

## 10 AKTUALNE WYTYCZNE OCENY RYZYKA ZAWODOWEGO DLA OBCIĄŻENIA PRACĄ FIZYCZNĄ

### 10.1 Wprowadzenie

Nie ma aktualnie przepisów prawnych dotyczących oceny ryzyka zawodowego dla obciążenia pracą. Podstawowe wymagania dotyczące obciążenia pracą fizyczną są zawarte m.in. w następujących aktach prawnych:

- ogólne przepisy bhp [5] – dział III, rozdział 3 „Ogrzewanie i wentylacja” oraz dział IV, rozdział 4 „Transport wewnętrzny i magazynowanie”;
- przepisy o profilaktycznych posiłkach i napojach [9];
- przepisy bhp dla stanowisk pracy przy komputerze [4];
- przepisy bhp dla ręcznych prac transportowych [6];
- przepisy o pracach wzbronionych dla kobiet [7];
- przepisy o pracach wzbronionych dla młodocianych [8];

Ogólne zasady i kryteria oceny ryzyka zawodowego zawiera Polska Norma PN-N-18002:2011. Szczegółowe zasady i kryteria oceny ryzyka zawodowego dla obciążenia pracą określają Polskie Normy obejmujące m.in. grupę klasyfikacyjną ICS nr 13.180 „Ergonomia” i 13.110 „Bezpieczeństwo maszyn”.

### 10.2 Podstawowa terminologia dotycząca oceny obciążenia pracą

Praca obejmuje celową działalność człowieka odbywającą się w ścisłym powiązaniu z działaniem czynników środowiska zewnętrznego, prowadzącą do zaspokojenia dowolnych potrzeb ludzkich oraz wytwarzania dóbr materialnych i duchowych.

Praca oznacza następujące kolejno po sobie w czasie i przestrzeni współdziałanie ludzi, środków pracy i przedmiotów pracy dla realizacji określonych celów i zadań, np.:

- **praca indywidualna** – wykonywanie pewnych uporządkowanych czynności przez osoby nie wchodzące ze sobą w bezpośrednie związki pracy;
- **praca zespołowa** – wykonywanie pewnych uporządkowanych czynności przez określoną grupę osób, pomiędzy którymi istnieją bezpośrednie związki pracy;
- **praca umysłowa (intelektualna)** – praca, w której przeważa obciążenie umysłowe powstałe w wyniku napięcia uwagi oraz procesów umysłowych i emocjonalnych;
- **praca fizyczna (mięśniowa)** – praca, w której przeważa obciążenie fizyczne powstałe w wyniku czynności mięśniowych (praca statyczna, dynamiczna, monotopowa);
- **praca statyczna** – praca wykonywana siłą mięśni utrzymywanych w stałym położeniu przy udziale skurczów izometrycznych, co nie wywołuje zmiany długości mięśnia, ale stopniowe zwiększenie jego napięcia;

- **praca dynamiczna** – praca wykonywana dzięki ruchom mięśni przy udziale skurczów izotonicznych, co powoduje przemieszczenie ciała i jego części w przestrzeni lub przemieszczenie części ciała względem siebie;
- **praca monotypowa** (powtarzalna) – praca polegająca na wykonywaniu powtarzalnych czynności roboczych i ruchów monotypowych.

Zagrożeniem nie jest praca fizyczna, ale nadmierne obciążenie pracą, np. w zakresie obciążenia statycznego, obciążenia dynamicznego, obciążenia monotypowego.

Praca fizyczna według skutków oddziaływania na człowieka może stanowić:

- **czynnik szkodliwy dla zdrowia** – praca fizyczna, która może spowodować choroby zawodowe układu mięśniowo-szkieletowego wywołane sposobem wykonywania pracy;
- **czynnik niebezpieczny** – praca fizyczna, która może być przyczyną wypadków przy pracy, np. nadmierny wysiłek fizyczny;
- **czynnik uciążliwy** – praca fizyczna, która może spowodować np. dyskomfort, zmęczenie, obniżenie sprawności psychofizycznej.

