

dr inż. ANDRZEJ SOBOLEWSKI
 Centralny Instytut Ochrony Pracy
 – Państwowy Instytut Badawczy
 Kontakt: as@ciop.pl

Zasady merytoryczne obliczania wymaganej izolacyjności cieplnej odzieży IREQ (2)

Fot. Liam Grant Bigstockphoto



W 2. części artykułu objaśnione zostały pojęcia izolacyjności cieplnej odzieży: podstawowej (*basic clothing insulation*), efektywnej (*effective clothing insulation*), wynikowej (*resultant clothing insulation*) i wymaganej (*required clothing insulation IREQ*) oraz łączące je związki. Zaprezentowano również program komputerowy przeznaczony do obliczania wskaźników $IREQ_{minimal}$ i $IREQ_{neutral}$ i dopuszczalnego czasu ekspozycji pracownika DLE (*Duration Limited Exposure*) w środowisku zimnym oraz niezbędnego czasu odnowy RT (*Recovery Time*) w przypadku użycia odzieży o niewystarczającej ciepłochronności. Autor ustosunkowuje się także do interpretacji pojęcia „mikroklimat zimny” w ujęciu, DzU nr 274 poz. 1621 oraz celowości szacowania niepewności wskaźnika IREQ.

Słowa kluczowe: odzież ochronna, zimne środowisko pracy, izolacyjność cieplna

Essential rules of calculating required clothing insulation IREQ (2)

In the second part of the article, the terms: basic, effective, resultant, and required (IREQ) clothing insulation are explained, as well as what connects those terms. Also, in the second part a computer programme for calculating: $IREQ_{minimal}$ and $IREQ_{neutral}$ indexes, employee's duration limited exposure (DLE) in a cold environment, and a required recovery time (RT) in case of wearing clothing of insufficient thermal insulation is presented. An interpretation of the term "cold microclimate" worded in Dziennik Ustaw [Journal of Laws] No. 274, item 1621 and the purpose of evaluating the uncertainty of IREQ index were considered by the author as well.

Keywords: protective clothing, cold work environment, thermal insulation

Wstęp

W części 1. artykułu („Bezpieczeństwo Pracy nr 8/2013) omówiono warunki prowadzące do powstania obciążenia cieplnego organizmu

człowieka w środowisku zimnym. Wykazano, że straty ciepła z organizmu do otaczającego środowiska zimnego zależą od rozmiarów człowieka i wyjaśniono potrzebę określenia wyma-

ganej oporności cieplnej odzieży dostosowanej do zaistniałych warunków środowiskowych i metabolizmu energetycznego człowieka.

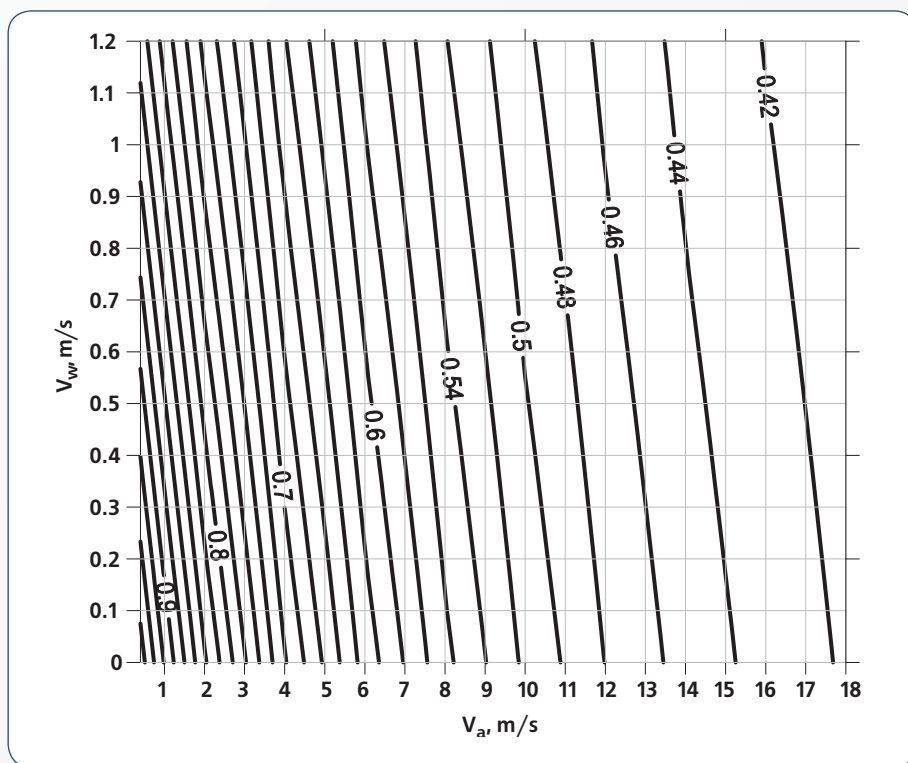
W części 2. objaśniono pojęcia izolacyjności cieplnej odzieży: podstawowej, efektywnej, wynikowej i wymaganej oraz łączące je związki z IREQ. Omówiono program komputerowy przeznaczony do obliczania wskaźników $IREQ_{minimal}$ i $IREQ_{neutral}$ i dopuszczalnego czasu ekspozycji pracownika DLE (*Duration Limited Exposure*) w środowisku zimnym oraz niezbędnego czasu odnowy RT (*Recovery Time*) w przypadku użycia odzieży o niewystarczającej ciepłochronności. A wszystkie te informacje zostały przedstawione w kontekście pojęcia *mikroklimat zimny* w ujęciu rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej [1] oraz celowości szacowania niepewności wskaźnika IREQ.

