

dr inż. ANNA BOGDAN  
Centralny Instytut Ochrony Pracy  
– Państwowy Instytut Badawczy

# Ocena ryzyka zawodowego w aspekcie stresu cieplnego w pomieszczeniach zamkniętych

W artykule zaprezentowano metodę oceny ryzyka zawodowego w pomieszczeniach zamkniętych, która dotyczy zarówno możliwości wystąpienia obciążenia cieplnego w środowisku gorącym, jak i dyskomfortu termicznego w środowisku umiarkowanym, w rozumieniu PN-EN ISO 15265:2005. Norma ta może być stosowana w każdym środowisku pracy, w którym parametry powietrza, metabolizm pracowników lub izolacyjność cieplna ich odzieży mają stałe lub zmienne w czasie wartości.

## Risk assessment in terms of heat stress in enclosed spaces

This paper presents a method of risk assessment in enclosed spaces; it applies both to potential heat stress in hot environments and to thermal discomfort in moderate environments, as defined in PN-EN ISO 15265:2005. This standard can be used in any work environment in which the parameters of the air, the workers' metabolic rate or the thermal insulation of their clothing have stable or time-varying values.

Fot. Cathy Yeulet/BigStockPhoto

## Wstęp

Niniejszy tekst stanowi kontynuację problematyki, poruszanej w kilku artykułach, opublikowanych w miesięczniku „Bezpieczeństwo Pracy” [1-3], dotyczącej norm z zakresu środowiska cieplnego. Większość z nich dostępna jest jedynie w języku angielskim, co sprawia, że nie wszyscy potencjalni użytkownicy mogą z nich w pełni korzystać. W normach tych zdefiniowano wiele rozwiązań istotnych z punktu widzenia bezpieczeństwa pracowników ekspozowanych na mikroklimat gorący lub zimny – ich stosowanie w praktyce może znacznie ułatwić pracę służb bhp oraz pracodawców.

W artykule zaprezentowano metodę oceny ryzyka zawodowego w pomieszczeniach zamkniętych, która dotyczy zarówno możliwości wystąpienia obciążenia cieplnego w środowisku gorącym, jak i dyskomfortu termicznego w środowisku umiarkowanym, w rozumieniu PN-EN ISO 15265:2005 [4]. Norma ta może być stosowana w każdym środowisku pracy,

w którym parametry powietrza, metabolizm pracowników lub izolacyjność cieplna ich odzieży mają stałe lub zmienne w czasie wartości.

## Metoda oceny

Celem oceny ryzyka występującego w środowisku cieplnym w pomieszczeniach zamkniętych jest identyfikacja zagrożenia i ustalenie sposobu skutecznego zapobiegania lub redukcji dyskomfortu wywołanego przez wysoką temperaturę. Metodę oceny ryzyka podzielono na 3 etapy, czyli: *Obserwację*, *Analizę* oraz *Ekspertyzę*. W pierwszym powinny brać udział osoby zatrudnione w danej firmie, mające szeroką wiedzę o istniejących warunkach pracy, aczkolwiek nie muszą to być specjaliści przeszkoleni z ergonomii pracy w środowisku cieplnym. Celem obserwacji jest scharakteryzowanie sytuacji w pracy w każdych warunkach, podczas całego dnia i całego roku, a nie w wybranych momentach.

W etapie drugim powinni uczestniczyć pracownicy oraz specjaliści przeszkoleni w problematyce ergonomii środowiska cieplnego w pomieszczeniach zamkniętych, w warunkach pracy, w których zaobserwowano pojawianie się problemów zidentyfikowanych w pierwszym etapie oceny ryzyka. Analiza wymaga wykonania standardowych dla danych warunków pracy pomiarów obciążenia/dyskomfortu cieplnego.

