

dr ANNA MARSZAŁEK

Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

Kontakt: anmar@ciop.pl

Charakterystyka kompleksowej metody oceny zagrożeń w środowisku termicznym

Fot. Maxxyustas/Bigstockphoto



W artykule omówiono zasady oceny narażenia pracownika na zagrożenia w zimnym i gorącym środowisku. Przedstawiono sposób prowadzenia oceny zagrożeń na etapie ich identyfikacji, prowadzonej przy analizie ryzyka zawodowego. Wskazano zalety tej metody w procesie eliminacji lub ograniczania zagrożeń związanych ze środowiskiem zimnym i gorącym.

Słowa kluczowe: środowisko termiczne, ocena narażenia, zimno, gorąco

A comprehensive method of assessing risk in the thermal environment

This article discusses the principles of assessing exposure to risk related to the cold and hot environment. It presents a method of assessing risk at the stage of identifying hazards during risk analysis, and lists the advantages of this method in the process of eliminating or reducing risk associated with hot and cold environments.

Keywords: thermal environment, exposure assessment, cold, hot

Wstęp

Warunki cieplne środowiska – zarówno gorącego, jak i zimnego – wpływają na zdrowie człowieka, jego funkcjonowanie i możliwość wykonywania pracy. Zakres oddziaływania środowiska termicznego jest bardzo szeroki – od jedynie subiektywnego dyskomfortu lub niewielkiego niezadowolenia, aż do skrajnych przypadków,

czyli śmierci. Wpływ środowiska termicznego na organizm człowieka zależy z jednej strony od intensywności i czasu jego trwania, a z drugiej, od ciężkości wykonywanej pracy, ciepłochronności odzieży i poziomu przystosowania do warunków środowiska termicznego [1].

Praca w środowisku zimnym lub gorącym może być wykonywana na otwartej przestrzeni.

Warunki otoczenia są wówczas kształtowane przez sezonowe zmiany pogody, na które pracownicy nie mają wpływu. Natomiast praca w pomieszczeniach wiąże się zwykle z ustalonymi warunkami środowiska termicznego, do którego można się przygotować np. przez zastosowanie odpowiedniej odzieży.

W ostatnich latach warunki środowiska termicznego na otwartej przestrzeni w Polsce stają się dość trudne: w okresie letnim, wartości temperatury powietrza przekraczają 30 °C. Obecność intensywnego promieniowania słonecznego dodatkowo pogłębia ten problem, i wtedy, na niektórych stanowiskach pracy w pomieszczeniach, w wyniku przebiegu procesów przemysłowych, warunki cieplne mogą być jeszcze trudniejsze (elektrociepłownie, piekarnie).

Pomieszczenia pracy biurowej i mieszkania są coraz częściej klimatyzowane – wówczas temperatura powietrza zawiera się w zakresie +20 do +25 °C. W pomieszczeniach pracy bez klimatyzacji wartość ta podczas upalnego lata może jednak przekroczyć 30 °C i stanowi wtedy znaczną uciążliwość.

W odniesieniu do warunków zimnego środowiska w pomieszczeniach, trzeba podkreślić, że praca w halach magazynowych lub w mroźniach, wiąże się z temperaturą powietrza -25 °C, a czasem nawet jej niższymi wartościami.

Na wielu stanowiskach pracy warunki są związane z obecnością obu skrajnych środowisk termicznych, to znaczy zimnego i gorącego w ciągu roku, np. przy pracy na zewnątrz budynków zależnie od pory roku (rolnictwo, leśnictwo, budownictwo). Mogą się też wiązać z oddziaływaniem zarówno zimnego, jak i gorącego środowiska w ciągu jednej zmiany roboczej, np. przy przeciwstawnych warunkach pracy w pomieszczeniach i na otwartej przestrzeni (piekarnie, rampy transportowe). Taka sytuacja może sprzyjać zwiększonemu ryzyku wystąpienia

choroby, wypadku i znaczącemu zmniejszeniu produktywności pracowników [2].

Efektywna prewencja występowania zagrożeń w środowisku pracy wymaga eliminacji lub zmniejszenia ekspozycji na ekstremalne warunki środowiska termicznego, co można osiągnąć za pomocą środków technicznych lub organizacyjnych, w połączeniu z działaniami zwiększającymi indywidualną odporność na takie oddziaływanie.