Związki między izolacyjnością cieplną odzieży: podstawową, efektywną, wynikową i wymaganą

Izolacyjność cieplna odzieży nie jest wartością stałą. Ponieważ w znacznej mierze zależy od konwekcyjnych strat ciepła, przede wszystkim jest podatna na wpływ ruchu powietrza. Już samo przemieszczanie się człowieka względem powietrza podczas chodzenia, powoduje zwiększenie unoszenia ciepła i intensywniejsze odprowadzanie ciepła z ciała w porównaniu ze stanem bezruchu. Dodatkowo wiatr, w warunkach pracy w terenie otwartym może przyczynić się do znacznej redukcji izolacyjności cieplnej odzieży, w skrajnych przypadkach nawet o 80% [2]. Nie bez znaczenia jest także przepuszczalność powietrza właściwa dla materiału, z którego wykonana jest odzież. Z tego powodu współdziałanie wymienionych trzech czynników zostało ujęte we wzory określające wartość współczynnika redukcyjnego *corr*, który odgrywa decydującą rolę w ocenie rzeczywistej izolacyjności cieplnej odzieży w zaistniałych warunkach [2].

Według PN-EN ISO 11079 ma on postać:

$$corr = [0.54 \cdot e^{(0.075 \ln(ap) - 0.15v_G - 0.22v_W)} - 0.06 \ln(ap) + 0.5] \quad (9)$$



Rys. 1. Zależność współczynnika *corr* od względnej prędkości przepływu powietrza (wiatru) v_a , prędkości przemieszczania się człowieka (marszu) v_w , dla współczynnika $ap = 8 \text{ l/m}^2\text{s}$. Wg wzoru (6)

Fig. 1. A relationship between *corr* factor and relative speed of air flow (the wind) v_a , speed of human moving (walking) v_w for $ap = 8 \text{ l/m}^2\text{s}$. According to formula (6)

$$0,4 \leq v_a \leq 18 \text{ m/s}$$

$$0 \leq v_w \leq 1,2 \text{ m/s}$$

$$1 \leq ap \leq 10000 \text{ l}/(\text{m}^2\text{s})$$

gdzie:

v_a – względna prędkość przepływu powietrza (wiatru), m/s

v_w – prędkość przemieszczania się człowieka (marszu), m/s

ap – przepuszczalność odzieży dla przepływającego przez jej warstwy powietrza, $\text{l}/\text{m}^2\text{s}$.

Zamieszczone w normach wzory na współczynnik *corr* mają podłoże empiryczne [2,3,4,5]. Mimo ich różnego zapisu formalnego, wartości *corr* otrzymane z obliczeń po podstawieniu tych samych wartości parametrów: v_a , v_w , ap , nie różnią się znacznie. Wartości współczynnika redukcyjnego zawierają się w przedziale $0,2 \leq corr \leq 1$. Rys. 1. ilustruje zmienność współczynnika *corr* dla $ap = 8 \text{ l/m}^2\text{s}$, to jest wartości przepuszczalności powietrza, przyjmowanej w PN-EN ISO 11079 dla odzieży zimowej.