W etapie trzecim (i ostatnim) powinny brać udział te same osoby, które zajmowały się analizą, tj. pracownicy oraz specjaliści z zakresu ergonomii pracy w środowisku cieplnym, z dodatkowym udziałem wysoko wyspecjalizowanych ekspertów. Ekspertyza obejmuje szczególne przypadki występowania obciążenia/dyskomfortu cieplnego, wymaga zatem specjalistycznych badań na stanowiskach pracy.

Przedstawiona metoda oceny ryzyka służy określeniu okoliczności, w których występuje problem obciążenia/dyskomfortu cieplnego oraz zebraniu informacji wymaganych

Tabela 1. Etapy oceny ryzyka zawodowego [4]

Table 1. Stages of risk assessment [4]

Pytania	Etap 1. Obserwacja	Etap 2. Analiza	Etap 3. Ekspertyza
Kiedy należy przeprowadzić dany etap?	W przypadku wykrycia problemu	W przypadku, gdy etap 1. nie przyniósł poprawy	W przypadku, gdy etap 2. nie przyniósł poprawy
W jaki sposób należy przeprowadzić dany etap?	Przeprowadzając obserwacje jakościowe	Wykonując standardowe pomiary (mikroklimatu, wydatku energetycznego) na stanowiskach pracy	Wykonując specjalistyczne pomiary (mikroklimatu, wydatku energetycznego) na stanowiskach pracy
Jaki jest koszt przeprowadzenia etapu?	Niski	Średni	Wysoki
Jak długo trwa realizacja etapu?	2 godziny	1 dzień	Kilka dni
Kto jest upoważniony do realizacji danego etapu?	Pracownicy oraz kadra zarządzająca	Pracownicy oraz specjaliści	Pracownicy, specjaliści oraz eksperci

Tabela 2. Skala ocen w etapie Obserwacja [4]

Table 2. The grading scale in the observation stage [4]

Ocena	Warunki/objawy
<b>Temperatura powietrza</b>	
-3	Ogólnie mroźnie
-2	Ogólnie między 0 °C a 10 °C
-1	Ogólnie między 10 °C a 18 °C
0	Ogólnie między 18 °C a 25 °C
1	Ogólnie między 25 °C a 32 °C
2	Ogólnie między 32 °C a 40 °C
3	Ogólnie powyżej 40 °C
<b>Wpływ wilgotności na pracownika</b>	
-1	Wysuszone gardło/oczy po 2-3 h pracy
0	Brak wpływu
1	Niewielkie zawilgocenie skóry
2	Całkowite i obfite zawilgocenie skóry
<b>Wpływ promieniowania ciepłego na pracownika</b>	
-1	Odczucie zimna na twarzy po 2-3 min
0	Brak wpływu
1	Odczucie ocieplenia na twarzy po 2-3 min
2	Nieprzyjemne odczucie na twarzy po ponad 2 min
3	Natychmiastowe odczucie poparzenia skóry
<b>Odczuwanie ruchu powietrza przez pracownika</b>	
-2	Zimny i mocny przepływ powietrza
-1	Zimny i lekki przepływ powietrza
0	Brak odczucia ruchu powietrza
1	Lekki i ciepły ruch powietrza
2	Mocny i ciepły ruch powietrza
<b>Obciążenie pracą fizyczną</b>	
0	Praca biurowa przy niskim obciążeniu mięśniowo-szkieletowym, rzadkie ruchy o normalnej szybkości
1	Umiarkowana praca fizyczna, wykonywanie ruchów ramion oraz nóg (np. prowadzenie pojazdów)
2	Intensywna praca, angażująca ramiona i tułów (np. przenoszenie ciężkich elementów, topata mechaniczna, cięcie drewna)
3	Bardzo intensywna praca z dużą szybkością (np. wchodzenie po schodach lub drabinie)
<b>Odzież</b>	
0	Lekka, dopasowana, nieutrudniająca wykonywania pracy
1	Długa, ciężka, nieznacznie utrudniająca wykonywanie pracy
2	Niedopasowana, ciężka, specjalistyczna dla środowiska, w którym występuje promieniowanie ciepłe, wysoka wilgotność lub niska temperatura
3	Specjalistyczny kombinezon z rękawicami, kapturem i obuwiem utrudniającym poruszanie
<b>Ocena komfortu cieplnego pracowników</b>	
-3	Drżenie, duży dyskomfort całego ciała
-2	Duży dyskomfort lokalny, ogólne odczucie wychłodzenia
-1	Nieznaczny lokalny dyskomfort
0	Warunki komfortowe
1	Nieznaczne pocenie się i dyskomfort, uczucie pragnienia
2	Znaczne pocenie się, znaczne uczucie pragnienia, tempo pracy spowolnione
3	Nadmierne pocenie się, bardzo wyczerpująca praca, zastosowana odzież specjalistyczna