Ocena zagrożeń występujących w środowisku termicznym

Do oceny środowiska termicznego w pracy opracowano do dzisiaj kilkanaście norm europejskich, które zawierają m.in. opisy sposobu wykonania pomiarów, interpretacji warunków cieplnych oraz ryzyka zdrowotnego, związanego z jego niekorzystnym oddziaływaniem [1].

Pomiary takie są wykonywane głównie przez specjalistów w tej dziedzinie i stanowią podstawę do oceny zagrożenia zdrowia osób ekspozowanych na środowiska termiczne w każdym zakresie. Do realizacji tych pomiarów wymagany jest specjalistyczny sprzęt i doświadczenie zarówno przy ich przeprowadzaniu, jak i interpretacji otrzymanych wyników.

Przy opracowywaniu metod oceny środowisk termicznych kierowano się zasadą, aby sposoby przeprowadzania wstępnej analizy były proste, szybkie do wykonania i praktyczne. Dzięki temu możliwe jest zaangażowanie pracowników na stanowiskach pracy do oceny warunków, w jakich jest ona wykonywana. Wówczas początkowe koszty oceny stają się niskie i możliwe do kontrolowania.

Jeżeli samodzielna ocena oddziaływania środowiska termicznego na pracowników jest niejednoznaczna lub zbyt skomplikowana, wówczas należy skorzystać z pomocy ekspertów, aby dobrać odpowiednie i dokładniejsze metody oceny stresu cieplnego.

Jedną z głównych przyczyn braku prewencji zagrożeń w przemyśle, szczególnie w małych i średnich przedsiębiorstwach, jest koszt oceny tych zagrożeń. Jednakże w większości przypadków możliwe jest zastosowanie prostych środków kontrolnych lub zapobiegawczych przez pracodawców i samych pracowników, aby poznać przyczyny problemów i poprawić warunki pracy.

Kształtowanie narażenia termicznego na stanowiskach pracy

Do stresu gorąca¹ dochodzi wówczas, gdy następuje nadmierne nagromadzenie ciepła, które nie może być usunięte z organizmu. Z kolei stres

zimna² jest wynikiem nadmiernej, nierównowazonej utraty ciepła z organizmu [1].

Zarówno przegrzanie, jak i wychłodzenie organizmu może zdarzyć się u osób pracujących bądź to na otwartej przestrzeni, bądź w pomieszczeniach, gdzie warunki cieplne są regulowane. Mają tu wpływ takie czynniki, jak: intensywność wykonywanej pracy oraz właściwości noszonej odzieży (ponieważ nie zawsze jest ona dopasowana w taki sposób, aby ilość ciepła gromadzona w organizmie równoważyła tę, która jest odprowadzana do otoczenia).

Wpływ na kształtowanie narażenia na szkodliwe oddziaływanie środowiska termicznego można mieć kontrolując czynniki, które je tworzą i niwelując lub eliminując niekorzystny ich wpływ na organizm osoby ekspozowanej.

W stosunku do wielu czynników zagrożenia zaproponowano trójstopniową metodę analizy zagrożeń środowiska pracy (hałas, oświetlenie, praca z monitorami, środowisko termiczne, elektryczność itd.). A wobec niektórych z nich opracowano normy europejskie (hałas, stres cieplny, dolegliwości mięśniowo-szkieletowe), [3].

W artykułach publikowanych wcześniej w „Bezpieczeństwie Pracy”, opisywane były ogólne zasady profilaktyki zagrożeń w gorącym środowisku [4], metoda oceny ryzyka zawodowego w środowisku zimnym [5] oraz w pomieszczeniach zamkniętych [6]. Obecnie w CLOP-PIB opracowywana jest kompleksowa metoda oceny zagrożeń w środowisku termicznym w szerokim rozumieniu – od zimnego do gorącego – obejmująca niezbędne informacje ogólne i szczegółowe sposoby postępowania, zarówno przy analizie zagrożeń na stanowisku pracy, jak i w związku z działaniami zmierzającymi do ich eliminacji, bądź redukcji. Wkrótce przygotowana będzie także aplikacja internetowa dotycząca zarządzania ryzykiem w środowisku termicznym.

