć zmienną intensywność.

Na działanie zimnego środowiska są narażeni pracownicy różnych zawodów, ale stopień ochrony przed zimnem zapewniany przez

odzież ciepłochronną bądź ogrzewanie pomieszczeń może być ograniczane wymogami stanowisk pracy.

Magazyny chłodnicze są najczęściej spotykanym sztucznym i zimnym środowiskiem pracy. Praca w sztucznych warunkach zimnego środowiska może być bardziej obciążająca dla pracowników niż ta warunkowana zmiennością sezonową. Wynika to z faktu, że – z wyjątkiem pory zimowej – na pracownika oddziałują duże różnice temperatur powietrza w zimnym pomieszczeniu i na zewnątrz budynków. Szczególnie latem różnice te osiągają znaczące wartości [1].

Oddziaływanie zimnego środowiska na pracownika może wiązać się z ekspozycją na zimne powietrze, dotyczącą całego ciała, lub być skutkiem bezpośredniego kontaktu z zimnymi powierzchniami [2]. Przedłużona ekspozycja na zimno często może wiązać się

z niewystarczającą ciepłochronnością odzieży lub zbyt małą intensywnością pracy. Skutkuje to wychłodzeniem ciała, a czynnikami je pogłębiającymi są ruch powietrza i zimna woda, które zwiększają konwekcyjną utratę ciepła.

Z badań opisanych przez Parsonsa [3] wynika, że u osób starszych częściej niż u młodych stwierdza się większą zachorowalność i umieralność z powodu stresu wywołanego zimnem. Wyniki niektórych badań wskazują [4], że przyczyną tego zjawiska może być większy spadek temperatury wewnętrznej u osób starszych niż u młodych. Z innych badań [5] wynika, że także takie cechy organizmu, jak sprawność fizyczna i budowa ciała (masa mięśni, grubość tkanki tłuszczowej), mogą w większym stopniu wpływać na słabsze reakcje termoregulacyjne osób starszych niż sam wiek. Są też badania [6] wskazujące, że starsi mężczyźni, u których nie stwierdzono większej

masy tkanki tłuszczowej, generalnie mają mniejszą zdolność do utrzymania poziomu temperatury wewnętrznej na niezmiennym poziomie niż młodzi mężczyźni.

Zgodnie z zaleceniami normy PN-EN ISO 11079:2008 [7], w celu dobrania odzieży ciepłochronnej do pracy w zimnym środowisku wyznacza się izolacyjność cieplną takiej odzieży, uwzględniając intensywność pracy i warunki środowiska termicznego. Nie uwzględnia się jednak zróżnicowania między pracownikami ze względu na płeć, wiek, budowę ciała czy wydolność fizyczną.

Badania pracowników w zimnym środowisku

Celem badań przeprowadzonych w CIOP-PIB było określenie reakcji na zimne środowisko u pracowników młodszych, poniżej 40 roku życia, i starszych – w wieku powyżej 40 lat. W badaniach uczestniczyły zarówno kobiety, jak i mężczyźni, łącznie 20 osób, po 5 w każdej grupie [8].

Osoby badane były ubrane w jednolity sposób (od bielizny do warstwy zewnętrznej), zależny od warunków środowiska, w którym przeprowadzano badanie.

Podczas badań rejestrowano zmiany takich wskaźników fizjologicznych, jak: temperatura wewnętrzna i temperatura skóry, częstość skurczów serca i ciśnienie tętnicze krwi, oraz określano temperaturę i wilgotność pod warstwą bielizny. Określano też odczucia ciepłe całego ciała oraz obszaru rąk i stóp. Mierzono również maksymalną siłę ściskania dłonią przed i po ekspozycji na zimne środowisko.

Porównanie grup starszych i młodszych osób nie wykazało istotnych statystycznie różnic w poziomie badanych wskaźników fizjologicznych. Zaobserwowane zostały jednakże wyraźne tendencje dotyczące kierunku zmian wskaźników, które umożliwią określenie ich ewentualnego wpływu na tolerancję pracy w zimnym środowisku w warunkach stosowania jednakowych zestawów odzieży ochronnej dla obu badanych grup, reprezentujących inne przedziały wiekowe.