do zmniejszenia obciążenia cieplnego, a tym samym do poprawy warunków pracy w pomieszczeniach zamkniętych. Porównanie charakterystyki poszczególnych etapów przedstawiono w tab. 1., a w dalszej części tekstu szczegółowo scharakteryzowano działania, które należy podjąć w poszczególnych etapach.

### Obserwacja

Celem 1. etapu jest zebranie ogólnych informacji opisujących warunki występujące na stanowiskach pracy: środowisko cieplne, poszczególne parametry mikroklimatu (temperatura, wilgotność, etc. wymienione w pytaniach w tabeli 2.), występowanie źródeł

ciepła lub chłodu itd. Na tej podstawie można zaplanować zmiany, które chce się przeprowadzić w środowisku pracy. Jednocześnie celem tego etapu jest określenie, czy wymagane są bardziej zaawansowane metody oceny ryzyka, właściwe dla etapu 2.

Procedura postępowania w etapie 1.:

1. Należy opisać warunki pracy, w których możliwe jest wystąpienie obciążenia/dyskomfortu cieplnego.

2. Należy ocenić sytuację dla każdego z parametrów oddzielnie, stosując skalę przedstawioną w tab. 2. Należy również zebrać informacje nt. subiektywnych odczuć cieplnych pracowników.

W przypadku, gdy choć jedno wskazanie przedstawione w tab. 2. jest różne od 0, należy podjąć odpowiednie działania, tj. zidentyfikować problem, opisać jego źródło oraz określić działania przynoszące poprawę odczuć cieplnych pracownika. Przykładem może być sytuacja narażenia pracownika na zbyt duży ruch powietrza w miejscu pracy, w środowisku umiarkowanym:

- *ruch powietrza* – ocena równa -1
- *źródło problemu*: stanowisko pracy zlokalizowane jest bezpośrednio pod nawiewnikiem dostarczającym powietrze do pomieszczenia
- *działanie*: zmiana lokalizacji stanowiska pracy – przeniesienie biurka.

W środowisku gorącym (podobnie, jak w zimnym) doraźnymi sposobami redukcji obciążenia cieplnego mogą być: dostarczenie zimnych lub gorących napojów (posiłków), wprowadzenie rytmu pracy – odpoczynek, umożliwienie zmiany pomieszczeń (warunków środowiska pracy) podczas odpoczynku na chłodniejsze/cieplejsze, umożliwienie zmiany odzieży po jej przepoceniu, wprowadzenie automatyzacji na stanowiskach pracy itp.

Należy również rozważyć, czy działania te przyniosą faktyczne rezultaty w postaci lepszych (zbliżonych do 0) odczuć cieplnych pracowników. Jeżeli przewiduje się, że tego rodzaju niewielkie zmiany w organizacji pracy nie przyniosą pracownikom odczuwalnej poprawy, należy przejść do realizacji etapu 2. – *Analiza* – i przeprowadzić dokładniejsze pomiary.

### Analiza

Celem tego etapu jest ilościowe określenie ryzyka występowania obciążenia/dyskomfortu cieplnego w odniesieniu do maksymalnych i minimalnych wartości parametrów mikroklimatu, występującego na stanowiskach pracy.