Ogólne zasady stosowania kompleksowej metody oceny zagrożeń

Wspomniana w tekście kompleksowa metoda oceny zagrożeń w środowisku termicznym w praktyczny sposób określa etapy oceny zagrożeń pracownika w środowisku zimnym i gorącym. Jest oparta na zbieraniu danych na podstawie szczegółowych list kontrolnych, analizie sytuacji na stanowiskach pracy oraz proponowaniu określonych działań prewencyjnych w celu zmniejszenia ryzyka zdrowotnego związanego z narażeniem na oddziaływanie środowiska termicznego.

Głównym celem oceny zagrożeń związanych z termicznym środowiskiem pracy – według przygotowywanej metody oceny – jest prewencja oraz eliminacja lub przynajmniej zmniejszenie ich poziomu.

Metoda ta dotyczy oceny dyskomfortu cieplnego podczas pracy w środowisku zimnym lub gorącym. Ma zastosowanie zarówno dla stałych, jak i zmiennych warunków środowiska termicznego, uwzględnia też intensywność wykonywanej pracy oraz stosowaną odzież. Jest oparta na trójstopniowej strategii, która może być wdrażana sukcesywnie, w celu uzyskania dokładniejszego wglądu w warunki pracy, czyli określenia zagrożeń środowiskiem termicznym, ale również i identyfikacji najlepszych środków kontroli warunków pracy i prewencji zagrożeń (PN-EN ISO 15265:2005), [7].

Poza tym, opisywana metoda, jeżeli jest używana w sposób systematyczny, pozwala na weryfikację wprowadzonych środków interwencyjnych, zmierzających do zmniejszenia istniejących zagrożeń.

Strategia oceny zagrożeń w środowisku termicznym

W wielu przedsiębiorstwach spotyka się trudne do zaakceptowania problemy dotyczące obciążenia cieplnego pracowników. W miejsce szczegółowej analizy przypadku, w prezentowanej metodzie proponuje się szukanie rozwiązania zaistniałych problemów na podstawie prostego i przystępnego pierwszego etapu strategii oceny zagrożeń w środowisku termicznym, zwanego obserwacją. W niektórych, trudniejszych przypadkach, niezbędny będzie bardziej szczegółowy kolejny etap, polegający na dokładniejszej analizie, z użyciem prostych pomiarów. W jeszcze innych, szczególnych sytuacjach może być konieczna ekspertyza, oparta na bardziej zaawansowanych, wyrafinowanych technikach oceny (trzeci etap), który nie jest tu szczegółowo omawiany.

Wspomniana strategia polega na stopniowym zbliżaniu się do końcowej oceny zagrożeń w środowisku termicznym przez zastosowanie trzech etapów ich rozpoznawania.

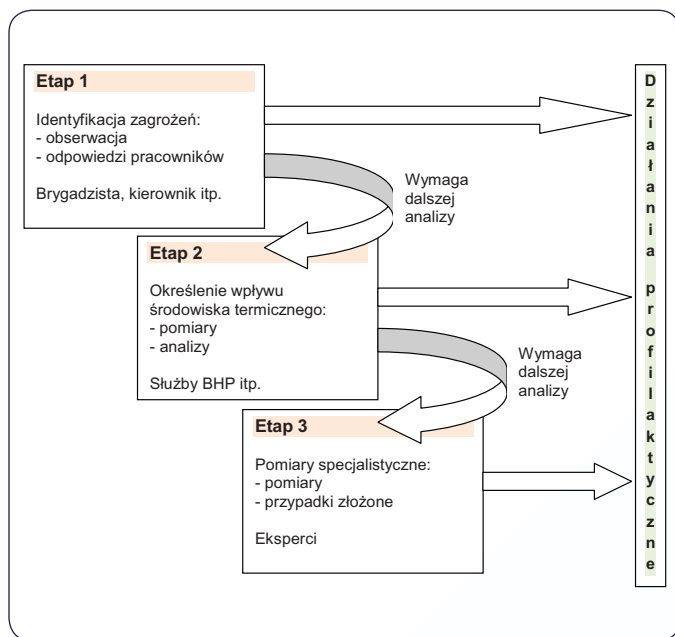
Pierwszy etap strategii oceny zagrożeń – obserwacja – jest przeprowadzany przez osoby z zakładu pracy mające pełną wiedzę o warunkach pracy, ale niemające doświadczenia w zakresie ergonomii środowisk termicznych. Celem tego etapu jest scharakteryzowanie sytuacji pracy w różnych okolicznościach podczas dnia roboczego oraz w ciągu całego roku, a nie tylko podczas specyficznego, wybranego okresu.

