

Wstęp

Pomimo że obecna pora roku w Polsce w większym stopniu przypomina zimę typową dla krajów śródziemnomorskich, istnieje wiele stanowisk pracy, na których, niezależnie od aury, praca jest wykonywana w środowisku zimnym. Według danych Ministerstwa Pracy i Polityki Społecznej [1] liczba osób pracujących w takich warunkach w 2005 r. wynosiła 17,443 tys. (tab.1.). Niedostateczna ochrona przed oddziaływaniem zimna na organizm pracownika może prowadzić do wielu niekorzystnych zjawisk, zarówno bezpośrednio dotyczących zdrowia pracowników, jak i bezpieczeństwa wykonywanej przez nich pracy. Metoda określania narażenia osób na wpływ środowiska zimnego, zgodnie z zalecaną od 1987 r. w Polsce normą jest prosta [2]. Niemniej, w świetle raportu technicznego ISO (ISO/TR 11079:1993) [3], zakres możliwości oceny środowiska pracy, zwłaszcza pod kątem minimalizowania niekorzystnego wpływu środowiska na pracowników jest potencjalnie większy. Dlatego w niniejszym artykule zostaną przedstawione praktyczne aspekty oceny środowiska zimnego, na podstawie metody zawartej w aktualnych dokumentach normatywnych oraz własnych doświadczeń.

Środowisko zimne

Wrażenia ciepłe odczuwane na danym stanowisku pracy są wypadkową wielu parametrów środowiska oddziałujących na pracownika, tj.: temperatury, wilgotności i prędkości powietrza, temperatury promieniowania powierzchni ciał stałych, ilości ciepła wytwarzanego w organizmie podczas wykonywanej pracy oraz ciepła odbieranego z organizmu przez środowisko [4, 5, 6, 7, 8, 9]. W stanie równowagi termicznej, kiedy ilości ciepła otrzymywanego ze środowiska i wytwarzanego w organizmie są równoważone przez ilość ciepła oddawaną do środowiska, człowiek odczuwa komfort cieplny. Warunki pracy w takim przypadku określane są mianem komfortowych i odpowiadają tzw. strefie komfortu, której wskaźnik *PMV* (*predicted mean vote*) jest zawarty w granicach $-0,5 < PMV < +0,5$. Poniżej wartości $PMV < -2$ środowisko termiczne definiowane jest jako „środowisko zimne”, w którym – zgodnie z definicją GUS – temperatura powietrza oraz względna wilgotność powietrza są niższe niż, odpowiednio, 14 °C i 65%. Dolna dopusz-

Praktyczne aspekty oceny narażenia pracowników zatrudnionych w warunkach środowiska zimnego za pomocą wskaźników **WCI i IREQ**

Ocena narażenia pracowników na oddziaływanie środowiska zimnego jest przeprowadzana za pomocą dwóch wskaźników: *WCI* (*wind chill index*) oraz *IREQ* (*required clothing insulation*), z których pierwszy opisuje wpływ miejscowego chłodzenia organizmu przez zimny strumień powietrza, drugi zaś określa izolacyjność cieplną odzieży ochronnej, wymaganą w celu zapobiegania oziębieniu całego ciała. W artykule przedstawiono metodę oceny obciążenia środowiskiem zimnym na przykładzie stanowiska pracy w chłodni, opierając się na obowiązującej normie PN-87/N-08009 *Ergonomia. Środowiska zimne. Metoda oceny ujemnego obciążenia termicznego oparta na wskaźnikach WCI i IREQ* oraz procedury obliczeniowej zawartej w raporcie technicznym ISO/TR 11079:1993 *Evaluation of cold environments – Determination of required clothing insulation (IREQ)*. Na podstawie przykładów wskazano na różnice obliczeniowe szacowanego ryzyka uzyskiwane przy postępowaniu zgodnym z powyższymi dokumentami.

Practical aspects of assessing employee exposure to a cold environment, based on WCI and IREQ indices

Estimation of employee exposure to a cold environment is based on two indices: *WCI*, i.e., wind chill force, which determines the effect of local cooling on human, and *IREQ*, which determines the clothing insulation required to prevent general cooling. This paper presents a method of calculating risk assessment exemplified by work in cold rooms according to standard PN-87/N-08009 *Ergonomics. Cold environments. Estimation of cold stress based on WCI and IREQ index* and technical report ISO/TR 11079:1993 *Evaluation of cold environments – Determination of required clothing insulation (IREQ)*. A practical example shows calculations run according to the standards differ.