Procedura postępowania na tym etapie działania zawiera cztery podstawowe czynności, a mianowicie: opis czynności wykonywanych na stanowiskach pracy, określenie minimalnego i maksymalnego czasu trwania wszystkich czynności, określenie liczby pracowników narażonych na obciążenie/dyskomfort cieplny

i w końcu wyznaczenie odpowiednich parametrów środowiska i charakterystyki pracy.

Badania mikroklimatu powinny obejmować: pomiar parametrów powietrza (temperatura  $t_a$ , prędkość  $v_a$  i wilgotność względna powietrza  $RH$ , temperatura promieniowania  $t_g$  itp.), badanie wydatku energetycznego lub ocenę metabolizmu  $M$  na podstawie odpowiednich tabel i norm (np. [5]) oraz ocenę izolacyjności cieplnej odzieży  $I_{cl}$  stosowanej na stanowiskach pracy. W badaniach tych powinna być uwzględniona zmiana parametrów środowiska cieplnego występująca podczas całego dnia pracy/zmiany roboczej, a także sezonowa zmiana pór roku, jeżeli na parametry powietrza w pomieszczeniach wpływa środowisko na zewnątrz budynków (głównie w przypadku środowiska gorącego i umiarkowanego). Wyniki analiz można zapisać jak w tab. 3.

Na podstawie danych naniesionych w tabeli należy ocenić, które wskaźniki są odpowiednie dla danego środowiska, tj.:

- środowisko gorące – wskaźnik WBGT (szerzej opisany w [3,8]) lub PHS oraz DLE [6]
- środowisko umiarkowane – wskaźniki PMV<sup>1</sup>, PPD<sup>2</sup>, DR<sup>3</sup>, PD<sup>4</sup> [1,9]

- środowisko zimne – wskaźniki IREQ i  $t_{wc}$  [2, 10]

po czym wpisać je w tabelę, jak pokazano to w przykładzie (tab. 4.), a następnie porównać otrzymane wartości z wartościami dopuszczalnymi/odniesienia dla danego środowiska.

Następnie, na podstawie zamieszczonych danych należy dokonać oceny ryzyka korzystając ze skali podanej w tab. 5.

Przeprowadzenie oceny środowiska cieplnego na podstawie opisywanych pomiarów umożliwia dostosowanie obciążenia/dyskomfortu cieplnego do faktycznych problemów występujących na stanowiskach pracy, które często nie są jednoznacznie ocenione i opisywane przez pracowników.

W etapie 2. możliwe jest również, na podstawie wyników badań, określenie ewentualnej kosztowności poszczególnych rozwiązań, a także ich wpływu na zdrowie i komfort pracy pracowników. Jednocześnie możliwe będzie określenie, czy opracowane rozwiązania rozwiążą problemy występujące na stanowiskach pracy, czy wymagane jest przeprowadzenie etapu 3. – *Ekspertyza*.

<sup>1</sup> PMV (ang. *Predictive Mean Vote*) – przewidywana średnia ocena odczuwania komfortu cieplnego; wskaźnik opisujący wrażenia cieplne człowieka, wyrażone w 7-stopniowej skali od gorąca (+3) do zimna (-3).

<sup>2</sup> PPD (ang. *Predicted Percentage of Dissatisfied*) – przewidywany odsetek osób niezadowolonych z powodu warunków cieplnych panujących w pomieszczeniu.

<sup>3</sup> DR (ang. *Draught Rating*) – wskaźnik przeciągu, wyrażający dyskomfort wywołanego lokalnym wzrostem prędkości powietrza w pomieszczeniu.

<sup>4</sup> PD (ang. *Percentage of Dissatisfied*) – odsetek osób niezadowolonych z powodu dyskomfortu cieplnego odczuwanego na poszczególnych częściach ciała.