Drugi etap – analiza – jest przeprowadzany przez te same osoby, które dokonywały obserwacji, ale przy współpracy specjalistów posiadających kwalifikacje w zakresie ergonomii środowisk termicznych. Analiza dotyczy sytuacji pracy w szczególnych przypadkach (lato, noc i inne), zidentyfikowanych podczas pierwszego etapu, które będą wymagać powszechnie stosowanych prostych pomiarów.

Trzeci etap – ekspertyza – jest przeprowadzany również przez te same osoby, które prowadziły pierwszy etap oceny, tym razem przy współpracy z wykwalifikowanymi ekspertami. Ten etap dotyczy bardzo złożonych okoliczności w środowisku termicznym i wymaga specjalistycznych metod pomiaru.

¹ Stres gorąca to przekroczenie warunków komfortu cieplnego, które skutkuje uruchomieniem mechanizmów mających na celu a) pozbycie się nadmiaru ciepła, b) ograniczenie skutków niekorzystnego działania wysokiej temperatury

² Stres zimna to sytuacja, której skutkiem jest skurcz naczyń krwionośnych skóry, wywołujący zmniejszenie skórno-przepływu krwi i przewodnictwa cieplnego tkanek powierzchniowych oraz zwiększenie wytwarzania ciepła



Rys. Etapy oceny zagrożenia na stanowiskach pracy w środowisku termicznym, wg PN-EN ISO 15743:2009

Fig. Stages in assessing risk at workstations in the thermal environment (PN-EN ISO 15743:2009)

Na rysunku przedstawiono kolejność i zakres poszczególnych etapów opisywanej strategii.

W prezentowanej metodzie oceny zagrożenia ważną funkcję spełniają listy kontrolne, które dokładnie określają czynniki ważne z punktu widzenia ryzyka zawodowego. Listy te są ujednoczone, więc łatwo jest z nich korzystać. Do dyspozycji będą uproszczone i bardziej szczegółowe listy kontrolne do wstępnej lub dokładniejszej oceny warunków pracy, w zależności od potrzeb na analizowanym stanowisku pracy. List kontrolnych należy użyć przed i po interwencji na stanowisku pracy, na którym zidentyfikowano nieprawidłowości o charakterze termicznym. Przykład takiej listy kontrolnej przedstawiono w tabeli 1.

Skala ocen zastosowana w przedstawionej liście kontrolnej jest tak skonstruowana, aby przypadek idealnej sytuacji był określony jako „0”. Jeśli jeden lub kilka parametrów odstaje od tego optimum, wówczas należy podjąć środki prewencyjne, przy czym im większe odstępstwa od bezpiecznego zakresu, tym większa jest konieczność wprowadzenia rozwiązań w celu eliminacji zaobserwowanego problemu.

Jeśli ryzyko niekorzystnego wpływu któregośkolwiek z wymienionych w tabeli 1. czynników oceniono jako „1”, wówczas należy zidentyfikować przyczynę tej sytuacji i opisać szczegóły problemu (źródło, powierzchnia, lokalizacja itp.). Należy też dokładnie przeanalizować stanowisko pracy, posługując się bardziej szczegółowymi listami kontrolnymi.

Jeśli proces technologiczny na stanowisku pracy nie narzuca poziomu parametrów środowiskowych, a zebrane oceny wskazują, że zastane warunki nie są akceptowane przez pracowników,

wówczas należy szukać sposobów poprawienia sytuacji, rozważając wprowadzenie środków zapobiegawczych, np. zmianę odzieży ochronnej.