Tabela 1

LICZBA OSÓB ZATRUDNIONYCH W ŚRODOWISKU ZIMNYM W POLSCE W LATACH 2000 – 2005 [1]

Number of workers employed in a cold environment in Poland in 2000 – 2005 [1]

Lata	2000	2001	2002	2003	2004	2005
Środowisko zimne, liczba osób	22730	21295	20958	17023	15396	17443

Pojęcie „środowisko zimne” jest zgodne z normami krajowymi i europejskimi i jest równoznaczne z pojęciem „mikroklimat zimny” stosowanym w raportach o warunkach pracy opracowywanych zarówno przez GUS, jak i MPiPS.

Tabela 2

ODPOWIEŹ ORGANIZMU NA OBNIŻANIE TEMPERATURY WEWNĘTRZNEJ [7]

Body response to lower core temperature [7]

Temperatura wewnętrzna, °C	Reakcje organizmu
36	wzrost tempa metabolizmu
35	silne dreszcze
33	stan silnej hipotermii
32	zaniki świadomości, ustąpienie dreszczy, obniżenie ciśnienia tętniczego krwi
30	sztywnienie mięśni, zanik pulsu, dalsze obniżenie ciśnienia tętniczego
28	nieregularny rytm pracy serca zagrażający życiu

czalna wartość temperatury skóry w takich warunkach wynosi 20 °C, zaś temperatury wewnętrznej -36 °C. Dalsze obniżanie temperatury wewnętrznej prowadzi do wielu zaburzeń (tab. 2.).

Ocena obciążenia termicznego

Środowisko zimne oddziałujące na człowieka może prowadzić zarówno do miejscowego wychłodzenia, jak i do oziębienia całego ciała. Z tego powodu obciążenie termiczne organizmu określa się na podstawie dwóch wskaźników:

1) wskaźnika *WCI* (*wind chill index* – wskaźnik siły chłodzącej powietrza), służącego do oceny miejscowego oddziaływania zimna na organizm człowieka,

2) wskaźnika *IREQ* (*required clothing insulation* – wymagana ciepłochronność odzieży), pozwalającego na ocenę ogólnego oddziaływania środowiska zimnego na organizm człowieka przez określanie wartości izolacyjności termicznej odzieży zalecanej do pracy w danym środowisku [2, 7, 10].

Metoda określania obciążenia organizmu zimnem za pomocą tych dwóch wskaźników oraz ich wartości odniesienia jest zawarta w zalecanej w 1987 r. w Polsce normie PN-87/N-08009 *Ergonomia. Środowiska zimne. Metoda oceny ujemnego obciążenia termicznego oparta na wskaźnikach WCI i IREQ* [2]. Dodatkowo, procedury obliczeniowe pozwalające na szacownie narażenia za pomocą wymienionych wskaźników są tematem międzynarodowego raportu technicznego, opracowanego w roku 1993: ISO/TR 11079:1993 *Evaluation of cold environments – Determination of required clothing insulation (IREQ)* [3].

Ze względu na fakt, iż polska norma PN-87/N-08009 od wielu lat nie uległa modyfikacji, w dalszej części tekstu przedstawiono metodę określania narażenia na środowisko zimne według obydwu dokumentów, wskazując na istniejące między nimi różnice oraz sugerując najwłaściwszy, w opinii autorów, sposób postępowania w celu zapobiegania zagrożeniom, jakie ze sobą niesie praca w środowisku zimnym (m.in. wychłodzenie, odmrożenia).

Ocena narażenia pracowników wg normy PN-87/N-08009

Wyznaczenie wskaźnika WCI

Miejscowe oddziaływanie zimna na organizm człowieka, czyli stres miejscowy (występujący przy temperaturze powietrza poniżej 10 °C) jest określane za pomocą wskaźnika *WCI*, opisującego wpływ siły chłodzącej powietrza na człowieka [9]. Wskaźnik ten został opracowany na podstawie badań przeprowadzonych na Antarktydzie przez Siple'a i Pastela (1945 r.) i jest stosowany

do szybkiej oceny oddziaływania środowiska zimnego na organizm człowieka w okresie reprezentatywnym dla jego pracy [9]. Pomimo ograniczeń (wskaźnik nie uwzględnia strat ciepła przez oddychanie, faktu ekspozycji na zimno nagiej skóry oraz oporności termicznej odzieży), jest to obecnie powszechnie wykorzystywany sposób oceny wpływu środowiska zimnego na organizm.