Wyniki pomiarów izolacyjności cieplnej odzieży I_d wykonanych wg postanowień PN-EN ISO 15831, odnoszą się do warunków statycznych, tj. nieruchomego, stojącego manekina i prędkości przepływu powietrza w zakresie $0,3 \leq v_a \leq 0,5 \text{ m/s}$. Jest to tzw. podstawowa izolacyjność odzieży [2,6,7] określona jako

$$I_d = I_T - \frac{I_a}{f_d} \quad (10)$$

gdzie:

I_T – całkowita, podstawowa izolacyjność cieplna zmierzona od powierzchni powłoki manekina termicznego, przez warstwy odzieży łącznie z warstwą graniczną powietrza otaczającą ubrany manekin, $\text{m}^2 \text{K}/\text{W}$

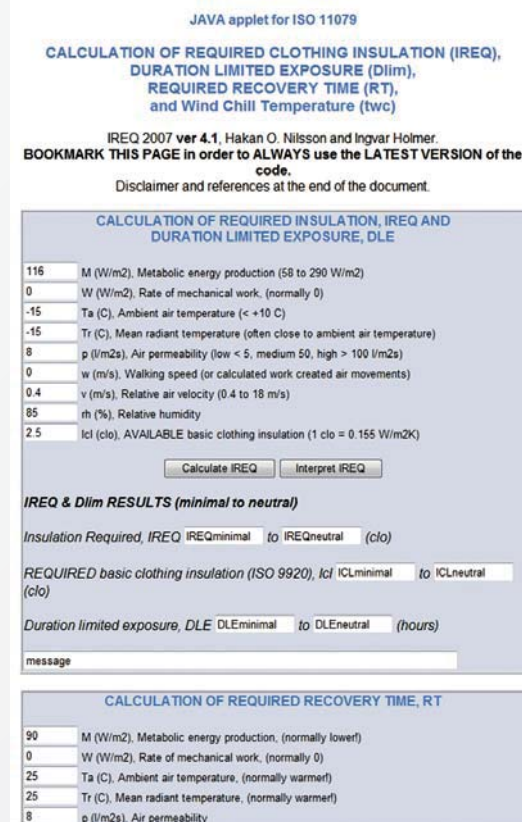
I_a – izolacyjność cieplna warstwy powietrza otaczającej ubrany manekin, nazywana także izolacyjnością warstwy granicznej, $\text{m}^2 \text{K}/\text{W}$

f_d – bezwymiarowy współczynnik powierzchni odzieży, wyrażony jako stosunek powierzchni ubranego manekina do powierzchni nagiego manekina, $f_d \geq 1$.

W przypadku zestawu odzieży składającego się z wielu elementów tworzących kilka warstw materiału, np. odzież zimowa, $f_d > 1$. Dla pojedynczych wyrobów odzieżowych pokrywających powierzchnię manekina jedną warstwą materiału, $f_d \approx 1$. W tym przypadku zmierzona izolacyjność cieplna odzieży nosi nazwę efektywnej izolacyjności cieplnej I_{de} [2, 3, 6], określanej jako

$$I_{de} = I_T - I_a \quad (10b)$$

Swoistym katalogiem, albo bazą danych o podstawowej i efektywnej izolacyjności cieplnej zestawów odzieży oraz jej elementów, jest PN-EN ISO 9920. W normie tej, efektywna wartość izolacyjności cieplnej elementów odzieży oznaczana jest symbolem $I_{cl,r}$. Zawarte w normie informacje wykorzystuje się do tworzenia zestawów odzieży o odpowiedniej izolacyjności cieplnej, dostosowanej do zaistniałych okoliczności. Jeżeli działalność człowieka odbywa się



Rys. 2. Wygląd fragmentu strony internetowej z oknem programu liczącego wymaganą izolacyjność cieplną odzieży ochronnej IREQ