**Obciążenie pracą** obejmuje zewnętrzne warunki i wymagania dotyczące wykonywania pracy (obciążenie zewnętrzne) oraz skutki wpływu obciążenia pracą na stan psychofizyczny pracownika (obciążenie wewnętrzne).

Obciążenie pracą oznacza całokształt stymulacji środowiska pracy na pracownika, indywidualnie i subiektywnie odczuwany wysiłek umysłowy (obciążenie psychiczne) oraz wysiłek fizyczny (obciążenie fizyczne).

Podstawowe rodzaje obciążenia pracą obejmują m.in.:

- **zmęczenie** – przejściowy i odwracalny stan zmniejszenia zdolności do pracy, spowodowany przez pracę, któremu towarzyszą zmiany czynnościowe organizmu;
- **znużenie** – szczególny stan psychoneurozy, spowodowany m.in. jednostajnością pracy, monotonią pracy, brakiem zainteresowania wykonywaniem pracy;
- **monotonię** (jako przyczynę znużenia i obciążenia psychicznego) – wykonywanie czynności, które są związane z ciągłym odbieraniem sygnałów tego samego rodzaju, np. śledzenie urządzeń kontrolnych i sygnalizacyjnych;
- **monotypię** (jako przyczynę zmęczenia i obciążenia fizycznego) – wykonywanie stale takich samych ruchów roboczych, np. ręczne prace transportowe obejmujące pakowanie, ładowanie, przenoszenie, rozładowanie.

Przy ocenie narażenia na obciążenie pracą fizyczną należy uwzględnić rodzaj obciążenia (np. obciążenie statyczne, obciążenie dynamiczne, obciążenie monotypowe, obciążenie transportem ręcznym), organizację pracy (np. sposoby wykonywania pracy, długość zmiany roboczej, częstość powtarzania czynności), chronometraż pracy (np. rodzaj czynności roboczych, czas trwania czynności), cechy indywidualne człowieka (np. sprawność fizyczna, wydolność fizyczna, wiek, stan zdrowia) oraz pomiary i obliczenia dotyczące pozycji przy pracy, wydatku energetycznego, warunków środowiska pracy (poziom czynników szkodliwych dla zdrowia, np. warunki mikroklimatu).

Skutkami zdrowotnymi narażenia na obciążenie pracą fizyczną są choroby pochodzenia zawodowego układu mięśniowo-szkieletowego wywołane sposobem wykonywania pracy, a w szczególności dwie pozycje wykazu chorób zawodowych: nr 19 pt. „Przewlekłe choroby narządu ruchu wywołane sposobem wykonywania pracy” i nr 20 pt. „Przewlekłe choroby obwodowego układu nerwowego wywołane sposobem wykonywania pracy”.

### 10.3 Ogólne zasady oceny ryzyka zawodowego dla obciążenia pracą

Określenie rodzaju obciążenia pracą jest konieczne do wyboru odpowiedniej metody oceny obciążenia organizmu człowieka podczas pracy.

Podstawowe rodzaje obciążenia pracą obejmują m.in.:

- obciążenie pracą fizyczną lub obciążenie fizyczne albo wysiłek fizyczny;
- obciążenie pracą psychiczną lub obciążenie psychonerwowe albo psychiczne (stres);
- obciążenie ręczną pracą transportową lub obciążenie transportem ręcznym;
- obciążenie na stanowisku pracy przy komputerze lub obciążenie pracą przy komputerze;
- obciążenie pracą dla mężczyzn, dla kobiet (w tym kobiet w ciąży i kobiet w okresie karmienia), dla młodocianych (w tym dziewczęta i chłopcy).