Metoda określania wskaźnika *WCI* zgodnie z normą PN-87/N-08009 [2] przebiega w trzech etapach:

Etap I

W pierwszej kolejności dokonywane są pomiary temperatury oraz prędkości powietrza, bezpośrednio na stanowisku pracy. Zaleca się wykonywanie pomiarów w okresie odpowiadającym ekstremalnym ujemnym obciążeniom termicznym, nie rzadziej niż raz na 4 godziny.

Etap II

Wyniki pomiarów są następnie uśredniane dla sumarycznego czasu przeprowadzanych pomiarów i podstawiane do wzoru:

$$WCI = (10,45 + 10\sqrt{V_{ar} - V_{ar}})(33 - t_a)$$

gdzie:

V_{ar} – prędkość powietrza, m/s
 t_a – temperatura powietrza, °C

Etap III

Uzyskane wartości *WCI* są następnie porównywane z wartościami odniesienia, zamieszczonymi w normie [2]. Wartości odniesienia zostały określone dla osób zdrowych i nie uwzględniają zmian, jakie mogą np. być wywołane działaniem wiatru na nabłonek wyścielający drogi oddechowe czy też zmian reakcji psychomotorycznych, które mogą prowadzić do wypadku. Pozwalają one jedynie klasyfikować stopień ryzyka odmrożeń poszczególnych części ciała, na podstawie następujących wartości *WCI*:

- ryzyko duże, gdy $WCI \geq 2000$ (ekspozycja na zimno jest bezwzględnie zabroniona)
- ryzyko średnie, gdy $1200 \leq WCI < 2000$ (dozwolona jest ekspozycja skrócona, której czas jest wyznaczany z zależności liniowej zamieszczonej w normie)
- ryzyko małe, gdy $WCI < 1200$ (dozwolona jest ekspozycja ciągła).

Ponadto, w normie określono zalecany czas pracy (w min) w cyklu praca-wypoczynek, w odniesieniu do 4-godzinnej zmiany roboczej, umiarkowanej lub ciężkiej. Zastosowanie zalecanej długości cyklu praca-wypoczynek (zależnego od wartości prędkości powietrza oraz temperatury powietrza na stanowisku) zmniejsza ryzyko niekorzystnego oddziaływania środowiska zimnego.

Wyznaczenie wskaźnika IREQ

Oddziaływanie ogólne środowiska zimnego na organizm człowieka jest określane na podstawie wartości wskaźnika *IREQ*. Wskaźnik ten został zaproponowany przez Holmera w 1984 roku [9], a bazuje na równaniu równowagi termicznej układu człowiek-otoczenie (równaniu bilansu cieplnego) opracowanym przez Fangera. *IREQ* określa wymaganą izolacyjność termiczną odzieży (wyrażaną w jednostkach clo; 1 clo = 0,155 m²K/W) w celu zapewnienia stanu komfortu cieplnego i równowagi termicznej w środowisku zimnym. Norma PN-87/N-08009 [2] przedstawia kilkuetapową metodę obliczania wskaźnika *IREQ*:

Etap I

W początkowej fazie przeprowadzane są pomiary temperatury powietrza, prędkości ruchu powietrza i temperatury poczwernionej kuli bezpośrednio na stanowisku pracy, a następnie, podobnie jak w przypadku wskaźnika *WCI*, obliczane są wartości średnie, uwzględniające zmiany tych parametrów w czasie i przestrzeni otaczającej pracownika. Jednocześnie, w trakcie pomiarów określany jest wydatek energetyczny, z jakim pracują osoby przebywające w analizowanym środowisku zimnym. Wydatek energetyczny może być określany na podstawie pomiaru zużycia tlenu przez danego pracownika lub też, w sposób mniej dokładny, ale zdecydowanie prostszy i szybszy, oszacowany z tablic zawartych w normie PN-EN ISO 8996:2005 (U) [11].