Fig. 2. Part of a website with a window of a program calculating required thermal insulation of protective clothing (IREQ)

w warunkach przepływu powietrza o prędkości mniejszej lub niewiele przekraczającej prędkość przepływu utrzymywaną podczas pomiarów podstawowej izolacyjności cieplnej, to rzeczywista izolacyjność używanej odzieży jest oczywiście taka sama jak zmierzona za pomocą manekina termicznego. W przypadku pracy wymagającej zwiększonej aktywności ruchowej, (wtedy $M \geq 115 \text{ W/m}^2$), co związane jest np. z chodzeniem, intensywną pracą rąk, tułowia itp., lub w wyniku wzrostu prędkości przepływu powietrza (wiatru), albo koincydencji obu tych czynników, należy uwzględnić ich redukujące działanie na wartość podstawową I_d i efektywną I_{de} . Otrzymuje się wówczas nową wielkość tzw. *wynikową i wynikową efektywną wartość izolacyjności cieplnej odzieży* $I_{cl,r}$ ($I_{cl,er}$), jaką w zaistniałym warunkach osiągnie odzież o wartości izolacyjności I_d (I_{de}).

$$I_{cl,r} = I_{T,r} - \frac{I_{a,r}}{f_d} \quad (11a)$$

$$I_{cl,er} = I_{T,r} - I_{a,r} \quad (11b)$$

Przy czym:

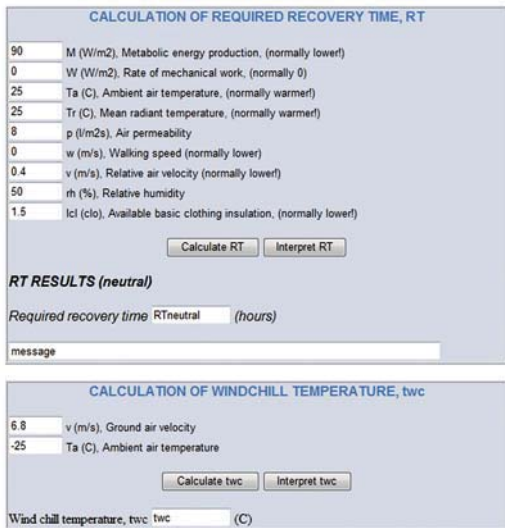
$I_{T,r}$ – całkowita, wynikowa izolacyjność cieplna odzieży, $\text{m}^2 \text{K}/\text{W}$

$I_{a,r}$ – wynikowa izolacyjność cieplna warstwy granicznej, $\text{m}^2 \text{K}/\text{W}$

$$I_{T,r} = corr \cdot I_T \quad (12)$$

$$I_{a,r} = 0,092 \cdot e^{(0,15v_a - 0,22v_w)} - 0,0045 \quad (13)$$

(wg PN-EN ISO 11079)



Rys. 3. Wygląd okna programu liczącego wymagany czas odnowy RT po ekspozycji w odzieży o niewystarczającej izolacyjności cieplnej do występujących warunków

Fig. 3. A window of a program calculating required recovery time RT after exposure in clothing not sufficiently insulated for the conditions

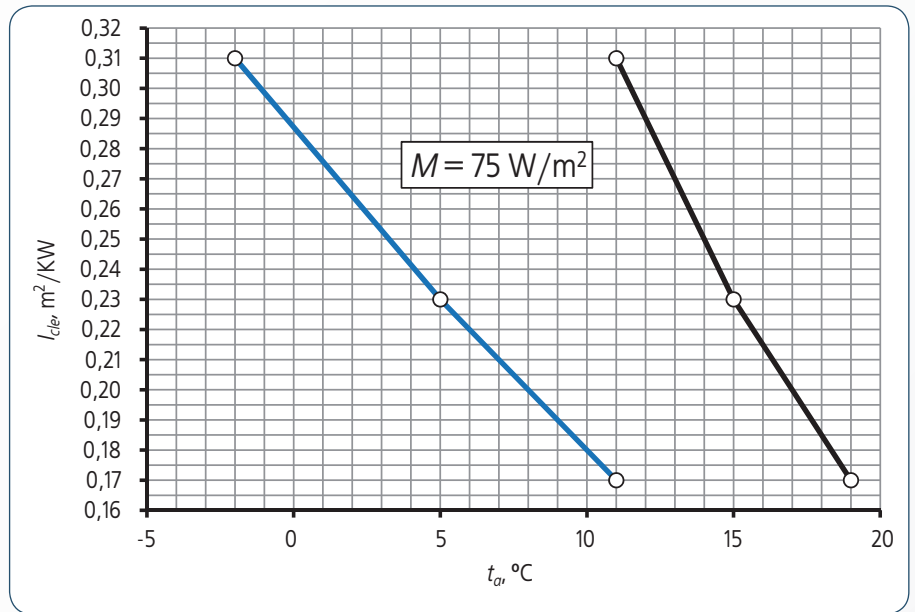
Obliczanie wymaganej izolacyjności cieplnej odzieży IREQ