Ważne jest, aby na każdym etapie oceny dokumentować zebrane wyniki i na ich podstawie określić, czy pojawia się problem z którymkolwiek z analizowanych czynników środowiska termicznego. Należy ustalić, czy trzeba skorzystać z kolejnego etapu oceny, czy też wystarczające będzie zastosowanie środków prewencyjnych. Przykład takiego zestawienia przedstawiono w tabeli 2. W tym przypadku oznaczenia są następujące: gdy wyniki są poza zakresem od -1 do 1, oznacza to, że sytuacja nie jest idealna i należy zidentyfikować przyczyny i szczegóły problemu (źródło, powierzchnia, lokalizacja itp.).

Drugi etap oceny polega na wykonaniu dodatkowych pomiarów w celu dokładniejszego opisu badanego środowiska. Parametry, które należy zbadać, to:

- temperatura powietrza: jeśli występuje wzrost lub spadek poza zakres uznany za prawidłowy
- wilgotność powietrza: jeśli jej wartość w pomieszczeniu różni się od wartości w środowisku zewnętrznym
- promieniowanie cieplne: jeśli występuje ekspozycja słoneczna albo występują bardzo gorące lub bardzo zimne powierzchnie
- prędkość ruchu powietrza: jeśli występuje przeciąg
- obciążenie pracą: jeśli jest duże lub zmieniające się podczas zmiany roboczej
- charakterystyka odzieży: jeśli wymagana jest odzież specjalna.

Tabela 1. Uproszczona lista kontrolna do szybkiej oceny czynników ryzyka ciepłego i ich dotkliwości w środowisku zimnym (wg Holmera 2009)

Table 1. A simplified checklist for quick assessment of thermal risk factors and their acuteness in the cold environment (Holmer 2009)

Pytanie dotyczące oceny parametrów środowiska zimnego: Jak odczuwasz ryzyko niekorzystnego wpływu wymienionych niżej czynników?	Proponowana skala ocen: Brak ryzyka: 0 Małe ryzyko: 1 Duże ryzyko: 2
Temperatura powietrza	
Ruch powietrza	
Kontakt z zimnymi powierzchniami	
Woda, pary, wilgoć	
Odzież ciepłochronna	
Ochrony rąk	
Ochrony stóp	
Ochrona głowy	
Współdziałanie sprzętu ochronnego	
Inne czynniki (jakie?)	

Tabela 2. Wyniki dotyczące poziomu zagrożenia na stanowisku pracy po interwencji (wg PN-EN ISO 15265:2005)

Table 2. Risk level at the workstation after intervention (PN-EN ISO 15265:2005)

Parametry środowiska	-3	-2	-1	0	1	2	3
Temperatura powietrza							
Wilgotność powietrza							
Promieniowanie cieplne							
Prędkość ruchu powietrza							
Obciążenie pracą fizyczną							
Odzież							

W przypadku środowiska gorącego, w celu lepszego rozpoznania warunków, można zastosować prostą metodę oceny obciążenia cieplnego, opartą na wyznaczeniu wskaźnika WBGT (PN-EN 27243:2005).

Jeśli i na tym etapie nie osiągnięto poprawy sytuacji, należy przejść do trzeciego etapu oceny i zaprosić do współpracy ekspertów zewnętrznych, którzy określą obciążenie cieplne dotyczące całego organizmu w postaci ilościowej, bądź dokonają oceny oddziaływania lokalnego środowiska zimnego lub gorącego. W tym przypadku konieczne jest zastosowanie specjalistycznych metod zawartych w następujących normach:

- A) Do oceny środowiska gorącego
- PN-EN ISO 7733:2005. Ergonomia środowiska termicznego – Analityczne wyznaczanie i interpretacja stresu cieplnego z wykorzystaniem obliczeń przewidywanego obciążenia termicznego (oryg.)
 - PN-EN 13732-1: 2006. Ergonomia środowiska termicznego – Metody oceny reakcji człowieka na dotknięcie powierzchni – Część 1: Powierzchnie gorące (oryg.)
- B) Do oceny środowiska zimnego
- PN-EN ISO 11079:2014. 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.
 - PN-EN ISO 13732-3:2009. Ergonomia środowiska termicznego – Metody oceny reakcji człowieka na dotknięcie powierzchni – Część 3: Powierzchnie zimne (oryg.)



