

Zimne środowisko

– sposoby zabezpieczenia organizmu człowieka przed oddziaływaniem zimna



Fot. Arkady Chubykin/Bigstockphoto

W artykule przedstawiono zasady oceny obciążenia cieplnego człowieka w zimnym środowisku dotyczące zarówno wychłodzenia ogólnego, jak i lokalnego. Opisano też czynniki wpływające na zróżnicowanie wymagań pracowników odnośnie ciepłochronności odzieży ochronnej. Wyszczególniono czynniki pozwalające zachować równowagę cieplną w zimnym środowisku.

A cold environment – its specificity and ways of protecting the human body against the adverse effects of the cold

This article presents the principles of assessing thermal load in a cold environment. It also discusses why different workers require different thermal insulation of protective clothing. Elements that help to maintain thermal balance in a cold environment are listed.

Wprowadzenie

Zimne środowisko występuje m.in. na stanowiskach pracy w pomieszczeniach, w których przetwarza się lub przechowuje żywność (chłodnie i mroźnie) lub na otwartej przestrzeni, jeśli praca wykonywana jest poza budynkami, w sezonie zimowym. Ochrona człowieka przed niekorzystnymi skutkami działania zimna wiąże się z zapewnieniem odzieży ciepłochronnej, natomiast organizm dysponuje również mechanizmami fizjologicznymi, które umożliwiają wytwarzanie ciepła, chociaż nie w każdej sytuacji są one jednakowo efektywne.

W artykule omówiono m.in. charakterystykę zimnego środowiska termicznego oraz metodę dokonywania oceny obciążenia cieplnego człowieka nań ekspozowanego. Zwrócono uwagę, że ocena powinna uwzględniać zarówno oddziaływanie ogólne, jak i lokalne.

Składowe zimnego środowiska i ocena obciążenia cieplnego w tych warunkach

Parametry zimnego środowiska, wpływające na gospodarkę cieplną pracownika to, zgodnie z PN-EN 7726:2001: temperatura, prędkość ruchu i wilgotność powietrza oraz średnia temperatura

promieniowania¹. O zimnym środowisku mówimy wtedy, kiedy temperatura powietrza utrzymuje się poniżej 10°C [1]. Trzeba w tym miejscu również zauważyć, że wszystkie parametry powietrza w pomieszczeniach zmieniają się nieznacznie, jako że warunki są tam regulowane (w odróżnieniu od otwartej przestrzeni, gdzie ich zakres jest niezależny od człowieka).

Parametry powietrza mierzy się za pomocą aparatury pomiarowej z uwzględnieniem wymagań dotyczących sond pomiarowych, które są zawarte w normie PN-EN 7726:2001 [2].

Zgodnie z rozporządzeniem w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy [3], oceniając obciążenie cieplne człowieka należy najpierw określić wskaźnik PMV (*Predicted Mean Vote*, przewidywana ocena

¹ Zgodnie z zapisem w normie PN-ISO 7726:2001, średnia temperatura promieniowania to jednolita temperatura wyobrażonego pomieszczenia, w której przenoszenie ciepła promieniowania z ciała ludzkiego jest takie samo, jak w przypadku wymiany ciepła promieniowania w rzeczywistym pomieszczeniu o niejednorodnej temperaturze. Średnia temperatura promieniowania może być mierzona za pomocą przyrządów pomiarowych, które umożliwiają „scalkowanie” przeważnie niejednorodnych powierzchni ze ścianek określonego rzeczywistego pomieszczenia w wartości średnią. Często stosowanym w tym celu przyrządem pomiarowym jest poczerzona kula.

średnia), [4]. Jeśli dla konkretnych warunków pracy uzyskamy wartość tego wskaźnika mniejszą niż -2, to znaczy, że znajdujemy się w obszarze środowiska zimnego. Z kolei parametry tego środowiska, jak również możliwość wykonywania określonej pracy przez całą zmianę roboczą określamy na podstawie normy PN-EN ISO 11079:2008 [1]. Szczegółowy sposób oceny tego obciążenia nie jest przedmiotem niniejszej publikacji (został on opisany we wcześniejszym opracowaniu [5]), natomiast należy zaznaczyć, że dla zimnego środowiska niezbędne jest określenie wymaganej izolacyjności cieplnej odzieży (*IREQ, Required Insulation*), zgodnie z zaleceniami wymienionej normy.