#### *Wykaz prac wzbronionych kobietom dla obciążenia pracą:*

- kobiety – wszystkie prace, przy których najwyższe wartości obciążenia pracą fizyczną, mierzone wydatkiem energetycznym netto na wykonanie pracy, przekraczają 5000 kJ na zmianę roboczą, a przy pracy dorywczej przekraczają 20 kJ/min;
- kobiety w ciąży i w okresie karmienia – wszystkie prace, przy których najwyższe wartości obciążenia pracą fizyczną, mierzone wydatkiem energetycznym netto na wykonanie pracy, przekraczają 2900 kJ na zmianę roboczą;
- kobiety w ciąży i w okresie karmienia – prace w pozycji wymuszonej;
- kobiety w ciąży i w okresie karmienia – prace w pozycji stojącej łącznie ponad 3 godziny w czasie zmiany roboczej;
- kobiety w ciąży i w okresie karmienia – prace przy obsłudze monitorów ekranowych powyżej 4 godzin na dobę;
- kobiety w ciąży i w okresie karmienia – prace w wymuszonym rytmie pracy, np. na taśmie.

#### *Wykaz prac wzbronionych młodocianym dla obciążenia pracą:*

- młodociani (dziewczęta) – wszystkie prace, przy których najwyższe wartości obciążenia pracą fizyczną, mierzone wydatkiem energetycznym netto na wykonanie pracy, w odniesieniu do 6-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy przekraczają 2300 kJ, a w odniesieniu do wysiłków krótkotrwałych przekraczają 10,5 kJ/min;
- młodociani (chłopcy) – wszystkie prace, przy których najwyższe wartości obciążenia pracą fizyczną, mierzone wydatkiem energetycznym netto na wykonanie pracy, w odniesieniu do 6-godzinnego dobowego wymiaru czasu pracy przekraczają 3030 kJ, a w odniesieniu do wysiłków krótkotrwałych przekraczają 12,6 kJ/min;

- prace polegające wyłącznie na podnoszeniu, przenoszeniu i przewożeniu ciężarów;
- prace wymagające powtarzania dużej liczby jednorodnych ruchów;
- prace wykonywane w pozycji pochylonej lub w przysiadzie;
- prace wykonywane w pozycji leżącej, na boku lub na wznak;
- prace wykonywane na kolanach;
- prace w warunkach mogących stanowić nadmierne obciążenie psychiczne: wymagające odbioru i przetwarzania dużej liczby lub szybko po sobie następujących informacji i podejmowania decyzji mogących spowodować groźne następstwa, szczególnie w sytuacjach przymusu czasowego, w tym związane z obsługą urządzeń sterowniczych;
- prace w warunkach mogących stanowić nadmierne obciążenie psychiczne: wymuszone przez rytm pracy maszyn i wynagradzane w zależności od osiągniętych rezultatów.

Przy projektowaniu obciążenia pracą fizyczną należy stosować podejście w trzech krokach (wg normy PN-EN 1005-2 [3]):

- gdziekolwiek jest to możliwe, unikać ręcznego przemieszczania przedmiotów;
- stosować techniczne środki pomocnicze;
- osiągnąć dalsze zmniejszenie istniejącego ryzyka poprzez optymalizację czynności przemieszczania ręcznego przedmiotów.

Przy ocenie obciążenia pracą fizyczną należy uwzględnić następujące czynniki ryzyka (wg normy PN-EN 1005-2 [3]):

- niezbędny wysiłek fizyczny;
- praca w wymuszonej pozycji ciała;
- duże różnice w indywidualnej podatności na zmęczenie.
- Rodzaj i wielkość obciążenia organizmu człowieka podczas pracy fizycznej zależy od (wg J. Bugajska [1]):
- rodzaju wysiłku fizycznego niezbędnego do realizacji poszczególnych czynności roboczych, np. wysiłek dynamiczny, statyczny, monotypowy;
- pozycji ciała przyjmowanej podczas pracy, np. siedząca, stojąca, wymuszona;
- organizacji pracy, np. długość zmiany roboczej, częstość powtarzania czynności;
- cech indywidualnych człowieka, np. wydolność fizyczna, wiek, stan zdrowia;
- innych czynników środowiska pracy, np. warunki mikroklimatu.