Etap II

Na podstawie zmierzonych temperatur powietrza i poczwernionej kuli, obliczana jest temperatura operatywna (w normie określona jako „operacyjna”). Temperatura operatywna, średnia prędkość powietrza w środowisku pracy oraz wielkość wydatku energetycznego posłużą do określenia, z nomogramów zawartych w załączniku 2. do tej normy, wartości odniesienia wskaźnika *IREQ* (możliwe jest również obliczenie wartości odniesienia wskaźnika *IREQ* na podstawie programu załączonego do normy). Wartości odniesienia są przedstawione w normie w postaci wykresów, na których podano wartości liczbowe *IREQ* przy stałej wilgotności względnej powietrza równej 50%, dla różnych poziomów metabolizmu, prędkości ruchu powietrza i różnych temperatur operatywnych. Wartości odniesienia *IREQ* odpowiadają poziomom oddziaływania, na które mogą być narażone prawie wszystkie osoby bez żadnych szkodliwych skutków zdrowotnych i reprezentują one średni wpływ środowiska zimnego na człowieka w czasie długiego okresu pracy, nie uwzględniając obciążeń szczytowych (tj. krótkotrwałych, szczególnie

niskich temperatur, krótkich okresów mniej intensywnej pracy). Wartości odniesienia wskaźnika *IREQ* zostały opracowane przy następujących założeniach:

- brak akumulacji ciepła u pracownika
- średnia temperatura skóry 30 °C
- stosunek pożądanego odparowania potu do wartości maksymalnej równy 0,06 (a więc praktyczny brak pocenia).

Spełnienie tych założeń i zastosowanie odzieży o odpowiedniej izolacyjności (określonej w normie PN-87/N-08009) pozwolą na utrzymanie temperatury wewnętrznej na prawidłowym poziomie, tj. 36 – 37 °C.

Etap III

Określone w II etapie wartości odniesienia wskaźnika *IREQ* są porównywane z wartościami izolacyjności cieplnej odzieży stosowanej na określonym, analizowanym stanowisku pracy. W przypadku, gdy izolacyjność odzieży na danym stanowisku pracy będzie niższa w stosunku do wartości określonej w normie PN-87/N-08009, wymagane będzie zastosowanie zestawu o wyższej wartości izolacyjności cieplnej lub też środków zmniejszających oddziaływanie zimna na pracownika (np. przez izolację termiczną przestrzeni źródła zimna).

PRZYKŁAD 1.

Obliczenie wskaźników *WCI* i *IREQ* według normy PN-87/N-08009 dla pracownika chłodni, ubranego w odzież o izolacyjności cieplnej 1,24 clo, pracującego w warunkach: temperatura operatywna -10°C, prędkość powietrza 0,2 m/s.

Zgodnie z ustaleniami normy, w pierwszej kolejności, na podstawie pomiarów temperatury oraz prędkości powietrza na stanowisku pracy, ryzyko miejscowego wychłodzenia ciała pracownika oceniono na 731 *WCI*. Wartość ta, zgodnie ze skalą oceny ryzyka, jest mniejsza niż 1200 *WCI*, co oznacza mały stopień ryzyka, a więc warunki środowiska, w których dozwolona jest ekspozycja ciągła.

W odniesieniu do tych warunków środowiska pracy obliczono następnie wymaganą izolacyjność cieplną odzieży na podstawie wskaźnika *IREQ*. W tym celu określono wydatek energetyczny pracownika: pracę w chłodni zakwalifikowano do prac ciężkich (metabolizm na poziomie 220 W/m²). Wartość odniesienia, czyli wymagana izolacyjność cieplna odzieży dla tej wartości wydatku energetycznego powinna wynosić min. 1 clo. Z uwagi na fakt, iż w chłodni zastosowano odzież o izolacyjności 1,24 clo, warunek bezpieczeństwa pracownika został spełniony. Jednak odzież ta, charakteryzująca się wy-

szą izolacyjnością termiczną niż wymagana, może przyczyniać się do akumulacji ciepła w organizmie i prowadzić do powstania stresu cieplnego.