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

Zaletą opisanej metody jest fakt, że w początkowym etapie oceny warunków na stanowiskach pracy w środowisku zimnym lub gorącym rozpoznania warunków można dokonać siłami własnymi zakładu pracy, korzystając z kompetentnej pomocy pracowników, a więc koszty tego działania są niskie. Dodatkowo sprzyja to zaangażowaniu pracowników w kształtowanie warunków pracy. Analiza warunków na stanowisku pracy za pomocą opracowanych szczegółowych instrukcji i narzędzi znacznie ułatwi procedury oceny zagrożeń i porównanie sytuacji po ewentualnych interwencyjnych działaniach profilaktycznych. Systematyczność postępowania da możliwość wpływu na poziom zagrożeń na stanowiskach pracy, a tym samym na zarządzanie ryzykiem zawodowym.

Podsumowanie

Przedstawiona w artykule kompleksowa metoda oceny zagrożeń w warunkach środowiska termicznego (zimnego i gorącego) jest trójstopniowa i dotyczy ich identyfikacji. W dalszej kolejności, jeśli nie jest możliwe usunięcie lub zmniejszenie narażenia pracowników na dyskomfort cieplny, wówczas, już z udziałem ekspertów zewnętrznych powinno się przeprowadzić bardziej szczegółową analizę problemów związanych ze środowiskiem termicznym na stanowisku pracy, co nie jest omówione w tym artykule.

W najbliższym czasie kompleksowa metoda oceny zagrożeń w środowisku termicznym zostanie poddana weryfikacji na wybranych stanowiskach pracy, w ramach badań prowadzonych w Pracowni Obciążeń Termicznych Zakładu Ergonomii CIOP-PIB.

Po uzyskaniu opinii osób, które będą ją stosowały, opracowana zostanie jej końcowa wersja wraz z narzędziami do jej stosowania (listy kontrolne, opis sposobu postępowania).

Metoda, o której jest mowa w artykule scala kilka norm w celu stworzenia możliwości oceny warunków środowiska termicznego (zimnego i gorącego) w jednej metodzie oceny. Jest to korzystne, gdyż na stanowiskach pracy zdarzają się sytuacje w codziennej pracy, gdy pracownik na tej samej zmianie roboczej narażony jest na działanie zarówno zimnego, jak i gorącego środowiska (piekarnie, mroźnie składowe). Jak zostało powiedziane we wstępie trójstopniowa metoda oceny jest stosowana w innych krajach do różnych zagrożeń w środowisku pracy (np. hałas, oświetlenie). W artykule przedstawiono zasady zastosowania takiej metody do szerokiego zakresu środowiska termicznego, bardziej przydatne w praktyce, niż ocena wpływu tylko środowiska gorącego lub zimnego, jako pojedynczego czynnika.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Parsons K. *Human thermal environments*. London, Taylor & Francis Group 2014
- [2] Holmer I. *Heat and cold stress* [in]: Elstrand K., Petersson N.F. *OSH Development*. Royal Institute of Technology, Sweden 2009
- [3] Malchaire J., Piette A. *The SOBANE strategy for the management of risk, as applied to whole body or hand-arm vibration*. "Am. Occup. Hyg." 2006,50,4:411-416
- [4] Marszałek A. *Strategia i profilaktyka zagrożeń na przykładzie pracy w gorącym środowisku*. „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 2001,360-361,7-8:39-40
- [5] Bogdan A. *Metoda oceny ryzyka zawodowego podczas pracy w środowisku zimnym*. „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 2010,468,9:26-28
- [6] Bogdan A. *Ocena ryzyka zawodowego w aspekcie stresu cieplnego w pomieszczeniach zamkniętych*. „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 2011,474,3:7-10
- [7] PN-EN ISO 15265: 2005. Ergonomia środowiska termicznego – Strategia oceny ryzyka w celu zapobiegania stresowi lub brakowi komfortu podczas pracy w warunkach ciepłych (oryg.)
- [8] PN-EN ISO 15743:2009. Ergonomia środowiska termicznego – Zimne miejsca pracy – Ocena i zarządzanie ryzykiem (oryg.)
- [9] PN-EN 27243:2005. Środowiska gorące. Wyznaczanie obciążenia termicznego działającego na człowieka podczas pracy, oparte na wskaźniku WBGT

Publikacja opracowana na podstawie wyników III etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, finansowanego w latach 2014-2016 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.