Tabela 3. Podsumowanie informacji dotyczących aktywności pracowników [4]

Table 3. Summary of information on workers' activities [4]

Wykonywana czynność (aktywność)	Czas trwania		Liczba narażonych pracowników	Wartości parametrów mikroklimatu, metabolizmu i odzieży
	Średni	Maksymalny		

Tabela 4. Ocena warunków pracy dla danego stanowiska

Table 4. Evaluation of working conditions for the each workstation

Parametr*	Wykonywana czynność (aktywność)	
	średnia	maksymalna
$t_a$ RH $t_g$ $v_a$ M $I_{cl}$		
WBGT PHS/DLE PMV, PPD PD, DR IREQ, $t_{wc}$		

\* oznaczenia symboli zgodnie z [7]

Tabela 5. Klasyfikacja ryzyka

Table 5. Risk classification

Klasa ryzyka	Kryteria
Bezpośrednie obciążenie cieplne	DLE < 30 min
Krótkotrwałe obciążenie cieplne	$I_{cl} < IREQ_{min}$ oraz DLE < 120 min
Długotrwałe obciążenie cieplne	$PMV < -2$ oraz $IREQ_{min} \leq I_{cl} \leq IREQ_{neutral}$
Dyskomfort cieplny spowodowany odczuciem zimna	$-2 \leq PMV < -0,5$
Komfort cieplny	$-0,5 \leq PMV \leq 0,5$
Dyskomfort cieplny spowodowany odczuciem ciepła	$0,5 < PMV \leq +2$
Długotrwałe obciążenie cieplne	DLE < 480 min*
Krótkotrwałe obciążenie cieplne	DLE < 120 min*
Bezpośrednie obciążenie cieplne	DLE < 30 min*

\* Wartość DLE określona na podstawie przewidywanej średniej utraty wody/wilgoci dla 8-godzinnej pracy oraz przewidywanego ryzyka wzrostu temperatury wewnętrznej organizmu [6]

## Ekspertyza

Celem tego etapu jest dokładne scharakteryzowanie źródeł ciepła i chłodu oraz zjawisk cieplnych występujących na stanowiskach pracy przez szczegółowe badania mikroklimatu oraz scharakteryzowanie ogólnego narażenia pracowników, a także opracowanie działań naprawczych i prewencyjnych. Procedura etapu 3. obejmuje: określenie warunków środowiska pracy, ocenę ryzyka występującego w danych warunkach, określenie na podstawie szczegółowych badań dla danej aktywności: czasu trwania, parametrów powietrza, metabolizmu (wydatku energetycznego), izolacyjności cieplnej odzieży dla warunków średnich i zmiennych w czasie. Następnie należy przeprowadzić ocenę występowania obciążenia/dyskomfortu cieplnego dla każdego pracownika, za pomocą wskaźników PHS, PMV-PPD oraz IREQ, dzięki czemu możliwe będzie opracowanie działań naprawczych. W etapie tym niezbędne jest również określenie możliwości eliminacji lub ograniczenia oddziaływania źródła ciepła/chłodu

na organizm człowieka, a także dobranie odpowiednich środków ochrony indywidualnej oraz określenie opieki medycznej nad pracownikami.

## Przykład oceny

Do praktycznego zilustrowania opisywanej metody posłużono się przykładem występującego bardzo często w pomieszczeniach biurowych problemu dyskomfortu cieplnego pracowników.

Na podstawie działań przeprowadzonych w ramach etapu 1. – *Obserwacja* zidentyfikowano wstępnie występujące szczególnie w okresie zimowym źródła dyskomfortu pracowników (tab. 6.).

Jak wynika z tabeli 6. odpowiedzi różne od wartości 0 wystąpiły w przypadku aż trzech wskaźników. Obserwacja pomieszczeń pozwoliła zidentyfikować źródło problemów, którym okazała się duża prędkość powietrza z nawiewników układu wentylacji i klimatyzacji, zlokalizowanych w środkowych częściach pomieszczenia. Jako działanie doraźne postano-

Tabela 6. Oceny dotyczące środowiska cieplnego występującego w pomieszczeniu biurowym  
 Table 6. Assessment of the thermal environment in an office

Ocena	Warunki/objawy
<b>Temperatura powietrza</b>	
0	Ogólnie pomiędzy 18 °C a 25 °C
<b>Wilgotność</b>	
-1	Wysuszone gardło/oczy po 2-3 h pracy
<b>Promieniowanie ciepłe</b>	
0	Niedostrzegalne promieniowanie
<b>Ruch powietrza</b>	
-1	Zimny, lekki przepływ powietrza
<b>Obciążenie pracą fizyczną</b>	
0	Praca biurowa obejmująca niskie obciążenie mięśniowo- szkieletowe, rzadkie ruchy o normalnej szybkości
<b>Odzież</b>	
0	Lekka, dopasowana, nie utrudniająca wykonywania pracy
<b>Odczucia ciepłe pracowników</b>	
-2	Duży dyskomfort lokalny, ogólne odczucie wychłodzenia

wiono oddalić stanowiska pracy pracowników od nawiewnika. Zmiany te nie zwiększyły jednak komfortu cieplnego pracowników, dlatego postanowiono przejść do etapu 2. – *Analiza*. W jego trakcie zewnętrzne laboratoria badawcze przeprowadziły pomiary parametrów mikroklimatu występujących na wszystkich stanowiskach pracy. W ich wyniku okazało się, że problemów było kilka:

- 1) zbyt niska temperatura powietrza (wynosząca 19,5 °C)
- 2) występowanie w pomieszczeniu nierównomierności promieniowania przegród pionowych zewnętrznych oraz wewnętrznych (różnica 8 °C)
- 3) zbyt duża prędkość powietrza (0,2 m/s)
- 4) zbyt mała wilgotność względna powietrza (24%).

Na podstawie przeprowadzonych badań specjaliści zaproponowali kilka prostych rozwiązań, a mianowicie: zwiększenie temperatury powietrza nawiewanego przez układ wentylacji i klimatyzacji, zainstalowanie dodatkowych grzejników w pomieszczeniu, wprowadzenie dodatkowej izolacji cieplnej przegród zewnętrznych od strony pomieszczeń, zmianę nawiewnika dostarczającego powietrze do pomieszczenia lub prędkości nawiewnego przez niego powietrza i, w końcu, zastosowanie w centrali klimatyzacyjnej dodatkowych nawilżaczy, a jeżeli problem dotyczył jednego pomieszczenia – zainstalowanie nawilżacza w danym pomieszczeniu.

W końcowym etapie, na podstawie przeprowadzonej kalkulacji kosztów, pracodawca zdecydował się na zmianę parametrów powietrza nawiewanego (temperatury i prędkości), a także zainstalowanie nawilżaczy w danym pomieszczeniu. Rozwiązania te przyniosły wymierny efekt – odnotowano wzrost zadowolenia pracowników z warunków pracy, a także mniejszą absencję pracowników, zatem nie było potrzeby przeprowadzenia etapu 3. – *Ekspertyza*.

### Podsumowanie

Na podstawie opisaney w artykule metody oceny ryzyka pracy w środowisku cieplnym możliwe jest określenie elementów wpływających na występowanie obciążenia/ dyskomfortu cieplnego pracowników. Wyniki przedstawionej analizy mogą przyczynić się do identyfikacji i eliminacji największych źródeł problemu, szczególnie w środowisku umiarkowanym. W środowisku gorącym i zimnym nie ma jednak możliwości, ze względu na realizowany proces technologiczny, całkowitego wyeliminowania niekorzystnych warunków pracy, można jednak dążyć do stworzenia warunków, które nie będą powodowały zagrożenia zdrowia i bezpieczeństwa pracowników. W normie [4] przedstawiono również przykładowe sposoby zmian, jakie można wprowadzać w środowisku pracy w przypadku występowania problemów z pojedynczym parametrem wpływającym na obciążenie/ dyskomfort cieplny pracownika:

- temperatura powietrza: lokalizacja źródeł ciepła/chłodu w osobnych pomieszczeniach lub przy ścianach zewnętrznych obiektu; eliminacja źródeł ciepła/chłodu, instalacja izolacji na gorących powierzchniach, instalacja układu miejscowego wywiewu gorącego lub zimnego powietrza, wentylacja pomieszczeń bez tworzenia przeciągów, stosowanie odzieży o wyższej wartości izolacyjności cieplnej
- wilgotność względna powietrza: eliminacja źródeł przecieku pary wodnej i wody, odcięcie od strefy przebywania pracownika powierzchni chłodzonych przez wodę lub innych powierzchni, z których dochodzi do odparowania wilgoci, stosowanie odzieży nieprzepuszczalnej dla wilgoci ale przepuszczalnej dla pary wodnej
- promieniowanie ciepłe: redukcja ilości powierzchni oddających ciepło do otoczenia poprzez promieniowanie, zastosowanie ekranów odbijających, izolacja powierzchni promieniują-

cych, lokalizacja stanowiska pracy w znacznej odległości od powierzchni promieniujących, stosowanie odzieży odbijającej promieniowanie

- ruch powietrza: redukcja lub ograniczenie przeciągów, zastosowanie ekranów do miejscowej ochrony przestrzeni przed przeciągami, lokalizacja stanowisk pracy z dala od przeciągów
- obciążenie pracą fizyczną: ograniczenie niezbędnej liczby ruchów wykonywanych przez pracownika, lokalizacja urządzeń w niedalekiej odległości od siebie, ograniczenie prędkości poruszania pracownika, częściowa lub pełna automatyzacja stanowisk, poprawa postawy podczas wykonywania pracy
- odzież: poprawa elastyczności i dopasowania odzieży do ciała pracownika, zmiana materiałów, z których wykonana jest odzież na bardziej dopasowane, zmiana odzieży na zestaw wykonany z lepszych materiałów.

Sposoby te należy traktować oczywiście jedynie orientacyjnie, gdyż dla każdego stanowiska pracy należy wypracować specyficzne metody poprawy warunków pracy w środowisku cieplnym.

### PIŚMIENNICTWO

[1] I. Sudół-Szopińska, A. Chojnacka *Określanie warunków komfortu termicznego w pomieszczeniach za pomocą wskaźników PMV i PPD*. „Bezpieczeństwo Pracy” 5 (428)2007, s. 19-23

[2] A. Bogdan *Ocena środowiska zimnego według PN-EN ISO 11079*. „Bezpieczeństwo Pracy” 3 (450)2009, s. 2-5

[3] A. Bogdan *Ocena obciążenia termicznego podczas pracy na wybranych stanowiskach w piekarni*. „Bezpieczeństwo Pracy” 9 (456)2009, s. 10-12

[4] PN-EN ISO 15265:2005 *Ergonomia środowiska termicznego. Strategia oceny ryzyka w celu zapobiegania stresowi lub brakowi komfortu podczas pracy w warunkach cieplnych (oryg.)*

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

[6] PN-EN ISO 7933:2005 *Ergonomia środowiska termicznego. Analityczne wyznaczanie i interpretacja stresu cieplnego z wykorzystaniem obliczeń przewidywanego obciążenia termicznego (oryg.)*

[7] PN-EN ISO 13731:2002 *Ergonomia środowiska termicznego. Słownictwo i symbole (oryg.)*

[8] PN-EN 27243:2005 *Środowiska gorące. Wyznaczanie obciążenia termicznego działającego na człowieka podczas pracy, oparte na wskaźniku WBGT*

[9] 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.)*

[10] 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.)*

*Publikacja opracowana na podstawie wyników uzyskanych w ramach I etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy” dofinansowanego w latach 2008-2010 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.*