Ocena narażenia pracowników wg normy ISO/TR 11079:1993

Metody określania narażenia pracowników na oddziaływanie środowiska zimnego według norm PN-87/N-08009 [2] i ISO/TR 11079:1993 [3] wykazują istotne różnice. ISO/TR 11079:1993 za nadrzędny uznaje wskaźnik *IREQ*, który określa ciągłe obciążenie organizmu zimnem, podczas gdy wskaźnik *WCI*, określający obciążenie chwilowe, stanowi jedynie jeden z parametrów niezbędnych do wyznaczenia dopuszczalnego poziomu wskaźnika *IREQ*. Poza tym, w dokumencie tym zaproponowano w ramach wskaźnika *IREQ* następujące wyodrębnienie:

- *IREQ_{min}* – minimalną wartość wymaganej izolacji termicznej w celu utrzymania równowagi termicznej organizmu na stałym poziomie, przy założeniu wartości średniej temperatury skóry na poziomie 30 °C oraz stosunku pożądanego odparowania potu do wartości maksymalnej wynoszącego 0,06. *IREQ_{min}* reprezentuje najwyższy dopuszczalny poziom stresu psychofizjologicznego w czasie zmiany roboczej

- *IREQ_{neutral}* – izolację termiczną odzieży wymaganą do utrzymania warunków termoneutralnych, tj. stanu równowagi termicznej organizmu, w którym średnia temperatura ciała jest utrzymywana na prawidłowym poziomie; w takich warunkach chłodzenie nie występuje lub jest minimalne.

Przedział między *IREQ_{min}* i *IREQ_{neutral}* jest określany jako strefa bezpieczna odzieży, w której mieszczą się wartości izolacyjności odzieży zapewniające właściwą ochronę przed środowiskiem zimnym. Przy zastosowaniu odzieży o izolacji niższej niż *IREQ_{min}* istnieje ryzyko postępującego wychłodzenia organizmu. Z kolei wartości wyższe od *IREQ_{neutral}* będą powodowały przegrzanie ciała.

Procedurę określania wskaźnika *IREQ* zgodnie z normą ISO/TR 11079:1993, można podzielić na 5 etapów:

Etap I

Pomiary odpowiednich parametrów powietrza w środowisku pracy, tj: temperatury powietrza, średniej temperatury promieniowania (wyrażanych łącznie jako temperatura operatywna), prędkości oraz wilgotności powietrza. W przypadku określania lokalnego chłodzenia ciała w zamkniętych pomieszczeniach należy również określić wskaźnik lokalnego przeciągu *DR* (ang. *draught rating*

– odsetek osób niezadowolonych z przeciągu, metoda obliczania zawarta jest w normie PN-EN ISO 7730:2006 (U) *Ergonomia środowiska termicznego – Analityczne wyznaczanie i interpretacja komfortu termicznego z zastosowaniem obliczania wskaźników PMV i PPD oraz kryteriów lokalnego komfortu termicznego*) oraz temperaturę skóry dłoni, natomiast w odniesieniu do badań przeprowadzanych na zewnątrz budynków określana jest temperatura skóry dłoni oraz wskaźnik *WCI*.

Wskaźnik *WCI* określa straty ciepła z odsoniętych części ciała i jest obliczany na podstawie wzoru przedstawionego w normie ISO/TR 11079:1993, który został zmodyfikowany, w stosunku do równania zawartego w normie PN-87/N-08009:

$$WCI = 1,16 (10,45 + 10 \sqrt{V_{ar}} - V_{ar})(33 - t_a)$$

W przeciwieństwie do normy PN-87/N-08009, ISO/TR 11079:1993 nie proponuje podziału stopni ryzyka dla określonych wartości wskaźnika *WCI*. Zamiast tego, w załączniku D przypisuje określone wrażenia cieplne pracownika narażonego na wpływ środowiska zimnego, w zależności od temperatury chłodzenia strumienia powietrza (*t_{ch}*). Zgodnie z definicją zawartą w tym załączniku, *t_{ch}* stanowi praktyczne przełożenie wskaźnika *WCI* (jest obliczana z zależności: *t_{ch}* = 33 - *WCI*/25,5) i określa temperaturę środowiska, która przy małej prędkości powietrza 1,8 m/s powoduje identyczne chłodzenie ciała, jak temperatura rzeczywiste panująca w danym środowisku pracy.

Etap II

Określenie wydatku energetycznego na danym stanowisku pracy, zgodnie z normą PN-EN ISO 8996:2005 (U) [11].