Odzież dobrana do rzeczywistych warunków, jak wspomniano, charakteryzuje się tzw. wymaganą izolacyjnością cieplną IREQ. O tym, jaką przyjmie wartość IREQ oszacowana dla zastanych warunków, decyduje zestaw ośmiu parametrów uwzględnionych w obliczeniach bilansu cieplnego. Należą do nich:

1. M – metabolizm, W/m^2
2. W – gęstość strumienia mocy przeznaczony na pracę, W/m^2
3. t_a – temperatura otaczającego powietrza, $^{\circ}C$
4. t_r – temperatura promieniowania, $^{\circ}C$
5. $p = ap$ – przepuszczalność powietrza przez odzież, l/m^2s
6. $w = v_w$ – prędkość przemieszczania się człowieka, m/s
7. $v = v_{or}$ – względna prędkość przepływu powietrza, m/s
8. rh – wilgotność względna powietrza, %.

Wartość IREQ oblicza się korzystając z programu znajdującego się pod adresem internetowym [8], który podany jest w PN-EN ISO 11079. Fragment przywołanej strony internetowej pokazano na rys. 2.

W zestawie danych wejściowych do programu nie uwzględniono rozmiarów człowieka. Wyniki obliczeń odnoszą się więc do osoby o przeciętnych rozmiarach, tj. 50 centyla. Ponieważ dla wielkości IREQ nie ma rozwiązania analitycznego, w programie do jej wyznaczenia wykorzystuje się metodę numeryczną. Uzyskane z obliczeń wartości wymaganej izolacyjności $IREQ_{minimal}$ i $IREQ_{neutral}$ są równoważne z wartościami wynikowymi izolacyjności cieplnej odzieży. Przez analogię można je oznaczyć jako $I_{cl,r minimal}$ i $I_{cl,r neutral}$. Taką wartością izolacyjności cieplnej wynikowej powinna charakteryzować się odzież w danych warunkach otoczenia.



Rys. 4. Zależność między temperaturą powietrza t_a i izolacyjnością odzieży I_{cl} dla aktywności na poziomie $M = 75 W/m^2$, wg PN-EN 14058. Linia niebieską oznaczono zależność dla przypadku dużego obciążenia, linią czarną dla przypadku neutralnego. Fig. 4. A relationship between air temperature t_a and insulation of clothing I_{cl} for activity at the level of $M = 75 W/m^2$, according to PN-EN 14058. The relationship for a case of a big load of a cold environment is marked in blue, for neutral case in black

Tabela. Przedziały zmienności parametrów mikroklimatu i metabolizmu przyjmowane w normach: PN-EN ISO 7730 i PN-EN ISO 11079

Table. Ranges of variability of microclimate and metabolism parameters accepted in standards PN-EN ISO 7730 and PN-EN ISO 11079

PARAMETR	OPIS PARAMETRU	PRZEDZIAŁ ZMIENNOŚCI wg PN-EN ISO 7730	PRZEDZIAŁ ZMIENNOŚCI wg PN-EN ISO 11079
$M, W/m^2$	metabolizm	$46 \leq M \leq 232$	$58 \leq M \leq 290$
$I_{cl}, m^2K/W (clo)$	podstawowa izolacyjność cieplna odzieży	$0 \leq I_{cl} \leq 0.310$ ($0 \leq I_{cl} \leq 2$)	$I_{cl} \geq 0,078$ ($I_{cl} > 0.5$)
$t_{or}, ^{\circ}C$	temperatura powietrza otaczającego	$10 \leq t_{or} \leq 30$	$t_{or} \leq 10$
$t_r, ^{\circ}C$	temperatura promieniowania	$10 \leq t_r \leq 40$	często $t_r = t_a$
$v_{or}, m/s$	prędkość przepływu powietrza	$0 \leq v_{or} \leq 1$	$0.4 \leq v_{or} \leq 18$
p_{or}, Pa	ciśnienie cząsteczkowe pary wodnej	$0 \leq p_{or} \leq 2500$	Wilgotność względna $rh, \%$