Badania mężczyzn

Badania przeprowadzono w warunkach symulujących pracę związaną z ekspedycją towarów w temperaturze powietrza 0 °C oraz w warunkach odzwierciedlających pracę w magazynach chłodniczych (mroźniach) w temperaturze powietrza -20 °C.

W pierwszym przypadku pracownicy przynosili towar, przemieszczali się bez niego lub stali, zaś w drugim – siedzieli, symulując jazdę wózkiem widłowym lub przemieszczali się. Dodatkowo, ci ostatni kilkakrotnie zmieniali pomieszczenie na cieplejsze (temperatura

powietrza 24 °C), podobnie jak na rzeczywistych stanowiskach pracy. Niektóre czynności wykonywane podczas badań są pokazane na fot. 1. i 2.

Badania przeprowadzone wśród mężczyzn, w warunkach temperatury powietrza 0 °C, nie wykazały istotnych statystycznie różnic mierzonych parametrów w zależności od wieku. Stwierdzono jednakże tendencję do większego przyrostu temperatury wewnętrznej u mężczyzn starszych. Wskazywało to na zbyt dużą izolacyjność cieplną odzieży zastosowanej w warunkach badania tej grupy osób, tj. w warunkach środowiska termicznego i intensywności wykonywanej pracy. Jednocześnie zaobserwowano większą intensywność pocenia się u starszych mężczyzn, co wiązało się z większą akumulacją ciepła i koniecznością jego usunięcia z organizmu. Wyniki te są zgodne z oceną odzieży stosowanej w badaniach. Wykazała ona, że zmierzone wartości jej izolacyjności cieplnej były wyższe od wymaganych do zastosowanego schematu badań, określonych zgodnie z normą PN-EN ISO 11079:2008 [7] i odpowiadających organizacji czynności na stanowiskach pracy.

W związku z większym poceniem się starszych mężczyzn zaobserwowano też większą wilgotność powietrza pod ich bielizną, zarówno na obszarze tułowia, jak i kończyn. Ponadto temperatura powietrza pod ich bielizną była nieco niższa niż u młodszych mężczyzn.

Starsi mężczyźni odczuwali coraz większe wychłodzenie ciała w trakcie trwania ekspozycji na zimne środowisko. Można to tłumaczyć tym, że większa intensywność pocenia się powodowała większe zawilgocenie odzieży, co skutkowało zmniejszeniem izolacyjności cieplnej wilgotnej odzieży, a w konsekwencji większym wychłodzeniem ciała. Oceny odczuć cieplnych były bliskie komfortu w obu badanych grupach, przy nieco wyższych ocenach u osób starszych. Jednakże starsi mężczyźni mieli gorsze odczucia ciepłe rąk i stóp, co mogło być skutkiem większego wychłodzenia tych części ciała. To przypuszczenie zostało potwierdzone wynikami pomiaru temperatury na opuszkach zarówno palca, jak i palucha. U starszych mężczyzn temperatura tych obszarów zmniejszała się szybciej.

Na podstawie wyników badań innych autorów [6] można wyjaśnić zaobserwowane zjawisko. Wskazują one, że szybsze wychłodzenie rąk i stóp u starszych mężczyzn świadczy o gorszej redukcji przepływu krwi w skórze, co skutkuje większym oddawaniem ciepła z organizmu. Jednak, gdy zimne środowisko jest bardziej surowe lub czas ekspozycji wydłuża się, wówczas u starszych osób może nastąpić redukcja obwodowego przepływu krwi do takiego samego poziomu, jak u osób młodszych [9].



Fot. 1. Przenoszenie paczki o masie 10 kg w warunkach temperatury powietrza 0 °C

Photo 1. Carrying at 10-kg parcel at 0 °C



Fot. 2. Symulacja jazdy wózkiem widłowym w warunkach temperatury powietrza -20 °C

Photo 2. Sitting simulating forklift truck driving at -20 °C

Z badań przeprowadzonych w CIOP-PIB wynika, że starsi mężczyźni mają też gorsze parametry ciśnienia tętniczego krwi i to zarówno skurczowego, jak i rozkurczowego, a w konsekwencji – średniego ciśnienia tętniczego krwi. Jest to potwierdzeniem dobrze znanych faktów, opisanych w literaturze [10]. Starsi mężczyźni doznawali większego obciążenia fizjologicznego, gdyż wzrastała częstość skurczów ich serc.

Starsi mężczyźni mieli również większą wartość tkanki tłuszczowej, a co za tym idzie –



Fot. 3. Czynności związane z segregowaniem małych elementów w warunkach temperatury powietrza -1°C
Photo 3. Activities connected with sorting small elements at -1°C



Fot. 4. Przenoszenie paczki o masie 10 kg w warunkach temperatury powietrza -1°C
Photo 4. Carrying at 10-kg parcel at -1°C

większy wskaźnik masy ciała (BMI), wyliczany z masy i wysokości ciała. Ta przyczyna mogła wpłynąć na ich lepszą tolerancję zimnego środowiska. Skład ciała, podobnie jak jego rozmiary i kształt, wpływają na utratę ciepła z organizmu. Z reguły osoby z dużą zawartością tkanki tłuszczowej są bardziej odporne

na wychłodzenie ciała niż osoby szczupłe. Osoby otyłe tolerują także niższe temperatury powietrza bez drżenia mięśniowego [5].

Wyniki badań w temperaturze powietrza -20°C wskazują na mniej wyraźne różnice między osobami w różnym wieku w zakresie temperatur ciała i skóry niż wyniki badań w temperaturze powietrza otoczenia 0°C . Większe różnice zaobserwowano w temperaturze skóry na opuszkach palucha. Wychłodzenie palców rąk u starszych mężczyzn następowało szybciej niż u młodszych.

Najbardziej wyraźne różnice między badanymi grupami mężczyzn dotyczyły dynamiki reakcji układu krążenia krwi. Większe były średnie poziomy skurczowego, rozkurczowego oraz średniego ciśnienia tętniczego krwi u mężczyzn starszych niż u młodszych, a różnice te były większe przy temperaturze powietrza -20°C niż w temperaturze 0°C . Obserwowano również większe poziomy częstotliwości skurczów serca w tej grupie mężczyzn, a różnice zwiększały się wprost proporcjonalnie do czasu trwania ekspozycji. Jak już stwierdzono, wyniki te są zgodne z wynikami badań innych autorów [10], które wskazują, że u nieaklimatyzowanych młodych osób opór obwodowy pozostaje niezmienny podczas ekspozycji na zimne środowisko, a średnie ciśnienie tętnicze zwykle rośnie, natomiast u osób starszych reakcją na zimne środowisko jest wyższe skurczowe i rozkurczowe ciśnienie tętnicze. Tak więc, zimne środowisko stanowi większe zagrożenie dla osób starszych, gdyż w tej grupie częściej występuje nadciśnienie tętnicze.

U starszych mężczyzn zaobserwowano niższą temperaturę powietrza pod bielizną na obszarze pleców, ale panowała tam większa wilgotność powietrza, a zawilgocona odzież ułatwiała odpływ ciepła, co skutkowało wychłodzeniem tej przestrzeni.

Potwierdzeniem wyników pomiaru temperatury i wilgotności pod odzieżą były oceny subiektywne odczuć cieplnych. Starsi mężczyźni ocenili intensywniej te odczucia, zarówno w warunkach środowiska umiarkowanego – w laboratorium, jak i w zimnym środowisku, co wskazywało, że było im cieplej w cieplejszym środowisku i chłodniej w zimnym środowisku niż mężczyznom młodszych. Oceny subiektywne odnoszące się do stóp potwierdziły wyniki uzyskane na podstawie pomiaru temperatury w tym obszarze, wskazujące na utrzymywanie ich ciepłoty na niezmiennym poziomie u starszych mężczyzn. Ponadto odczucia cieplne całego ciała u starszych mężczyzn były lepsze niż u młodszych, ale pogarszały się szybciej. Starsi mężczyźni w mniejszym stopniu odczuwali komfort cieplny niż młodszy, podając nieco wyższe oceny odczuć cieplnych, co mogło być związane z większym zawilgoceniem

odzieży i wynikającym z tego faktu większym wychłodzeniem ciała w zimnym środowisku, spowodowanym większą utratą ciepła.

Badania kobiet

Kobiety uczestniczyły w badaniach, których warunki odzwierciedlały środowisko pracy w przedsiębiorstwach przetwórstwa owoców i warzyw. Symulowano w nich prace ręczne wykonywane w pozycji stojącej nieruchomo lub w trakcie przemieszczania się. Ruch powietrza, który mógł im towarzyszyć, odtworzono w warunkach laboratoryjnych.

Badania przeprowadzono w temperaturze powietrza -1°C przy prędkości ruchu powietrza $0,3$ lub $0,8\text{ ms}^{-1}$. Przykładowe czynności wykonywane podczas badań przedstawiono na fot. 3 i 4.

Porównanie charakterystyki budowy fizycznej kobiet wykazało, że kobiety starsze miały istotnie statystycznie większą zawartość podskórnej tkanki tłuszczowej niż kobiety młodsze, a także istotnie statystycznie mniejszą wydolność fizyczną, która w odniesieniu do tej grupy wiekowej oznaczała małą wydolność fizyczną w porównaniu z młodszymi kobietami, których wydolność została oceniona na dość małą (wyższa kategoria).

Podobnie jak u mężczyzn, badania kobiet w zimnym środowisku nie wykazały istotnych statystycznie różnic w reakcjach fizjologicznych zarówno przy mniejszej ($0,3\text{ ms}^{-1}$), jak i większej ($0,8\text{ ms}^{-1}$) prędkości ruchu powietrza. Przy mniejszej prędkości ruchu powietrza porównanie wartości średnich mierzonych parametrów fizjologicznych wskazało na niewiele niższą temperaturę wewnętrzną (o $0,3^{\circ}\text{C}$) u kobiet starszych niż u młodszych. W literaturze fachowej taka reakcja jest tłumaczona jako słabsza możliwość wytwarzania ciepła u starszych kobiet. Dodatkowo wpływ może mieć również ich mniejsza wydolność fizyczna [1].

U starszych kobiet średnia ważona temperatura skóry nie zmieniała się w czasie ekspozycji, podczas gdy u młodszych zmniejszała się, co wskazuje, że młodsze kobiety były bardziej narażone na wychłodzenie. Z kolei temperatura na skórze palca wskazującego ręki nieco zwiększała się u kobiet starszych, a więc ręce były coraz cieplejsze, zaś u młodszych utrzymywała się na obniżonym poziomie. Wykazano też nieco wyższy poziom pocenia się u starszych kobiet, a zatem w tej grupie izolacyjność stosowanej odzieży była za duża. Potwierdziły to opinie badanych kobiet ze starszej grupy. Po zakończeniu badania kobiety twierdziły, że było im za ciepło. Poza tym wyższa była temperatura pod ich bielizną na tułowiu oraz większa wilgotność pod bielizną zarówno na tułowiu, jak i na kończynach (w porównaniu z wynikami dla młodszych kobiet).

Różnice temperatury wewnętrznej były niewielkie, w granicach odchylenia standardowego. Nie były istotne statystycznie, jednak brak zmian temperatur na skórze i wyższe temperatury pod bielizną oraz zwiększone pocenie się u starszych kobiet wskazują raczej na gromadzenie ciepła niż jego oddawanie.

W czasie badań stwierdzono nieco wyższe skurczowe i średnie ciśnienie tętnicze krwi u kobiet starszych, co jest zgodne z wynikami badań innych autorów [10]. Jak stwierdzili Young i Lee [6] zwiększone ciśnienie tętnicze w reakcji na zimne środowisko, które występują u osób starszych, wydaje się związane raczej ze spadkiem wydolności fizycznej niż z wiekiem. Również częstość skurczów serca była nieco większa u starszych kobiet przy większej intensywności wysiłku, wskazując na większe obciążenie fizjologiczne tej grupy osób. Można to wiązać z mniejszą wydolnością, jak również mniejszą masą mięśniową starszych kobiet. Ten drugi wskaźnik nie był badany w opisywanej pracy, ale takie dane przycząją inni autorzy [11].

Subiektywne oceny ciepła całego ciała i ciepła rąk wskazywały na większą intensywność pozytywnych odczuć ciepła u starszych kobiet niż u młodszych. W obu grupach zaobserwowano natomiast intensyfikowanie się gorszych odczuć ciepłych stóp, przy czym odczucia te zmieniały się wolniej u kobiet starszych. Uwzględniając warunki badania, starsze kobiety oceniły je jako bliskie komfortu, a młodsze wskazywały na dyskomfort z powodu chłodu.

Badania prowadzone w warunkach większej prędkości ruchu powietrza ($0,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) wykazały, że różnice między grupami kobiet generalnie pozostały jakościowo takie same jak przy mniejszej prędkości, zmniejszyła się jednak ich intensywność. Mniejsze było zróżnicowanie w zakresie temperatury wewnętrznej, średniej ważonej temperatury skóry i temperatury pod odzieżą. W stosunkowo niewielkim stopniu mniejsze zróżnicowanie dotyczyło wilgotności pod bielizną na tułowie, natomiast dużo niższy niż przy mniejszej prędkości ruchu powietrza był poziom wilgotności na kończynach u starszych kobiet. Jednak u starszych kobiet wilgotność powietrza pod bielizną zwiększała się w czasie badania, a u kobiet młodszych – nieco malała. Ta sytuacja wskazuje, że ubiór kobiet starszych miał za dużą izolacyjność w stosunku do potrzeb, a u młodszych kobiet wprost przeciwnie – za małą.

W warunkach większej prędkości ruchu powietrza ciśnienie skurczowe krwi oraz częstość skurczów serca przy wysiłkach o większej intensywności również były większe u starszych kobiet. Te wyniki są zgodne z wynikami innych autorów, przytoczonymi wcześniej [6, 7].

Odczucia ciepłe przy większym ruchu powietrza wskazały, że starsze kobiety odczuwały pewną nadwyżkę ciepłochronności na tułowie, ale w trakcie badania marzły im ręce i stopy, podobnie jak kobietom młodszy. Jednakże obie grupy rozpoczynały badanie od innego poziomu ocen. Kobiety starsze określały jako komfortowe swoje odczucia początkowe – było im od początku cieplej niż kobietom młodszy. Ocena komfortu wypadła korzystniej u kobiet starszych. Kobiety młodsze oceniły warunki badań jako mniej komfortowe i odczuwały większą potrzebę zmiany temperatury otoczenia na wyższą.

Badania siły ścisku rąk

Zarówno u kobiet, jak i mężczyzn mierzono maksymalną siłę ścisku rąk przed i po ekspozycji na zimne środowisko. Wyniki pomiarów wykazały, że brak jest statystycznie istotnych różnic w poziomie maksymalnej siły ścisku między badanymi grupami kobiet i mężczyzn w różnym wieku. Nie stwierdzono również takich różnic, porównując tę siłę przed ekspozycją i po jej zakończeniu. W większości przypadków można zaobserwować tendencję do zmniejszania się wartości maksymalnej siły ścisku po ekspozycji na zimne środowisko, zarówno u mężczyzn, jak i kobiet, w porównaniu z warunkami przed ekspozycją. Wyniki badań Tojihara [1] również wykazały brak istotnych statystycznie różnic w poziomie siły ścisku, zależnych od wieku, po ekspozycji na zimne środowisko. Autor wykazał jedynie występowanie takich różnic w przypadku pracy wykonywanej nocą, gdy prace manualne są bardziej zależne od spadku temperatury całego ciała.

Podsumowanie

Zapewnienie komfortu cieplnego w zimnym środowisku jest uwarunkowane dostarczeniem pracownikom odzieży ciepłochronnej, której izolacyjność cieplna powinna odpowiadać intensywności wykonywanej pracy. Dodatkowo, wymagania pracowników odnośnie do odzieży ochronnej są zależne od indywidualnych wymagań: wieku, płci i budowy fizycznej oraz wydolności fizycznej użytkownika.