Etap III

Obliczenie wskaźnika wymaganej izolacyjności odzieży *IREQ*, jako wartości średniej ważonej w czasie w odniesieniu do poszczególnych cykli pracy. Wartości odniesienia *IREQ_{min}* oraz *IREQ_{neutral}* można określić na podstawie nomogramów zawartych w normie lub też wykorzystując program zawarty w załączniku E normy. Wartości odniesienia prezentowane w nomogramach zostały określone dla stałej wilgotności powietrza wynoszącej 50%, z uwagi na pomijalnie mały wpływ tego parametru na wartość izolacyjności odzieży (poniżej -5 °C).

W przypadku pracy wykonywanej w cyklu praca-wypoczynek, wartości *IREQ* są określane dla każdego z etapów pracy oddzielnie, a następnie obliczana jest średnia ważona w czasie, określająca wymaganą izolacyjność odzieży

(a zarazem charakteryzująca obciążenie termiczne człowieka) dla całej zmiany roboczej. Do tych obliczeń każdy etap pracy, cechujący się względnie niezmiennymi warunkami środowiska termicznego, nie powinien być krótszy niż 1 h oraz dłuższy niż 2 h. Norma ISO/TR 11079:1993 proponuje trzy wykresy średnich ważonych w czasie wartości wskaźników $IREQ_{min}$ i $IREQ_{neutral}$ dla trzech cykli pracy w środowisku zimnym, z przerwą na odpoczynek w temperaturze 20 °C, trwających: 30/30, 40/20 oraz 50/10 min.

Etap IV

Określenie izolacyjności cieplnej odzieży stosowanej na stanowiskach pracy (I_{cl}) na podstawie ustaleń normy ISO 9920:1995 [12] lub EN 342:2004 [13]. W kalkulacjach należy uwzględnić ewentualne zmiany izolacyjności wynikające z ruchu pracownika bądź jego ekspozycji na wiatr.

Etap V

Porównanie obliczonej wartości wskaźnika $IREQ$ z izolacyjnością odzieży stosowanej na danym stanowisku pracy (I_{cl}) i wydanie opinii, co do stanu badanej odzieży.

W przypadku, gdy:

- $I_{cl} < IREQ_{min}$ – izolacyjność stosowanej odzieży jest niewystarczająca, należy skrócić czas ekspozycji

- $IREQ_{min} < I_{cl} < IREQ_{neutral}$ – izolacyjność stosowanej odzieży stanowi wystarczającą ochronę przed wychłodzeniem; warunki termiczne określane są przez pracownika jako akceptowalne, a środowiska jako „chłodne” lub „neutralne”

- $I_{cl} > IREQ_{neutral}$ – prawidłowa izolacyjność stosowanej odzieży; przy większej aktywności istnieje ryzyko przegrzania

Jeżeli ze względu na rodzaj wykonywanej pracy nie jest możliwe zapewnienie pracownikowi odzieży o odpowiedniej izolacyjności, konieczne jest określenie czasu dozwolonej ekspozycji na środowisko zimne DLE (*duration limit exposure*) oraz czasu odnowy RT (*recovery time*) [3, 9].

Wskaźnik DLE jest określany z następującego wzoru:

$$DLE = Q_{lim} / S \quad [h]$$

gdzie:

Q_{lim} – najwyższa dopuszczalna ilość ciepła traconego z organizmu, Wh/m²

S – straty ciepła z organizmu (określone z równania bilansu cieplnego dla określonego rodzaju pracy oraz cech charakterystycznych pracownika), W/m².

Ekspozycja pracownika w określonym powyżej czasie DLE wymaga także obliczenia czasu odnowy, określonego za pomocą wskaźnika RT . Wartość RT jest określana analogicznie do czasu dozwolonej ekspozycji DLE przy uwzględnieniu, że środowisko, w którym następuje odnowa, nie powoduje strat ciepła z ciała pracownika (temperatura otoczenia powinna wynosić 20 °C) za pomocą wzoru:

$$RT = Q_{lim} / S' \quad [h]$$

gdzie:

S' – ilość ciepła akumulowanego w organizmie, W/m².

PRZYKŁAD 2.

Ocena obciążenia termicznego w odniesieniu do analogicznego przykładu pracownika chłodni **według normy ISO/TR 11079:1993**.