Wymaganie to spełnia odzież o podstawowej izolacyjności $I_{cl, minimal}$ i $I_{cl, neutral}$ właściwej dla warunków statycznych, a więc większej lub równej $IREQ_{minimal}$ i $IREQ_{neutral}$. Wartości te są obliczane przez program i wyświetlane w okienkach określonych przypisem: *REQUIRED basic clothing insulation (ISO 9920)*. W ten sposób otrzymuje się informację o izolacyjności cieplnej odzieży, jaką trzeba i można skompletować do zaistniałych warunków środowiskowych, wykorzystując dane o jej elementach składowych zgromadzone w PN-EN ISO 9920. Przy niezmiennych warunkach otoczenia i stałym metabolizmie czas ekspozycji w tej odzieży jest teoretycznie nieograniczony.

Czas ekspozycji w odzieży o niewystarczającej izolacyjności cieplnej oraz czas odnowy

Oprócz wartości ośmiu parametrów wprowadzanych do programu jako dane wejściowe, w ostatniej dziesiątej pozycji oznaczonej

opisem: „Icl (clo), AVAILABLE basic clothing insulation”, podaje się wartość izolacyjności cieplnej odzieży, jaką aktualnie dysponuje się w danych warunkach lub na stanowisku pracy. Nie powinna być ona większa niż obliczona wartość IREQ. Jeżeli jest mniejsza od wymaganej izolacyjności IREQ, wtedy program oszacowuje dozwolony czas ekspozycji w tej odzieży DLE. Jest on krótszy od przewidywanych 8 godzin pracy. Po jego upływie, organizm niedostatecznie chroniony przed utratą ciepła będzie miał zaciągnięty dług cieplny o wartości $-144 kJ/m^2$. Wówczas należy przerwać pracę, a pracownik powinien przenieść się do cieplejszego środowiska, gdzie po czasie, nazywanym czasem odnowy lub restytucji RT, uzupełnione zostaną straty ciepła poniesione przez jego organizm. Czas ten można oszacować, dla nowych warunków otaczającego środowiska, korzystając z drugiej części programu, udostępnionej w następnym oknie: CALCULATION OF REQUIRED RECOVERY TIME, RT.

Problemy związane z interpretacją mikroklimatu zimnego w ujęciu przepisów Dziennika Ustaw nr 274

Wśród osób wykonujących pomiary mikroklimatu środowiska pracy panuje przekonanie, że informacją rozstrzygającą o tym czy dane środowisko należy zakwalifikować jako zimne, jest wartość wskaźnika $PMV < -2$. W poz. 1621 DzU nr 274, punkt 2.1 zapisano: „Mikroklimat zimny odnosi się do warunków środowiska termicznego, dla których wartość wskaźnika PMV (przewidywana ocena średnia) wynosi -2 lub mniej” [1]. Po stwierdzeniu tego faktu, należy podjąć działania mające na celu określenie wartości wymaganej izolacyjności cieplnej odzieży $IREQ$ dla warunków zastanych w analizowanym środowisku. Jak już wcześniej wspomniano, z formalnego punktu widzenia (patrz PN-EN ISO 7730), wartości $PMV = -2$ przypisane jest wrażenie ciepłe chłodu, zaś dopiero $PMV = -3$, odczuwanie zimna.

W ankiecie E pt.: „Tablice do wyznaczania przewidywanej średniej oceny (PMV)” zamieszczonym w PN-EN ISO 7730, można znaleźć kilkanaście przypadków, kiedy wartość $-3 < PMV < -2$. Na przykład dla $M=69,6 \text{ W/m}^2$, $I_{cl}=0,078 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ ($0,5 \text{ clo}$), $v_e=0,3 \text{ m/s}$ i temperatury operatywnej $t_o=18 \text{ }^\circ\text{C}$ (można przyjąć, że $t_o=t_a$), $PMV=-2,7$. Próba określenia wymaganej izolacyjności odzieży $IREQ$ dla tego przypadku skazana jest jednak na niepowodzenie. Przyczyna tkwi w zakresie zmienności parametrów mikroklimatu uwzględnionym w normie PN-EN ISO 11079, niepokrywającym się z zakresem przyjętym w PN-EN ISO 7730 (tabela).