Porównanie wartości IREQ z wartością izolacyjności cieplnej stosowanej odzieży pozwala określić, czy praca może być wykonywana przez całą zmianę roboczą, czy też jej wymiar powinien być skrócony. Jeśli stosowana odzież ochronna nie jest wystarczająca, aby umożliwić pracę w pełnym wymiarze czasu, wówczas wylicza się skrócony czas pracy.

Sposób wyznaczenia tego czasu również jest określony we wspomnianej normie [1].

Do dokonania prawidłowej oceny obciążenia cieplnego w zimnym środowisku niezbędna

jest wiedza o intensywności wykonywanego wysiłku. Przy takich samych warunkach środowiska zimnego pod względem wszystkich jego podstawowych parametrów izolacyjność odzieży powinna być zróżnicowana w zależności od rodzaju pracy. Mówiąc w uproszczeniu: im większa intensywność pracy, tym mniejsza powinna być izolacyjność stosowanej odzieży, aby nie dopuścić do wytworzenia się pod odzieżą ciepłochronną wilgoci, spowodowanej poceniem. Wiąże się to z faktem, że wilgotna odzież ma mniejszą izolacyjność cieplną, niż ta sama odzież sucha, więc będzie mniej chronić przed stratami ciepła z organizmu.

W warunkach rzeczywistych na stanowisku pracy w zimnym środowisku stosunkowo rzadko zdarza się, aby wykonywana praca miała taką samą intensywność przez całą zmianę roboczą. Jeśli są to prace bardzo różniące się ciężkością, np. przenoszenie ładunku o dużej masie, wówczas oddzielnie w stosunku do każdej z nich należy wyznaczyć wymaganą izolacyjność cieplną odzieży i stosować odpowiedni ubiór. Przykładem rozwiązań dotyczących zapewnienia odpowiedniej ciepłochronności jest odzież stosowana do prac na otwartej przestrzeni, składająca się z kilku warstw, takich jak bielizna, koszula flanelowa, bluza polarowa, kurtka i kamizelka ocieplana. W warunkach chłodniejszych jest stosowany cały ten zestaw, a gdy jest cieplej, kamizelka może być zdjęta. Doboru odzieży dokonują pracownicy indywidualnie, każda osoba ma inne potrzeby dotyczące odzieży. Należy również zwrócić uwagę na fakt, że wymagania pracownika odnoszące się do odzieży wynikają nie tylko z różnych warunków środowiska termicznego, ale też zależą od intensywności wykonywanej pracy. Podczas pracy wytwarzane jest ciepło i wtedy wymagana jest mniejsza izolacyjność cieplna odzieży, niż wówczas, gdy pracownik pozostaje w spoczynku, nie wykonuje pracy. Zwykle przy pracach o większej intensywności potrzebne jest lżejsze ubranie, a przy pracach lżejszych – odzież o większej ciepłochronności, jeśli praca jest wykonywana w takich samych warunkach otoczenia. Z kolei, gdy zmieniają się warunki otoczenia – na chłodniejsze, tzn. obniża się temperatura otoczenia – wówczas, przy takim samym wysiłku trzeba zastosować cieplejszą odzież.

Intensywność wykonywanej pracy (tempo metabolizmu) wyznacza się na podstawie normy PN-EN ISO 8996:2005 [6]. Wartości tempa metabolizmu dla wybranych aktywności fizycznych podano w tabeli zamieszczonej w normie [1].

Jak wspomniano, metodyka oceny obciążenia cieplnego dotyczącego ogólnego chłodzenia została omówiona we wcześniejszej publikacji [5], warto ją jednak rozszerzyć o informację dotyczącą lokalnego wpływu zimnego środowiska na organizm człowieka. Wyróżnia się cztery podstawowe rodzaje ta-

kiego oddziaływania, czyli tzw. wychłodzenia miejscowego, które określa norma [1]:

a) chłodzenie konwekcyjne – wywołane ruchem powietrza, najczęściej spotykane na zewnątrz budynków, ale również w pomieszczeniach, gdy stosowana jest wentylacja

b) chłodzenie przez przewodzenie – zachodzi wówczas, gdy jakaś część ciała, np. ręka lub stopa dotyka bezpośrednio zimnych powierzchni, np. mrożonych produktów spożywczych, powierzchni naczyń, ścian, czy zimnej podłogi

c) wychłodzenie kończyn – spowodowane zastosowaniem ochron o niewystarczającej izolacyjności cieplnej

d) wychłodzenie dróg oddechowych – ma miejsce przy wysiłku o dużej intensywności w warunkach ujemnych temperatur powietrza otoczenia.

Miejscowe wychłodzenie każdej części ciała, w szczególności rąk, stóp i głowy może powodować dyskomfort, zmniejszenie zdolności wykonywania pracy manualnej i fizycznej oraz urazy ciała wywołane chłodem [1]. Wiedza dotycząca reakcji wywołanych przez miejscowe wychłodzenie nie wystarcza do opracowania pojedynczej metody oceny, dlatego konieczne jest zastosowanie metod szczegółowych.

Gdy konieczne jest poprawienie warunków pracy, środowisko zimne występujące w **pomieszczeniach** można stosunkowo łatwo zmodyfikować, stosując rozwiązania techniczne. Wykonywanie lekkiej i stacjonarnej pracy w takich warunkach powoduje, iż pracownik jest bardziej wrażliwy na nieprzyjemny wpływ miejscowego wychłodzenia, wywołanego m.in. przeciągiem lub stratami ciepła oddawanego przez promieniowanie do zimnych powierzchni. Wobec tego szczególny nacisk należy położyć na ocenę dyskomfortu. Warunki środowiska zimnego **na otwartej przestrzeni** są kształtowane przez warunki pogodowe oraz klimat, zaś środkami ochrony są głównie: dobranie odpowiedniej odzieży ochronnej oraz kontrola czasu ekspozycji. Mogą tu wystąpić wszystkie rodzaje miejscowego stresu zimna jednocześnie lub niezależnie od siebie.

Każdy rodzaj wymiennego wyżej wychłodzenia miejscowego wyznacza się osobno:

Chłodzenie konwekcyjne wynika z potężnego oddziaływania niskiej temperatury powietrza i ruchu powietrza. Następuje wówczas zwiększenie straty ciepła z ciepłych powierzchni. Z tej przyczyny niezabezpieczone części ciała, takie jak twarz i czasami dłonie, mogą bardzo szybko ulec wychłodzeniu i osiągnąć niską temperaturę, ze znacznym ryzykiem wystąpienia urazów skóry. Miejscowy stres zimna wywołany przez konwekcję jest oceniany przez wyznaczenie temperatury chłodzenia powietrzem (t_{wc}), która podobnie, jak wcześniej stosowany wskaźnik WCI (siła chłodząca powietrza), służy do określenia bezpiecznych poziomów

wychłodzenia odkrytych części skóry. Sposób wyznaczenia temperatury chłodzenia powietrzem podaje norma PN-EN ISO 11079:2008 [1].

Chłodzenie przez przewodzenie następuje poprzez kontakt z zimnymi powierzchniami. Powoduje ono natychmiastowe oddawanie ciepła z ciepłej powierzchni skóry do zimnej powierzchni. Ryzyko nieprzyjemnego wychłodzenia tkanek lub, w gorszym przypadku, wystąpienia odmrożenia, powinno być ocenione zgodnie z wymaganiami normy PN-EN ISO 13732-3:2009 [7].

Wychłodzenie kończyn może nastąpić nawet w warunkach termoneutralnych, dotyczy w szczególności dłoni. Poziom ich wychłodzenia zależy głównie od lokalnych warunków klimatycznych, ochrony miejscowej poszczególnych części ciała oraz od ciepła dostarczanego przez układ krążenia krwi. Ostatni czynnik zależy od całkowitego bilansu cieplnego organizmu. W przypadku, gdy ogólny bilans cieplny jest ujemny – co ma np. miejsce, kiedy izolacyjność cieplna odzieży ochronnej jest mniejsza od wartości wymaganej (IREQ) – przepływ krwi w kończynach jest zmniejszony w wyniku skurczu naczyń krwionośnych. Reakcja ta powoduje dostarczanie mniejszych ilości ciepła do kończyn. Ich temperatura, w szczególności temperatura palców dłoni i stóp, stopniowo ulega obniżeniu i może osiągnąć niedopuszczalnie niskie wartości.

Zmniejszanie wychładzania kończyn lub zapobieganie temu zjawisku może być osiągnięte za pomocą odpowiednich środków ochronnych, np. ocieplonych rękawic i obuwia. Metoda określenia izolacyjności cieplnej rękawic powinna być zgodna z normą PN-EN 511:2006 [8]. Wychłodzenie kończyn może być również oceniane bezpośrednio za pomocą pomiaru temperatury skóry.

Wychłodzenie dróg oddechowych następuje w wyniku oddychania powietrzem o niskiej temperaturze. Zachodzi wówczas wychłodzenie błon w ścianach przewodu oddechowego, ale wychłodzenie może też być niebezpieczne dla tkanek sąsiadujących. Wychłodzenie takie jest bardziej wyraźne w przypadku wdychania dużej objętości powietrza (np. podczas dużej aktywności fizycznej). Zgodnie z normą podstawową [1] temperatura wdychanego powietrza nie może być niższa niż $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ w przypadku małego obciążenia zimnym środowiskiem lub $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ przy dużym obciążeniu zimnem.

Czynniki wpływające na obciążenie cieplne w zimnym środowisku

Jak już zostało powiedziane, w celu zabezpieczenia organizmu człowieka przed działaniem zimnego otoczenia należy zapewnić odzież ciepłochronną, odpowiednio dobraną w zależności od intensywności wykonywanej pracy. Staje się to trudne, gdy pracownik wykonuje pracę o zmiennej intensywności. Wtedy

dla każdego rodzaju pracy odzież powinna być zmodyfikowana pod względem izolacyjności cieplnej. Nie zawsze wystarczające będzie rozpięcie lub zapięcie odzieży – lepsze możliwości daje odzież wielowarstwowa, pozwalająca na zmniejszanie lub zwiększanie liczby warstw.

Należy uwzględnić fakt, że dostarczenie odzieży ochronnej o określonej izolacyjności dostosowanej do warunków środowiska zimnego i intensywności wykonywanej pracy może nie satysfakcjonować wszystkich pracowników zatrudnionych w takich warunkach. Wynika to z różnic indywidualnych (strukturalnych i funkcjonalnych) związanych z picią, ale też dotyczących zmian funkcjonalnych zachodzących wraz z wiekiem, a także uzależnionych od przystosowania organizmu do tych warunków (aklimatyzacją), [9].

Zmiany funkcjonalne zachodzące z wiekiem człowieka, a wpływające na odczuwanie komfortu cieplnego są konsekwencją modyfikacji ilościowych dotyczących składników budulcowych ciała. W miarę starzenia się organizmu następuje zmniejszenie masy tkanki mięśniowej, natomiast zwiększa się ilość tkanki tłuszczowej [9], co często wynika także z mniejszej aktywności fizycznej. Takie zmiany strukturalne rzutują na funkcjonowanie organizmu. Osoby starsze z reguły gorzej tolerują zimne środowisko, co wynika z ograniczonych możliwości utrzymania temperatury wewnętrznej. Z drugiej jednak strony, większa zawartość podskórnej tkanki tłuszczowej będzie stanowiła zabezpieczenie przed stratami ciepła z organizmu. Dodatkowo, ekspozycja na zimne środowisko może wywołać nieco mniejszy wzrost metabolicznej produkcji ciepła i mniejszą reakcję naczynioruchową skóry u osób starszych, niż u młodych. Wydaje się jednak, że spostrzeżenia o słabszej tolerancji zimnego środowiska przez osoby starsze dotyczą jedynie mężczyzn: w badaniach przeprowadzonych wśród starszych kobiet stwierdzono, że mogą one tak samo lub nawet skuteczniej, niż młode, utrzymywać temperaturę wewnętrzną [10].

Następnym parametrem zmieniającym się z wiekiem jest wydolność fizyczna, zmniejszająca się w ciągu życia człowieka dorosłego. Badania różnych autorów nie są jednoznaczne, jeśli chodzi o intensywność oddziaływania wydolności fizycznej na tolerancję zimnego środowiska, ale stwierdza się, że taki wpływ istnieje i ma on pozytywny charakter. Osoby z wyższą wydolnością fizyczną lepiej tolerują zimno [10]. Utrzymanie wysokiej wydolności fizycznej zależy od trybu życia: osoby aktywne fizycznie będą miały wyższą wydolność.

Również przystosowanie do zimnego środowiska może przebiegać niejednakowo u osób ekspozowanych, co zależy od warunków ekspozycji – czasu i intensywności działania bodźca oraz stosowania ochron. Chociaż aklimatyzacja do zimnego środowiska jest zjawiskiem nie do końca zbadanym i potwierdzonym,

to można mówić przynajmniej o niektórych jego elementach, które pozwalają lepiej przystosować się do funkcjonowania w takich warunkach.

Jednym z nich jest reakcja występująca u osób długotrwale ekspozowanych na zimne środowisko na otwartej przestrzeni, wykonujących prace ręczne [9]. Wykształca się wówczas zdolność okresowego, zwiększonego dopływu krwi do skóry rąk, co daje możliwość utrzymania sprawności palców. Gdy skóra rąk jest wychłodzona do temperatury poniżej 15 °C, przepływ krwi w jej obszarze zaczyna się nieco zwiększać. Zachodzi zjawisko rozkurczu naczyń, indukowane chłodem. Ta reakcja jest łatwo wywoływana u osób będących w stanie komfortu cieplnego, w obszarach skóry bogatych w połączenia tętniczo-żylnie (w obrębie dłoni i stóp). W przypadku powtarzanej ekspozycji na zimne środowisko reakcja ta zaczyna się wcześniej, wywołuje większy poziom przepływu krwi i przyjmuje rytmiczny charakter – na zmianę rozszerzania i skurczu skórnych naczyń krwionośnych. Dzięki temu ciepło jest systematycznie dostarczane do dłoni.

Dodatkowo, wraz z postępem wieku zwiększa się częstotliwość występowania przewlekłych chorób, ograniczających możliwość pracy w zimnym środowisku [10]. Należą do nich nadciśnienie tętnicze i dysfunkcje obwodowego układu krążenia krwi, które osłabiają lub opóźniają reakcję organizmu na oddziaływanie zimna, umożliwiającą utrzymanie równowagi cieplnej ciała.

Wszystkie wymienione zmiany zachodzące z wiekiem pracownika powodują, że powstaje ogromne zróżnicowanie w budowie i funkcjonowaniu organizmu osób ekspozowanych na warunki zimnego środowiska; inne są również ich wymagania związane z zapewnieniem wystarczającej odzieży ciepłochronnej.

Sposoby zachowania równowagi cieplnej organizmu w zimnym środowisku

W zimnym środowisku człowiek jest chroniony przed wychłodzeniem organizmu przez reakcje behawioralne oraz fizjologiczne [11]. Pierwsze z nich odnoszą się do zachowań zmierzających do ograniczenia strat ciepła, a więc jest to zmiana otoczenia na cieplejsze lub zastosowanie środków zabezpieczających przed stratami ciepła. Gdy te działania są niewystarczające, odruchowo uruchamiane są reakcje fizjologiczne, które z jednej strony zwiększają izolacyjność cieplną powłok ciała, a drugiej uruchamiają mechanizmy związane z wytwarzaniem ciepła. Nie zawsze jednak procesy termoregulacyjne są skuteczne.

Jest kilka podstawowych sposobów utrzymania komfortu cieplnego w zimnym środowisku, na które człowiek może wpływać. Najważniejszym z nich jest zapewnienie odzieży ciepłochronnej. O tym, jak trudno jest dobrać właściwą odzież napisano wyżej, koncentrując się tylko na zmianach zachodzących z wiekiem. Do odzieży ciepłochronnej należy dołączyć ochronę rąk i stóp.

Wytyczne dotyczące doboru ochron do zimnego środowiska zawiera m.in. poradnik [12]. W CIOP-PIB obecnie realizowany jest projekt, którego efektem będzie wzór odzieży ciepłochronnej, dający możliwość indywidualnego modyfikowania i w większym stopniu niż obecnie istniejące modele dostosowania izolacyjności cieplnej odzieży do bieżących potrzeb, zależnych od intensywności wykonywanej pracy i warunków środowiska termicznego, ale też od charakterystyki fizycznej użytkownika.

Ochrony rąk w postaci rękawic ciepłochronnych muszą charakteryzować się odpowiednim poziomem izolacyjności cieplnej, zapewniającej utrzymanie właściwej temperatury skóry rąk, która nie powinna ulec obniżeniu poniżej przyjętego granicznego poziomu. Obniżenie całkowitej sprawności palców i ręki, a więc i zdolności manipulowania palcami rąk, następujące przy wartości temperatury skóry równej 27-32 °C, może być potencjalną przyczyną wypadków przy pracy ze względu na niewystarczającą zdolność wykonywania czynności zawodowych.

Nie zawsze udaje się pogodzić sprawę odpowiedniej ciepłochronności rękawic z możliwością wykonywania prac manualnych, co jest szczególnie ważne, gdy trzeba wykonywać precyzyjne prace. Przykładowo, pracownicy ręcznie segregujący schłodzone owoce stosują dziane rękawice bawełniane z silikonowymi rękawicami na wierzchu. Podczas wykonywania pracy ręce pocą się, gdyż warstwa silikonowa uniemożliwia odparowanie potu. Jedynie częsta wymiana rękawic na suche zapewnia komfort cieplny, jednakże pracownicy nie zawsze korzystają z tej możliwości. Ma to negatywne konsekwencje, gdyż wilgotna rękawica powoduje szybkie wychłodzenie rąk ze względu na większe przewodzenie ciepła w środowisku wilgotnym niż w suchym.

Obuwie stosowane w zimnym środowisku powinno zapewnić stopie optymalne warunki mikroklimatu, niezależnie od obciążenia organizmu i warunków otoczenia. Obecnie ocenia się jedynie właściwości izolacyjne spodu obuwia, przy czym jako kryterium oceny przyjmuje się spadek temperatury na górnej powierzchni podpodeszwy przy zmianie temperatury otoczenia.

Dobór środków ochrony indywidualnej może nie być wystarczający jako sposób zapewnienia komfortu cieplnego, szczególnie w sytuacji, gdy praca jest wykonywana na zewnątrz budynków. W tym przypadku, a także w nieogrzewanych wnętrzach, pracownicy powinni mieć zapewnione pomieszczenia w pobliżu miejsca pracy, umożliwiające im schronienie się przed opadami atmosferycznymi, ogrzanie się oraz zmianę odzieży. Powinny tam być zapewnione urządzenia do podgrzewania posiłków.

Jeśli na stanowisku pracy wykonywany jest wysiłek fizyczny, wówczas pracodawca powinien zapewnić posiłki pracownikom wykonującym pracę powodującą w ciągu zmiany roboczej efektywny wydatek energetyczny



Znajdziesz nas w Internecie: www.ciop.pl, e-mail: bpredakcja@ciop.pl

organizmu powyżej 1500 kcal (6280 kJ) u mężczyzn i powyżej 1000 kcal (4187 kJ) u kobiet – chodzi o prace realizowane na otwartej przestrzeni w okresie zimowym, tzn. od 1 listopada do 31 marca [13]. Ponadto, pracownikom zatrudnionym przy pracach na otwartej przestrzeni przy temperaturze powietrza poniżej 10 °C pracodawca musi zapewnić napoje, których rodzaj i temperatura powinny być dostosowane do warunków wykonywania pracy.

Sposoby zatrzymania ciepła lub jego dostarczenia do organizmu są elementami uzupełniającymi procesy termoregulacyjne, uruchamiane w zimnym środowisku w celu skompensowania strat ciepła.

Szczególnie ważnym elementem właściwego nadzoru nad pracownikiem w zimnym środowisku jest kwalifikacja lekarska do takiej ekspozycji, uwzględniająca zmiany stanu zdrowia związane z wiekiem, jak również systematyczne prowadzenie badań okresowych [10], na co zwrócono uwagę w poradniku dotyczącym pracy w zimnym środowisku w aspekcie wieku pracownika.

Podsumowanie

Organizm człowieka, dzięki systemowi termoregulacji, ma w pewnym zakresie możliwość regulowania zawartości ciepła w organizmie. Z jednej strony jest to zwiększenie izolacyjności w obszarze skóry i warstw podskórnych ciała, a z drugiej wytwarzanie ciepła. Gdy zimne środowisko oddziałuje długotrwale bądź intensywnie, należy zatrzymywać ciepło wewnętrzne, stosując odzież ochronną lub inne środki (posiłki, ogrzewane pomieszczenia).

Jednakże zimne środowisko, nawet jednorodne, ze względu na różnicowane wymagania pracowników, stwarza potrzebę zapewnienia odzieży o zmiennej ciepłochronności. Obecnie nie jest to w pełni realizowane, co wiąże się z faktem, że pracownicy najczęściej otrzymują odzież dwuczęściową, chroniącą górną i dolną część ciała, niepozwalającą na indywidualne, w zależności od potrzeb, kształtowanie jej izolacyjności.

PIŚMIENICTWO

[1] PN-EN ISO 11079:2008. Ergonomia środowiska termicznego – Wyznaczanie i interpretacja stresu termicznego wynikającego z ekspozycji na środowisko zimne z uwzględnieniem wymaganej izolacyjności cieplnej odzieży (IREQ) oraz wpływu wychłodzenia miejscowego (oryg.)

[2] PN-EN 7726:2001. Przyrządy i metody pomiaru wielkości fizycznych

[3] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (DzU nr 217, poz. 1833), ze zm.

[4] PN-EN ISO 7730:2006 Ergonomia środowiska termicznego – Analityczne wyznaczanie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów lokalnego komfortu termicznego (oryg.)

[5] A. Bogdan *Ocena środowiska zimnego – według PN-EN ISO 11079:2008*. „Bezpieczeństwo Pracy” 3 (450)2009

[6] PN-EN ISO 8996:2005. Ergonomia środowiska termicznego – Określanie tempa metabolizmu (oryg.)

[7] PN-EN ISO 13732-3:2009. Ergonomia środowiska termicznego – Metody oceny reakcji człowieka na dotknięcie powierzchni – Część 3: Powierzchnie zimne (oryg.)

[8] PN-EN 511:2006. Rękawice chroniące przed zimnem (oryg.)

[9] A. Marszałek *Czynniki kształtujące tolerancję zimnego środowiska*. „Bezpieczeństwo Pracy” 4 (451) 2009

[10] A. Marszałek *Praca w zimnym środowisku a wiek pracownika*. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy, Warszawa 2010

[11] A. Marszałek *Wpływ zimnego środowiska na organizm człowieka*. „Bezpieczeństwo Pracy” 1 (448) 2009

[12] T. Makowiec-Dąbrowska, A. Bogdan, A. Kurczewska, A. Stefko, W. Kamińska *Bezpieczna praca w zimnym mikroklimacie*. CIOP-PIB, Warszawa 2007

[13] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 maja 1996 r. w sprawie profilaktycznych posiłków i napojów (DzU nr 60, poz. 279)

Publikacja opracowana na podstawie wyników I etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2008-2010 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych ze środków Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego/Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.