Podstawowe przepisy prawne dotyczące obciążenia pracą fizyczną określają ogólne przepisy BHP [5], a szczegółowe wymagania prawne zawierają m.in. przepisy o pracach wzbronionych kobietom [7] i pracach wzbronionych młodocianym [8] oraz przepisy bhp o ręcznych pracach transportowych [6].

Szczegółowe przepisy prawne dotyczące zapewnienia pracownikom zatrudnionym w warunkach szczególnie uciążliwych posiłków profilaktycznych i napojów określają ogólne przepisy bhp [5] (załącznik nr 3) i przepisy o profilaktycznych posiłkach i napojach [9].

Obowiązek zapewnienia bezpieczeństwa i higieny pracy powinien być realizowany na podstawie ogólnych zasad dotyczących zapobiegania wypadkom i chorobom związanym z

pracą, m.in. przez: dostosowanie warunków i procesów pracy do możliwości pracownika, np. przez odpowiednie projektowanie i organizowanie stanowisk pracy, dobór maszyn i innych urządzeń technicznych i narzędzi pracy, a także metod produkcji i pracy, z uwzględnieniem zmniejszenia uciążliwości pracy, zwłaszcza pracy monotonnej i pracy w ustalonym z góry tempie; ograniczenie negatywnego wpływu takiej pracy na zdrowie pracowników.

Pomieszczenia pracy i ich wyposażenie powinny zapewniać pracownikom bezpieczne i higieniczne warunki pracy. W szczególności w pomieszczeniach pracy należy zapewnić oświetlenie naturalne i sztuczne, odpowiednią temperaturę, wymianę powietrza oraz zabezpieczenie przed wilgocią, niekorzystnymi warunkami cieplnymi i nasłonecznieniem, drganiem oraz innymi czynnikami szkodliwymi dla zdrowia i uciążliwościami.

W pomieszczeniach pracy należy zapewnić temperaturę odpowiednią do rodzaju wykonywanej pracy (metod pracy i wysiłku fizycznego niezbędnego do jej wykonania) nie niższą niż 14°C, chyba że względy technologiczne na to nie pozwalają. W pomieszczeniach pracy, w których jest wykonywana lekka praca fizyczna, i w pomieszczeniach biurowych temperatura nie może być niższa niż 18°C.

Przykładowe metody oceny obciążenia pracą fizyczną:

- metoda Lehmana – metoda oceny obciążenia pracą dynamiczną na podstawie szacunkowej oceny wydatku energetycznego, która uwzględnia pozycję ciała podczas pracy i rodzaj grup mięśniowych wykonujących czynności robocze;
- metoda OWAS (Ovako Working Posture Analysis System) – metoda oceny obciążenia pracą statyczną, która uwzględnia kategorię oceny obciążenia (pozycja ciała, siła zewnętrzna), rodzaj pozycji (wymuszona, niewymuszona), czas utrzymywania pozycji;
- metoda RULA (Rapid Upper Limb Assessment) – metoda oceny obciążenia pracą statyczną i pracą monotypową dla pozycji siedzącej i kończyn górnych, która uwzględnia pozycję ciała, siłę zewnętrzną, dynamikę ruchów i powtarzalność ruchów;
- metoda REBA (Rapid Entire Body Assessment) – metoda oceny obciążenia pracą statyczną i pracą monotypową dla pozycji stojącej i kończyn dolnych, która uwzględnia pozycję ciała, siłę zewnętrzną, dynamikę pracy mięśni, rodzaj i jakość uchwytu;
- wskaźnik JSI (Job Strain Index) – metoda oceny obciążenia pracą monotypową dla kończyn górnych, która uwzględnia obciążenie rąk, nadgarstków, przedramion i łokci pracami manipulacyjnymi.

#### 10.4 Zasady oceny ryzyka zawodowego dla obciążenia pracą statyczną

Przy ocenie obciążenia pracą statyczną należy uwzględnić następujące czynniki ryzyka (wg D. Roman-Liu [2]):

- pozycja ciała;
- siła zewnętrzna;
- częstość powtórzeń.

Przykładowe metody oceny obciążenia pracą statyczną:

- metoda OWAS;
- metoda RULA;
- metoda REBA.