W etapie I, podobnie jak w przypadku postępowania wg normy polskiej, przeprowadzono pomiary parametrów powietrza. Ze względu na fakt, iż praca nie była wykonywana na zewnątrz pomieszczeń nie liczono wskaźnika WCI .

W kolejnym etapie oszacowano wartość metabolizmu pracownika chłodni, która wynosiła 220 W/m².

Na podstawie tych danych, korzystając z wykresu zawartego w ISO/TR 11079:1993 określono wartości wskaźników $IREQ_{min}$ oraz $IREQ_{neutral}$:

- $IREQ_{min}$ wyniósł 0,9 clo
- $IREQ_{neutral}$ wyniósł 1,1 clo.

Wartość izolacyjności cieplnej odzieży, którą zastosował w analizowanym przypadku pracownik chłodni wynosiła 1,24 clo, a więc była większa od $IREQ_{neutral}$, i jej parametry gwarantowały pracownikowi ochronę przed wychłodzeniem. Należy jednak zauważyć, iż w przypadku zwiększenia intensywności wykonywanej przez tego pracownika pracy odzież ta będzie ograniczała konieczną do zachowania bilansu cieplnego utratę ciepła z organizmu i z powodu przegrzania będzie prowadziła m.in. do intensywnego pocenia i uczucia dyskomfortu termicznego. Ze względu na fakt, iż wartości $IREQ_{min}$ nie zostały przekroczone, nie było potrzeby określania w tym przypadku czasu ekspozycji pracownika w cyklu praca–odpoczynek DLE oraz czasu odnowy RT .

Podsumowanie

Celem artykułu było zapoznanie z możliwościami oceny narażenia pracowników na środowisko zimne przedstawionymi w normie

PN-87/N-08009 oraz w raporcie technicznym ISO/TR 11079:1993. Podstawowa różnica pomiędzy tymi dokumentami wynika z wprowadzenia w normie ISO/TR 11079:1993 dwóch wartości wskaźnika $IREQ$. Rozdzielenie wskaźnika $IREQ$ na wartość minimalną i neutralną (komfortową) zapewni pracodawcy oraz służbie bhp możliwość kształtowania i nadzorowania warunków pracy nie tylko pod kątem zapobiegania wychłodzeniu, czy wręcz odmrożeniu ciała, ale mając na uwadze również komfort termiczny pracowników. Źródłem odczuwanego przez pracowników zatrudnionych w środowisku zimnym dyskomfortu termicznego może być bowiem nie tylko niedostateczna izolacyjność cieplna odzieży, ale również zbyt wysoka jej wartość, prowadząca do przegrzania organizmu.

PIŚMIENNICTWO

- [1] Ocena stanu bezpieczeństwa i higieny pracy – 2000; 2001; 2002; 2003; 2004; 2005 r. MPIP, Warszawa
- [2] PN-87/N-08009 Metoda oceny ujemnego obciążenia termicznego, oparta na wskaźnikach WCI i $IREQ$
- [3] ISO/TR 11079:1993 Evaluation of cold environments – Determination of required clothing insulation ($IREQ$)
- [4] ANSI/ASHRAE 55-2004 Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy
- [5] ASHRAE HVAC Systems & Equipment Handbook 2000, SI Edition
- [6] P. O. Fanger Komfort cieplny. Wyd. Arkady, Warszawa 1974
- [7] A. Marszałek, K. Sołtyński Człowiek w warunkach obciążenia termicznego. CIOP, Warszawa 2001
- [8] D. K. Nims Basics of Industrial Hygiene, John Wiley Sons Inc, 1999
- [9] K. Parson Human thermal environments. The effects of hot, moderate and cold environments on human health, comfort and performance. Taylor&Francis 2003
- [10] D. Koradecka Bezpieczeństwo pracy i ergonomia. CIOP-PIB, Warszawa 1999
- [11] PN-EN ISO 8996:2005 (U): Ergonomia środowiska termicznego. Określenie tempa metabolizmu
- [12] ISO 9920:1995 Ergonomics of the thermal environment – Estimation of the thermal insulation and evaporative resistance of a clothing ensemble
- [13] EN 342:2004 Protective clothing. Ensembles and garments for protection against cold.

Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach II etapu programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej” dofinansowywanego w latach 2005-2007 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Pracy i Polityki Społecznej. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy