

# Odzież ochronna do pracy w zimnym środowisku – zasady projektowania i doboru

Fot. Shannon Fagan/BigStockPhoto



W artykule omówiono znaczenie i właściwości odzieży ciepłochronnej mającej zastosowanie w zimnym środowisku. W szczególności, opisano sposób doboru takiej odzieży oraz związane z tym trudności wynikające z rodzaju wykonywanej pracy, ale również zależne od charakterystyki fizycznej samego użytkownika. Omówiono zagadnienia dotyczące projektowania odzieży do zimnego środowiska.

## Clothing for work in a cold environment – principles of designing and selection

This article discusses the importance and properties of protective clothing for work in a cold environment. It especially covers ways of selecting this kind of clothing and difficulties related to the intensity of work and the physical characteristics of its user. It also discusses problems of designing protective clothing.

## Wstęp

Odzież, stosowana przez pracownika przebywającego w zimnym środowisku, powinna charakteryzować się odpowiednią izolacyjnością cieplną, aby zapewnić mu ochronę przed wychłodzeniem [1]. Chodzi o to, aby zapobiec obniżeniu temperatury wewnętrznej ciała o więcej niż 1°C, czyli poniżej 36°C [2]. Odzież ochronna używana w zimnym środowisku jest zazwyczaj stosunkowo gruba i sztywna, a ze względu na konieczność zabezpieczenia przed deszczem i wiatrem charakteryzuje się często również dużym oporem przenikania pary wodnej. Jeżeli w jej warstwach zgromadzi się wilgoć, powstająca podczas pracy w wyniku kondensacji potu, wówczas pogarszają się jej właściwości izolacyjne. Logicznym wnioskiem jest zatem stwierdzenie, że najskuteczniejsza w zimnym środowisku jest odzież sucha [3].

W zależności od surowości warunków otoczenia i doboru odzieży ciepłochronnej, wpływ zimnego środowiska na organizm może wywołać szeroki zakres reakcji – najbardziej „łagodną” z nich jest dyskomfort cieplny.

Odzież niewłaściwie dobrana do intensywności wykonywanej pracy i warunków środowiska może spowodować wychłodzenie,

albo przegrzanie organizmu. Skutkiem tego może być zmniejszenie możliwości pracownika do wykonywania pracy fizycznej i umysłowej, co może się łączyć ze zwiększonym poziomem ryzyka wypadkowego i wystąpienia urazów ciała [4].

## Dobór odzieży ochronnej do zimnego środowiska pracy

W warunkach zimnego środowiska do prac, zarówno w przestrzeni otwartej, jak i zamkniętej nieogrzewanej oraz w chłodniach stosowana jest odzież chroniąca przed zimnem (ciepłochronna). Jest ona zaliczana do środków ochrony indywidualnej, a zatem powinna spełniać wymagania bezpieczeństwa i zdrowia zawarte w rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. [5], czego konsekwencją jest m.in. oznaczenie jej znakiem CE. Dobierając odzież ciepłochronną do warunków na stanowisku pracy należy wziąć pod uwagę przede wszystkim temperaturę środowiska pracy, możliwość narażenia na opady atmosferyczne oraz rodzaj wykonywanej pracy i związany z tym wydatek energetyczny. Przy doborze odzieży do zimnego środowiska pracy należy uwzględnić także uwarunkowania wynikające z indywidualnych cech i potrzeb pra-

cowników, zwłaszcza osób starszych, u których układ krążenia i mechanizmy termoregulacyjne są już relatywnie mniej sprawne.

O przydatności odzieży do pracy w niskiej temperaturze decyduje jej izolacyjność cieplna. Do prac w temperaturze  $-5^{\circ}\text{C}$  i wyższej powinna być stosowana odzież zgodna z PN EN 14058:2007 [6], gdzie określono wymagania dla pojedynczych wyrobów odzieżowych, chroniących ciało przed wychłodzeniem w środowisku o obniżonej temperaturze. Ten rodzaj odzieży, ze względu na niski poziom zagrożenia, zaliczany jest do I kategorii środków ochrony indywidualnej według rozporządzenia Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. – nie podlega więc ocenie typu WE przez jednostkę notyfikowaną i nie jest dla niej wymagany certyfikat oceny typu WE, natomiast powinna być oznaczona znakiem CE.

Podstawowym parametrem ochronnym odzieży ciepłochronnej przeznaczonej do prac w temperaturze powyżej  $-5^{\circ}\text{C}$  jest opór cieplny układu zastosowanych materiałów, którego wymagania podano w trzech klasach. Minimalne wymagania normy spełnia odzież o oporze cieplnym  $R_{ct}$  [7] równym  $0,06 \text{ (m}^2\text{K)}/\text{W}$ . Odzież przeznaczona do stosowania w przestrzeni otwartej, gdzie pracownik może być narażony na działanie czynników atmosferycz-

nych, powinna charakteryzować się również niską przepuszczalnością powietrza, przynajmniej na poziomie AP > 100 mm/s, co stanowi klasę 1., oraz odpornością na przenikanie wody przynajmniej na poziomie WP > 80 hPa, co również stanowi 1. klasę wg PN EN 14058:2007. W przytoczonej normie określono również wymagania, które decydują o komforcie cieplnym. Odzież ciepłochronna posiadająca warstwę wodoszczelną, a więc chroniąca przez opadami atmosferycznymi, powinna być wykonana z materiałów paroprzepuszczalnych i charakteryzować się oporem pary wodnej ( $R_{et}$ ) [7] na poziomie przynajmniej 55 m<sup>2</sup> Pa/W w odniesieniu do całego układu materiałów występującego w odzieży, co powinno zapewnić minimalny komfort podczas wykonywania pracy. Odzież ciepłochronna przeznaczona do prac w temperaturze zarówno powyżej, jak i poniżej -5 °C powinna być oznakowana znakiem graficznym przedstawionym na rysunku.



Rys. Znak graficzny stosowany do oznaczania odzieży chroniącej przed zimnem

Fig. Pictogramme – protection against cold

Do prac w temperaturze poniżej -5 °C powinna być stosowana odzież ciepłochronna spełniająca wymagania PN EN 342:2006 [8]. Wobec tej odzieży wymagane jest wykonanie badań izolacyjności cieplnej na manekinie termicznej [9]. Wartość efektywnej izolacyjności cieplnej  $I_{de,r}$  powinna wynosić przynajmniej 310 (m<sup>2</sup>·K)/W.

Podobnie jak w przypadku odzieży przeznaczonej do prac w temperaturze powyżej -5 °C odzież ciepłochronna przeznaczona do pracy w środowisku poniżej tego poziomu w przestrzeni otwartej powinna chronić pracownika również przed opadami atmosferycznymi i wiatrem, a zatem powinna charakteryzować się zdefiniowaną przepuszczalnością powietrza, wodoszczelnością i być wykonana z materiałów paroprzepuszczalnych.

Odzież przeznaczona do ochrony człowieka w środowiskiem o temperaturze poniżej -5 °C zaliczana jest do II kategorii środków ochrony indywidualnej według rozporządzenia Ministra Gospodarki [5], podlega więc ocenie typu WE przez jednostkę notyfikowaną. Odzież taka powinna być oznaczona znakiem graficznym (przedstawionym na rys.), zgodnym z PN EN

342:2006 i uzyskaną w wyniku badań izolacyjnością cieplną ( $I_{de,r}$  w m<sup>2</sup>·K/W, z podanym w nawiasie typem badanej odzieży spodniej – B, C, R) oraz klasami w zakresie: przepuszczalności powietrza (AP, mm/s) i wodoszczelności (WP w Pa).

Odzież ciepłochronna najczęściej stanowi zestaw elementów, które mogą być komponowane ze sobą w zależności od potrzeb. Najczęściej produkowane są dwuczściowe ubrania, które mogą być uzupełniane kamizelką lub ocieplaczem i czapką. Warstwy zapewniające izolacyjność cieplną mogą być wykonane w formie oddzielnego ocieplacza lub stałego ocieplenia zamocowanego do warstwy wierzchniej odzieży.

Jak stwierdzono wyżej, już we wstępie do artykułu, niezmiernie ważna jest prawidłowa konstrukcja i dobór odzieży ochronnej do warunków środowiska i rodzaju pracy, co pozwoli uniknąć pocenia się podczas długotrwałej ekspozycji na zimno, gdyż absorpcja wilgoci zmniejsza znacznie izolacyjność odzieży. Izolacyjność powinna zatem być optymalna, a nie maksymalna, a ubranie powinno charakteryzować się odpowiednią elastycznością. Skutecznym sposobem usuwania nadmiaru ciepła i wilgoci jest wentylacja odzieży przez regulowane otwory i rozpinanie guzików. Mniej efektywnym rozwiązaniem jest za to bierna dyfuzja przez warstwy odzieży.

W tabeli 1. przedstawiono przykładowe poziomy izolacyjności cieplnej, jakimi powinna charakteryzować się odzież w przypadku stojącego użytkownika, a w tabeli 2. w przypadku użytkownika poruszającego się i wykazującego słabą lub umiarkowaną aktywność [1]. W odniesieniu do każdego poziomu izolacyjności cieplnej podana została najniższa temperatura, w której człowiek ubrany w tę odzież może przebywać przez dłuższy czas (do 8 h) oraz najniższa temperatura, w której może wytrzymać 1 godzinę przy niegroźnym poziomie wychłodzenia ciała. Przyjęto warunki, gdy temperatura powietrza jest równa średniej temperaturze radiacyjnej, wilgotność względna wynosi około 50%, prędkość ruchu powietrza zawiera się między 0,3 a 0,5 m/s, a prędkość poruszania się wynosi ok. 1,0 m/s.

Tabela 2. Warunki temperatury otoczenia (°C) dla zachowania bilansu cieplnego przy różnych poziomach aktywności i czasach trwania ekspozycji [1] w zależności od izolacyjności cieplnej odzieży  $I_{de,r}$  (badana z poruszającym się manekinem)

Table 2. Thermal insulation of clothing  $I_{de,r}$  and ambient temperature conditions for heat balance at different activity levels and duration of exposure [1]

Izolacyjność $I_{de,r}$ m <sup>2</sup> ·K/W	Aktywność ruchowa użytkownika			
	słaba 115 W/m <sup>2</sup>		umiarkowana 170 W/m <sup>2</sup>	
	8 h	1 h	8 h	1 h
0,310	-1	-15	-19	-32
0,390	-8	-25	-28	-45
0,470	-15	-35	-38	-58
0,540	-22	-44	-40	-70
0,620	-29	-54	-60	-83

Tabela 1. Warunki temperatury otoczenia (°C) dla zachowania bilansu cieplnego przy różnych czasach trwania ekspozycji w zależności od izolacyjności cieplnej odzieży  $I_{de}$  (badana z nieruchomym manekinem), [1]

Table 1. Thermal insulation of clothing  $I_{de}$  and ambient temperature conditions for heat balance at different duration of exposure, [1]

Izolacyjność $I_{de}$ m <sup>2</sup> ·K/W	Aktywność stojącego użytkownika 75 W/m <sup>2</sup>	
	8 h	1 h
0,310	11	-2
0,390	7	-10
0,470	3	-17
0,540	-3	-25
0,620	-7	-32

## Czynniki wpływające na wymaganą ciepłochronność odzieży

Zapewnienie odpowiednio dobranej odzieży ciepłochronnej jest podstawowym sposobem utrzymania komfortu cieplnego osoby ekspozowanej na zimne środowisko. Należy wówczas uwzględnić intensywność wykonywanej pracy osoby ekspozowanej na konkretne warunki zimnego środowiska, a także dołączyć odpowiednie rękawice i buty.

Zadanie takie jest proste, jeżeli wartość obciążenia pracą jest stała, ale jeżeli jest zmienna (fot. 1. i 2.) – zaczynają się trudności. Wtedy w odniesieniu do każdego rodzaju pracy odzież powinna być zmodyfikowana pod względem jej izolacyjności cieplnej. Nie zawsze wystarczające będzie rozpięcie lub zapięcie ubrania – lepsze możliwości daje odzież wielowarstwowa.

Następna sprawa to fakt, że dostarczenie odzieży ochronnej o określonej izolacyjności dostosowanej do warunków środowiska zimnego i intensywności wykonywanej pracy może nie satysfakcjonować każdego pracownika zatrudnionego w takich warunkach (fot. 3. i 4.). Wynika to z różnic indywidualnych, w tym związanych z płcią, ale też dotyczących zmian funkcjonalnych zachodzących wraz z wiekiem, a także uzależnionych od przystosowania organizmu do tych warunków (aklimatyzacją), [10].

Zmiany funkcjonalne zachodzące z wiekiem człowieka, a wpływające na odczuwanie komfortu cieplnego, są konsekwencją zmian ilościowych dotyczących składników budul-



Fot. 1. Praca w mroźni przy użyciu wózka widłowego  
Photo 1. A forklift-truck in a cold storage plant



Fot. 2. Przemieszczanie towarów w mroźni składowej  
Photo 2. Handling consumer goods in a refrigerating store



Fot. 3. Odzież ochronna do pracy w chłodzie (temperatura powietrza 0-8 °C, strój jest uzupełniany o bluzę, którą pracownica trzyma w ręce)  
Photo 3. Protective clothing for work in chill conditions (air temperature of 0-8 °C)



Fot. 4. Odzież ochronna do pracy w mroźni (temperatura powietrza -20 °C)  
Photo 4. Protective clothing for work in a cold storage plant (air temperature of -20 °C)

cowych ciała. W miarę starzenia się organizmu następuje zmniejszenie się masy tkanki mięśniowej, natomiast zwiększa się ilość tkanki tłuszczowej [10]. Często wynika to z mniejszej aktywności fizycznej i niewłaściwych nawyków żywieniowych. Takie zmiany strukturalne rzutują na funkcje 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 stanowi zabezpieczenie przed stratami ciepła z organizmu. Dodatkowo, ekspozycja na zimne środowisko może wywo-

łać u nich nieco mniejszy wzrost metabolicznej produkcji ciepła i mniejszą reakcję naczyń i nacynochową skóry, niż u młodych. Wydaje się jednak, że te spostrzeżenia dotyczą jedynie mężczyzn. W badaniach przeprowadzonych wśród starszych kobiet stwierdzono, że mogły one tak samo lub nawet skuteczniej niż młode kobiety utrzymywać temperaturę wewnętrzną [11].

Kolejnym czynnikiem zmniejszającym się z wiekiem człowieka jest wydolność fizyczna. Badania różnych autorów nie są jednoznaczne co do intensywności jej oddziaływania na tolerancję zimnego środowiska, ale stwierdza się, że taki wpływ istnieje i ma pozytywny cha-

rakter. Wiadomo natomiast, że lepiej tolerują zimno osoby z wyższą wydolnością fizyczną [11], a jej utrzymanie zależy od trybu życia. Osoby aktywniejsze fizycznie w czasie wolnym od pracy mają wyższą wydolność.

Wraz z wiekiem zwiększa się także częstotliwość występowania przewlekłych chorób, które ograniczają możliwość pracy w zimnym środowisku [11]. Za przykład można podać nadciśnienie tętnicze i dysfunkcje obwodowego układu krążenia krwi, które osłabiają lub opóźniają reakcje termoregulacyjne organizmu na oddziaływanie zimna, wpływając na potrzeby odnoszące się do ciepłochronności odzieży.

Wszystkie wymienione zmiany zachodzące wraz z wiekiem pracownika powodują, że powstaje ogromne zróżnicowanie w budowie i funkcjonowaniu organizmu poszczególnych osób ekspozowanych na warunki zimnego środowiska. Inne będą zatem ich wymagania w odniesieniu do odzieży ciepłochronnej.

Również przystosowanie się do zimnego środowiska może przebiegać niejednakowo: będzie zależało 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 [10]. Wykształca się wówczas u nich zdolność okresowego, zwiększonego dopływu krwi do skóry rąk, co daje możliwość utrzymania sprawności palców. Ta reakcja jest łatwo wywoływana u osób w stanie komfortu cieplnego, w obszarach skóry bogatych w połączenia tętniczo-żylnie (w obrębie dłoni i stóp). W przypadku powta-

rzanej 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.

### Problemy związane z konstruowaniem odzieży ciepłochronnej

Jak wspomniano, w zimnym środowisku może wystąpić taka sytuacja, że przy wykonywaniu pracy o większej intensywności występuje pocenie, a następnie zawilgocenie odzieży i tym samym zmniejszenie jej izolacyjności.

W literaturze naukowej dostępne są dane na temat intensywności pocenia w różnych stanach aktywności człowieka [12]. Podczas spoczynku najwięcej potu wydziela się na czole, natomiast mniej na ramionach, rękach i klatce piersiowej, z dużą zmiennością między poszczególnymi osobami. Z kolei podczas wysiłku inne rejony skóry są bardziej aktywne w procesie wydzielania potu. Wówczas lokalna intensywność pocenia jest zwiększona we wszystkich obszarach skóry, przy dużych różnicach między nimi. Podczas wysiłku pocenie jest największe na czole i na łopatkach, natomiast na klatce piersiowej, ramionach i udach – mniej intensywne. W procesie aklimatyzacji następują większe przyrosty intensywności pocenia na obszarach kończyn niż na tułowie.

Wynika z tego, że projektując odzież do różnych zastosowań, nie można zakładać, że pocenie w różnych miejscach ciała jest jednakowe. Warstwy odzieży nie mogą więc mieć jednakowych właściwości związanych z przepuszczalnością powietrza i pary wodnej, na całej powierzchni, o ile nie chronią całkowicie przed innym czynnikiem niebezpiecznym.

Następna sprawa to różnice w intensywności pocenia związane z płcią. Mniejsza jest intensywność pocenia u kobiet, co wynika z mniejszego wydzielania potu, a nie z mniejszej liczby aktywnych gruczołów potowych. Dodatkowo, intensywność pocenia zwiększa się w wyniku treningu fizycznego, zarówno u kobiet, jak i u mężczyzn.

Do optymalnego wyboru izolacyjności cieplnej odzieży chroniącej przed zimnem trzeba uwzględnić nie tylko warunki środowiskowe, ale również intensywność wykonywanej pracy. Należy tu zaznaczyć, że duża masa, grubość, sztywność odzieży ochronnej oraz przesuwanie się warstw odzieży ogranicza możliwość wykonywania pracy. Głównie utrudniony jest ruch kończyn górnych, ale też i dolnych, szczególnie w okolicach stawu łokciowego i kolanowego.

Na tle wymienionych wyżej czynników staranny dobór materiałów tworzących ubiór może wpłynąć pozytywnie na jego akceptację

i możliwość wykonania czynności roboczych w zimnym środowisku.

Rozmiar odzieży oraz grubość warstwy powietrza uwięzionej między warstwami ubrania będą oddziaływać zarówno na izolacyjność cieplną odzieży, jak i na przepuszczalność pary wodnej przez jej warstwy. Rozmiar odzieży jest szczególnie ważny przy projektowaniu jej do skrajnie zimnych środowisk. Izolacyjność cieplna i przepuszczalność pary wodnej zwiększają się wraz z grubością warstwy powietrza między warstwami ubrania, a po osiągnięciu optimum – zmniejszają się [13].

Rodzaj zastosowanych materiałów wpływa na właściwości końcowego wyrobu, kształtując jego izolacyjność cieplną, przepuszczalność pary wodnej, ale też na jego masę. Materiały, które charakteryzują się większą izolacyjnością cieplną i przepuszczalnością powietrza (np. filc), mają wyższą temperaturę powierzchni i mniejszą przepuszczalność pary wodnej w zimnym środowisku w porównaniu z membranami z mikroporami (MM). Wyższe ciśnienie pary wodnej w MM jest związane z kondensacją pary, która blokuje pory transportujące parę wodną. Wykazano również, że efektywny opór dla pary wodnej zwiększa się znacznie, gdy spada temperatura otoczenia [14]. Natomiast ilość zaabsorbowanej wilgoci zależy od właściwości zarówno białej, jak i odzieży zewnętrznej.

Informacje na temat właściwości poszczególnych warstw odzieży są wykorzystywane do ich konstrukcji, a pojawiające się nowe rozwiązania techniczne materiałów mają zastosowanie przy modyfikacji istniejących wzorów odzieży.

Odzież ciepłochronna do pracy w zimnym środowisku ze względu na swą masę zwiększa wysiłek fizyczny oraz wydatek energetyczny podczas wykonywania czynności roboczych. Poza tym, pracownikowi często przeszkadza mała elastyczność takiej odzieży, co zmniejsza komfort wykonywania pracy.

Zmiana niektórych elementów konstrukcyjnych odzieży ciepłochronnej może znacznie poprawić jej akceptowalność przez użytkownika. Przykładem takich innowacji mogą być badania przeprowadzone przez Jussilę i in. [15] dotyczące porównania trzech rodzajów odzieży militarnej stosowanej w zimnym środowisku. Osoby badane wykonywały taki sam wysiłek podczas stosowania odzieży różniącej się konstrukcją środkowej i zewnętrznej warstwy odzieży w warunkach mrozu (temperatura powietrza od  $-20$  do  $-5$  °C). Najnowszy wzór odzieży zastosowany podczas badań (model 2005, M05) miał środkową warstwę bardziej dopasowaną i bardziej rozciągliwą niż pozostałe warianty, aby zredukować utrudnienia w poruszaniu się. Również poprawiono właściwości absorpcyjne środkowej warstwy odzieży przez dołożenie składnika wełniane-

go. Stwierdzane w użytkowaniu zawilgocenie warstwy wewnętrznej odzieży zewnętrznej (kurtki) została złagodzone przez zmniejszenie ilości hydrofilowej bawełny w materiale konstrukcyjnym. Zmniejszono również ogólną masę odzieży o ok. 2 kg, czyli o 10%. Największą redukcję masy uzyskano w środkowej warstwie (o 30%) i kurtce zewnętrznej (o 7%).

Nowy wzór zapewniał odpowiednią ochronę, umożliwiał użytkownikowi utrzymanie równowagi cieplnej w warunkach zimnego środowiska. Dawał również możliwość łatwej do dostosowania izolacyjności cieplnej i wentylacji, nie dopuszczając do przegrzania, a zatem także pocenia podczas intensywnego wysiłku, w zmieniających się warunkach środowiska. Dodatkowo, mniejsza masa odzieży mniej przeszkadzała przy wykonywaniu pracy. Nowa odzież zapewniała przyjemniejsze odczucia ciepła i wrażenie suchości odzieży, mimo obecności wilgoci w otoczeniu. Własności zastosowanych włókien znacząco wpłynęły na rozkład wilgotności i temperatury pod odzieżą oraz komfort cieplny.

W zimnym środowisku, jeśli izolacyjność cieplna odzieży ciepłochronnej jest za mała, wówczas osoba stosująca ją traci ciepło ciała poniżej granicy bezpieczeństwa i może docho- dzić do odmrożeń. Zgodnie z wcześniejszymi badaniami [13] wartości izolacyjności cieplnej są największe, gdy grubość warstwy powietrza między warstwami odzieży zawiera się w zakresie 0,6 do 1 cm. To znaczy, że taka grubość warstw powietrza powinna być uzyskiwana przez wielowarstwowość odzieży (od 3 do 5), a odzież musi być dobrana rozmiarem do użytkownika. Białizna powinna być także przyjemna w dotyku, a zewnętrzne warstwy odzieży nie powinny jej uciskać.

Wykazano, że pocenie zmniejsza izolacyjność cieplną odzieży proporcjonalnie do ilości zgromadzonej wilgoci, co rzutuje w radykalny sposób na spadek skuteczności ciepłochronnej w wyniku absorpcji wilgoci przed jej odparowaniem z powierzchni skóry [15]. W badaniach tych Jussila i in. wykazali, że odzież M05 (model 2005) ma zwiększoną regulacyjność izolacyjności cieplnej w porównaniu z pozostałymi rodzajami badanej odzieży, chociaż wobec każdej z nich wartość całkowitej izolacyjności cieplnej była podobna. Doświadczenia z zimnem i wiatrem prowadzono w warunkach dziennych i stwierdzono, że osoby noszące odzież M05 nie doświadczały zimna i wpływu wiatru podczas treningów tak mocno, jak w innych ubiorach. Różnice wynikały z mniejszej przepuszczalności powietrza i większego oporu na penetrację wody w odzieży M05, co sprawiło, że jej izolacyjność cieplna została zachowana na niezmiennym poziomie w trudnych warunkach środowiska i podczas wysiłku fizycznego, natomiast w pozostałych rodzajach odzieży nie było to już tak skuteczne.

## Podsumowanie

Odzież chroniąca przed wychłodzeniem organizmu człowieka w zimnym środowisku powinna być starannie dobrana w zależności od warunków środowiska termicznego, w którym przebywa pracownik oraz od intensywności wykonywanej pracy. Należy zwrócić uwagę, aby właściwości poszczególnych warstw odzieży zostały tak dobrane, aby możliwe było usuwanie wilgoci z naskóry, a następnie odprowadzanie jej na zewnątrz.

Zawilgocenie odzieży w wyniku pocenia jej użytkownika skutkuje zmniejszeniem właściwości ciepłochronnych ubrania, dlatego ważne jest zapewnienie możliwości dostosowywania odzieży do zmieniających się warunków zewnętrznych. Różnice indywidualne wśród osób pracujących w zimnym środowisku powodują, że poszczególne osoby mają inne wymagania odnośnie do właściwości odzieży, co również należy uwzględnić przy konstrukcji odzieży ciepłochronnej.

Przedstawione w artykule czynniki wpływające na ostateczne właściwości odzieży ochronnej stosowanej w zimnym środowisku

w wielu przypadkach nie są w pełni brane pod uwagę, jednakże należy o nich pamiętać, konstruując nowe wzory ubrań ochronnych.

## PIŚMIENNICTWO

- [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
- [2] PN-EN ISO 9886:2005. Ergonomia. Ocena obciążenia termicznego na podstawie pomiarów fizjologicznych
- [3] Parsons K. *Human thermal environments*. Taylor & Francis, London & New York, 2003
- [4] Rintamäki H. *Performance and energy expenditure in cold environments*. Alaska Med., 2007, 49 (2 Suppl): 245-246
- [5] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 21 grudnia 2005 r. w sprawie zasadniczych wymagań dla środków ochrony indywidualnej. Dz.U. nr 259, poz. 2173
- [6] PN-EN 14058:2007. Odzież ochronna – Wyroby odzieżowe chroniące przed chłodem
- [7] PN EN 31092:1998 + A1:2004 Tekstylija – Wyznaczanie właściwości fizjologicznych – Pomiar oporu cieplnego i oporu pary wodnej w warunkach stanu ustalonego (metoda pocącej się zaizolowanej cieplnie płyty)
- [8] PN-EN 342:2006. Odzież ochronna – Zestawy odzieży i wyroby odzieżowe chroniące przed zimnem
- [9] PN-EN ISO 15831:2006. Odzież – Właściwości fizjologiczne – Pomiar izolacyjności cieplnej z zastosowaniem manekina termicznego

[10] Marszałek. *Czynniki kształtujące tolerancję zimnego środowiska*. „Bezpieczeństwo Pracy” 2009, 451, 4:13-15

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

[12] Taylor N.A.S., Machado-Moreira Ch.A. *Regional differences in human eccrine sweat secretion following thermal and non-thermal stimulation*. Proceedings of 12<sup>th</sup> International Conference on Environmental Ergonomics, Piran, Slovenia, August 19-24, 2007

[13] Chen Y.S., Fan J., Qian X., Zhang W. *Effects of garment fit on thermal insulation and evaporative resistance*. Text. Res. J., 2004, 74 (8): 742-748

[14] Rossi R.M., Gross R., May H. *Water vapour transfer and condensation effects in multilayer textile combination*. Text. Res. J., 2004, 74 (1): 1-6

[15] Jussila K., Valkama A., Remes J., Anttonen H. *The effect of cold protective clothing on comfort and perception of performance*. JOSE, 2010, 16, 2:185-197

*Publikacja opracowana na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 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.*

# Targi BHP w Katowicach zapraszają



W Katowicach, w dniach 12-14 marca 2013 r. odbędzie się 16. edycja Targów Bezpieczeństwa, Higieny Pracy i Ochrony Przeciwpożarowej BHP 2013. Targi BHP to okazja do spotkań producentów, dystrybutorów, odbiorców i użytkowników szerokiej branży bezpieczeństwa pracy i ochrony przeciwpożarowej. Wystawcy w Katowicach będą mieli możliwość zaprezentowania nowości produktowych. Będzie to m.in. but militarny Z007 ze skóry nubukowej, klasy S3 bez elementów metalowych, półmaska filtrująca MP 22/2 do ochrony układu oddechowego, słupy z tworzywa sztucznego typu Rambowl, a po raz pierwszy na targach branżowych w Polsce zaprezentuje się firma TERRAX, producent odzieży

robotycznej, obuwiu i dodatków CanadianLine, Terratrend Job, TT Job Revolution, Terraflex. Oferta targowa obejmie także sprzęt dla branży przemysłowej, monitoring środowiska pracy, aparaturę kontrolno-pomiarową, oznakowanie i instrukcje bhp i ppoż., sprzęt i urządzenia pożarowe, zabezpieczenia przeciwpożarowe, systemy alarmowe i do wczesnego wykrywania gazu i dymu, sprzęt i urządzenia ratownictwa, środki transportu, łączności i sygnalizacji, zabezpieczenia urządzeń poddostawczych, odzież ochronną, oraz instytucje stowarzyszenia BHP.

Oprócz prezentacji ofert wystawców, targi kontynuują organizację profesjonalnych konferencji i wykładów tematycznych, prowadzonych przez autorytety branży BHP. Tegoroczny blok otworzy Zarząd Główny Ogólnopolskiego Stowarzyszenia Pracowników Służby BHP w ramach informacyjnej kampanii PIP „Bezpieczeństwo pracy zależy od Ciebie” pod tytułem „Nowoczesne metody w kreowaniu bezpiecznego i przyjaznego środowiska pracy”. W formie indywidualnych wystąpień i dyskusji panelowych zostaną przedstawione m.in. następujące zagadnienia: nowoczesne systemy motywowania jako element Systemu Zarządzania BHP, wpływ pracownika służby bhp na kształtowanie bezpiecznych postaw pracowników w zakładzie, dobre praktyki w zakresie bhp. Szczegółowych informacji o konferencji udziela Mariola Śrubarczyk, e-mail: mariola.srubarczyk@ospsbhp.com.pl.

Drugiego dnia targów specjaliści Okręgowego Inspektoratu Pracy z Katowic poprowadzą konferencję podzieloną na panele dyskusyjne pod wspólnym tytułem „Na wszelki wypadek... dekalog bezpiecznej pracy”: Panel I *Dekalog bezpiecznej pracy w budownictwie*, prowadzenie Anetta Ransz, nadinspektor,

temat wykładu „Jak zachować życie i zdrowie na budowie”? Panel II *Dekalog bezpiecznej pracy w przemyśle metalowym*, prowadzenie Andrzej Kamela, nadinspektor, temat wykładu „Wpływ czynników ludzkich na bezpieczeństwo pracy”, Panel III *Dekalog bezpiecznej pracy w górnictwie*, prowadzenie Władysław Trzop, nadinspektor, temat wykładu „10 przykazań bezpiecznej pracy w górnictwie”. Tematyka wykładów skierowana będzie głównie do branży budowlanej, górniczej i hutniczej. Kontakt do organizatora: Katarzyna Bzdura, e-mail: katarzyna.bzdura@katowice.pip.gov.pl.

Kolejnymi prelegentami będą eksperci z Wyższej Szkoły Zarządzania Ochroną Pracy z Katowic, którzy przygotowali konferencję zatytułowaną „Systemy zabezpieczeń przed zagrożeniami technicznymi i naturalnymi”. Na wszelkie pytania dotyczące wykładów WSZOP odpowie pani Małgorzata Sikorska po skontaktowaniu się z nią drogą e-mailową: msikorska@wszop.edu.pl.

Po raz pierwszy na targach bezpieczeństwa pracy wykład wygłosią przedstawiciele Ośrodka Szkoleniowego TRAUMA z Dąbrowy Górniczej. Prelekcja pt. „Edukacja w zakresie pierwszej pomocy – jak jest, a jak być powinno”, odbędzie się drugiego dnia targów. Pytania można kierować do Tomasza Czekalskiego, e-mail: czekalski.t@gmail.com. Ośrodek TRAUMA podczas wszystkich dni targowych będzie organizatorem pokazów i zdarzeń niebezpiecznych, symulowanych z wykorzystaniem pozorantów oraz specjalistycznego sprzętu do charakteryzacji i efektów specjalnych, co zagwarantuje warunki bliskie rzeczywistym. Szkoleniowcy przedstawią przykładowe zdarzenia, w których osoba poszkodowana uzyskuje niezbędną pomoc i jest ewakuowana z miejsca zdarzenia. Pokazy przewidują wykorzystanie pełnych efektów specjalnych, takich jak sztuczne zadymienie, sygnały dźwiękowe, świetlne, charakteryzacja obrażeń ciała, wykorzystanie sprzętu specjalistycznego.

Organizator, Centrum Targowe FairExpo zaprasza do Katowic na tereny dawnych Międzynarodowych Targów Katowickich w dniach 12-14 marca 2013 r., w godz. od 10<sup>00</sup> do 16<sup>00</sup>. Ceny biletów: normalny – 30 zł, normalny po rejestracji na stronie internetowej targów – 15 zł, osoby z zaproszeniami upoważniającymi do bezpłatnego wejścia na targi – tylko po zarejestrowaniu na stronie targów lub wypełnieniu kuponu zamieszczonego na zaproszeniach (należy z nim udać się do kasy biletowej). Organizator zastrzeżenie sobie zmian terminów konferencji i imprez towarzyszących. Szczegóły na [www.bhp.fairexpo.pl](http://www.bhp.fairexpo.pl).