Zakresy zmienności parametrów wejściowych do programu obliczeniowego podane są w oknie przedstawionym na rys. 2. Wartości parametrów spoza zakresu (tutaj dla $t_o=18 \text{ }^\circ\text{C}$) nie są przyjmowane przez program obliczający $IREQ$. W takim przypadku można próbować się odwołać do postanowień PN EN 14058, która wypełnia powstałą lukę [9]. Jej zakres zastosowania pokrywa przedział zmienności temperatury powietrza od: „ $t_o = -5 \text{ }^\circ\text{C}$ i wyżej”. W załączniku B do tej normy pt.: „Poziomy skuteczności” zamieszczono tablice, w których podano wartości izolacyjności cieplnej odzieży odpowiedniej do ekspozycji w temperaturze otoczenia równej t_o , w zależności od poziomu „aktywności” jej użytkownika tzn. wartości metabolizmu M dla zakresów: $75, 115, 170 \text{ W/m}^2$, prędkości przepływu powietrza $0,3 \leq v_e \leq 0,5 \text{ m/s}$ i prędkości przemieszczania się człowieka $v_w \approx 1 \text{ m/s}$. Przez analogię do przypadku małego obciążenia środowiskiem zimnym, czyli dla warunku *neutral*, w tablicach podano wartości izolacyjności cieplnej odzieży i odpowiadających im najniższych temperatur otoczenia t_o , przy których ekspozycja w danym środowisku może trwać 8 godzin i więcej. Dla przypadku dużego obciążenia fizjologicznego, różniącego się jednak od warunku *minimal*, bo dotyczącego odzieży o niewystarczającej izolacyjności cieplnej, podano temperatury otoczenia t_o , przy których ekspozycja w tej odzieży jest skrócona do 1 godziny. W normie PN-EN 342 w ten sam sposób ujęto zasadę doboru odzieży dla temperatur $t_o < -5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Opierając się na danych pochodzących z tablicy B.1 z PN EN 14058, sporządzono wykres przedstawiający te związki (rys. 4.), [9].

Najmniejsza wartość metabolizmu uwzględniona w tej normie wynosi $M=75 \text{ W/m}^2$. Nie można zatem, korzystając z wykresu lub tablicy B.1 normy, określić wartości izolacyjności cieplnej odzieży dla warunku $t_o=t_a=18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $M=69,6 \text{ W/m}^2$. W tym przypadku do rozwiązania powstałego problemu pozostaje wykorzystanie programu obliczającego wskaźnik PMV i PPD . Podstawiając do obliczeń, metodą „prób i błędów”, wartości $I_{cl} > 0,078 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ uszeregowane w ciągu wartości rosnących, sprawdza się otrzymane z obliczeń wartości PMV . Rozwiązaniem właściwym będzie wartość PMV zawarta w granicach $-0,5 < PMV < 0,5$. Dla tego przedziału PMV , przeciętne odczucia ciepłe odpowiadają najkorzystniejszej sytuacji, tj. *komfortowi cieplnemu*. W omawianym przypadku warunek ten spełnia odzież o izolacyjności cieplnej $I_{cl} = 0,28 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ ($1,8 \text{ clo}$) dla której przy: $M=69,6 \text{ W/m}^2$, $v_e=0,3 \text{ m/s}$, $t_o=18 \text{ }^\circ\text{C}$ i $rh=50\%$, wskaźnik $PMV=0,03$, a $PPD=5,01\%$, lub odzież o izolacyjności $I_{cl} = 0,22 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ ($1,4 \text{ clo}$), dla której wskaźnik $PMV=-0,42$, a $PPD=8,7\%$.

O oszacowaniu niepewności wskaźnika $IREQ$

Wskaźnik $IREQ$ jest funkcją ośmiu parametrów. Do oszacowania jego niepewności należałoby wziąć pod uwagę wszystkie składniki niepewności, zakładając przy tym powtarzalność pomiarów mierzonych parametrów. Tymczasem większość z nich jest zmienna w czasie. Poza tym wartości trzech parametrów wejściowych do programu obliczeniowego, tj.: M , W i ap , przyjmowane są zazwyczaj arbitralnie z tablic [2,10]. W oszacowaniach wartości $IREQ$ także nieuwzględniane są rozmiary człowieka, które, jak wykazano mają istotne znaczenie dla wielkości strat ciepła ponoszonych przez organizm. Wartości $IREQ$ otrzymane z obliczeń odnoszą się więc do ustalonych, niezmiennych w czasie warunków otaczającego środowiska oraz stabilnego wydatku energetycznego i są oceną wymaganej izolacyjności cieplnej odzieży przeznaczonej dla osoby o rozmiarach przeciętnych. W ujęciu obecnie obowiązującym w PN-EN ISO 11079 [4], wynikiem oszacowania wskaźnika $IREQ$ nie jest wartość pojedyncza, lecz przedział dopuszczalnej jego zmienności $IREQ_{\text{minimal}} \leq IREQ \leq IREQ_{\text{neutral}}$. Odzież używana w danych warunkach środowiskowych o izolacyjności cieplnej $IREQ$ zawartej w tym przedziale, będzie różnie oceniana przez jej użytkowników. Od wrażenia zimna ($IREQ_{\text{minimal}}$) do odczuć neutralnych ($IREQ_{\text{neutral}}$). Przy niezmiennych się warunkach środowiskowych, niezależnie od subiektywnych ocen pracowników, będzie to jednak dla obu skrajnych przypadków odzież zapewniająca bezpieczne warunki pracy w aspekcie oddziałujących obciążeń cieplnych. Już ten fakt podważa zasadność stawiania wymagania określania niepewności oszacowania wskaźnika $IREQ$. Wobec przyto-

czonych argumentów postulowanie obowiązku obliczania niepewności wskaźnika $IREQ$ nie znajduje formalnego ani racjonalnego uzasadnienia.

Podsumowanie

Dobór odzieży o izolacyjności cieplnej dostosowanej do warunków pracy w środowisku zimnym ma istotne znaczenie dla zdrowia i bezpieczeństwa osób zatrudnionych w chłodniach, mroźniach i pracujących w warunkach terenowych nie tylko w okresie zimowym. Ten ostatni przypadek dotyczy pracy w budownictwie, zwłaszcza na wysokościach, w leśnictwie, prac interwencyjnych podczas usuwania skutków kataklizmów, np. uszkodzenia trójfazowej energii elektrycznej, w drogownictwie, kolejnictwie, podczas akcji ratowniczych w górach i na morzu.

Problem ten nabiera szczególnego znaczenia, kiedy praca przebiega w warunkach, w których zmiana aktualnie używanej odzieży na „cieplejszą” jest utrudniona lub niemożliwa. W sytuacjach krytycznych odzież zawczasu odpowiednio dobrana do przewidywanych warunków może zapewnić człowiekowi przetrwanie. Przedstawione w artykule informacje ogólne mogą okazać się przydatne także dla osób przemieszczających się pojazdami odkrytymi (motocykle, quady), uprawiających wspinaczkę wysokogórską, narciarstwo, lotniarstwo i inne sporty w terenie otwartym, gdzie dobór odzieży do występujących warunków powinien być oparty na racjonalnych przesłankach.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 16 grudnia 2011 r. DzU nr 274 poz. 1621. Mikroklimat zimny
- [2] PN-EN ISO 9920 Ergonomia środowiska termicznego. Szacowanie izolacyjności cieplnej i oporu pary wodnej zestawów odzieży
- [3] PN-EN 342 Odzież ochronna. Zestawy odzieży i wyroby odzieżowe chroniące przed zimnem
- [4] PN-EN ISO 11079 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
- [5] PN-EN ISO 7730 Ergonomia środowiska termicznego – Analityczne wyznaczenie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów lokalnego komfortu termicznego
- [6] PN-EN ISO 15831 Odzież. Skutki fizjologiczne. Pomiar izolacyjności cieplnej za pomocą manekina termicznego
- [7] K. Parson Human Thermal Environments. Second Edition 2003. Taylor & Francis
- [8] http://www.wold.eat.lth.se/forskning/termisk/termisk_hp/klimatfiler/ireq2002alfa.htm (27.05.2013)
- [9] PN-EN 14058 Odzież ochronna. Wyroby odzieżowe chroniące przed chłodem
- [10] PN-EN ISO 8996 (U) Ergonomia środowiska termicznego – Określenie tempa metabolizmu

Publikacja opracowana na podstawie wyników II etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2011-2013 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.