Odzież ciepłochronna o jednakowej izolacyjności cieplnej dla wszystkich pracowników pracujących w takich samych warunkach jest, niezależnie od wieku, gorzej oceniana przez osoby otyłe. Dotyczy to zarówno ocen subiektywnych, jak i intensywności pocenia, które jest w tym przypadku większe niż u osób szczupłych. Intensywne pocenie powoduje zawilgocenie odzieży i zmniejsza jej izolacyjność, pogarszając właściwości ochronne.

Wyniki badań symulujących pracę osób zatrudnionych w zimnym środowisku wska-

zują, że pracownicy starsi, którzy mają większą zawartość podskórnej tkanki tłuszczowej, mogą nawet akumulować ciepło w warunkach zimnego środowiska, natomiast u szczupłych osób młodych następuje wychłodzenie ciała.

Dobrym rozwiązaniem byłoby indywidualne modyfikowanie odzieży ciepłochronnej, aby precyzyjnie dobrać jej ciepłochronność w zmieniających się warunkach związanych z wykonywaną pracą i w zależności od różnic osobniczych. Niezbędny jest precyzyjny nadzór lekarski nad osobami eksponowanymi na zimne środowisko – niezależnie od ich wieku – ze względu na ryzyko występowania schorzeń układu sercowo-naczyniowego. Nie mniej ważne są także inne zasady zapewnienia bezpieczeństwa w zimnym środowisku, m.in. zapewnienie ciepłych pomieszczeń, posiłków regeneracyjnych i napojów, nadzór nad warunkami pracy (środowisko termiczne i intensywność pracy, przerwy w pracy). Zasady te zostały omówione w poradniku „Praca w zimnym środowisku a wiek pracownika” [4].

PIŚMIENICTWO

- [1] Tojihara Y. *Work in artificial cold environments*. "J. Physiol. Anthropol. Appl. Human Sci." 2005, 24 (1), s. 73-76
- [2] Mäkinen T. M., Hassi J. *Health problems in cold work*. "Industrial Health" 2009, 47, s. 207-220
- [3] Parsons K. *Human thermal environment* Taylor & Francis, London and New York, 2003
- [4] Marszałek A. *Praca w zimnym środowisku a wiek pracownika. Zalecenia higieniczne*. CIOP-PIB, Warszawa 2010
- [5] Toner M. M., McArdle W. D. *Physiological adjustment of man to the cold* [w] K. B. Pandolf, M. N. Sawka, R. R. Gonzales *Human performance physiology and environment medicine at terrestrial extremes*, pp. 361-399. Indianapolis, Benchmark Press, 1988
- [6] Young A. J., Lee D. T. *Ageing and human cold tolerance*. "Exp. Aging Research" 1997 23 (1), s. 45-67
- [7] PN-EN ISO 11079:2008. Ergonomia środowiska termicznego – Wyznaczenie i interpretacja stresu termicznego wynikającego z ekspozycji na środowisko zimne z uwzględnieniem wymaganej izolacyjności cieplnej odzieży (IREQ) oraz wpływu wychłodzenia miejscowego
- [8] Marszałek A. Opracowanie zasad ustalania rytmu pracy w zimnym środowisku dla osób w różnym wieku w celu ograniczenia dyskomfortu cieplnego, zadanie 8.S.03, 2008-2010
- [9] Wagner J.A., Robinson S., Marino R.P. *Age and temperature regulation of humans in neutral and cold environments*. *J. Appl. Physiol.* 1974, 37, s. 562-565
- [10] Inoue Y., Nakao M., Araki T., Ueda H. *Thermoregulatory responses of young and older men to cold exposure*. "Europ. J. Appl. Physiol." 1992, 65, s. 492-498
- [11] Kozłowski S., Nazar K. *Wprowadzenie do fizjologii klinicznej*. PZWL, Warszawa 1999

Publikacja opracowana na podstawie wyników I etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2008-2010 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.