Pozycja ciała człowieka oznacza położenie ciała człowieka, jego poszczególnych części lub stawów, np.:

- pozycja swobodna lub wymuszona (niewygodna), np. skrzyżcona, zgięta, pochylona;
- pozycja stojąca, siedząca, leżąca lub inna, np. klęcząca, przemienna stojąco-siedząca.
- Podstawowe pozycje przy pracy:
  - pozycja stojąca;
  - pozycja siedząca;
  - pozycja przemienna stojąco-siedząca.

**Metoda OWAS** jest najpopularniejszą metodą oceny obciążenia pracą statyczną, która uwzględnia pozycję ciała przy pracy, siłę zewnętrzną i czas utrzymywania tej pozycji.

Metoda OWAS jest metodą przybliżoną, ale stanowi proste i praktyczne narzędzie do szacunkowej oceny obciążenia statycznego podczas pracy.

Klasyfikacja pozycji przy pracy i siły zewnętrznej obejmuje:

- położenie pleców – kod od 1 do 4;
- położenie kończyn górnych (położenie ramion) – kod od 1 do 3;
- położenie kończyn dolnych (położenie nóg) – kod od 1 do 7;
- siła zewnętrzna (obciążenie zewnętrzne) – kod od 1 do 3.

Całkowity kod obciążenia jest czterocyfrowy i składa się z kodów położenia pleców, położenia ramion, położenia nóg i siły zewnętrznej (tabela 10.1).

**Tabela 10.1. Ocena obciążenia pracą statyczną – interpretacja kodu obciążenia wg metody OWAS.**

Plecy	Ramiona	1			2			3			4			5			6			7			Nogi	Siła
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1		
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1		
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	1		2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	3		3
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	3	4	4	4	3	4	4	3	3	4	2		3
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2		3
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	1	1	1	1	1	1		1
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1		1
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1		1
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2		3
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2		3
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2		3

Źródło: opracowanie własne na podstawie D. Roman-Liu [2]

Na podstawie kodu obciążenia należy zakwalifikować pozycję przy pracy do określonej kategorii oceny obciążenia (tabela 10.2). Ocena ryzyka zawodowego dla obciążenia pracą statyczną na podstawie pozycji ciała wg metody OWAS jest przeprowadzana w skali trójstopniowej (tabela 10.3).

**Tabela 10.2. Ocena obciążenia pracą statyczną – interpretacja kategorii oceny wg metody OWAS.**

Kategoria oceny	Ocena pozycji	Ocena obciążenia	Zalecenia
kategoria 1	pozycja lub pozycje przyjmowane podczas pracy są naturalne	obciążenie jest optymalne lub akceptowalne	nie ma potrzeby dokonywania zmian na stanowisku
kategoria 2	pozycja lub pozycje przyjmowane podczas pracy mogą mieć negatywny wpływ na układ mięśniowo-szkieletowy	obciążenie jest prawie akceptowalne	nie ma potrzeby dokonywania zmian na stanowisku, ale należy przeprowadzić zmiany w najbliższej przyszłości
kategoria 3	pozycja lub pozycje przyjmowane podczas pracy mają negatywny wpływ na układ mięśniowo-szkieletowy	obciążenie jest duże	zmiany na stanowisku pracy muszą być przeprowadzone tak szybko jak to jest możliwe
kategoria 4	pozycja lub pozycje przyjmowane podczas pracy mają bardzo negatywny wpływ na układ mięśniowo-szkieletowy	obciążenie jest bardzo duże	zmiany na stanowisku pracy muszą być przeprowadzone natychmiast

*Źródło: opracowanie własne na podstawie D. Roman-Liu [2]*

**Tabela 10.3. Ocena obciążenia pracą statyczną – ocena ryzyka zawodowego w skali trójstopniowej na podstawie pozycji ciała wg metody OWAS.**

Porównanie z wartością dopuszczalną		Wielkość ryzyka
pozycja ciała przy pracy (kategorie OWAS)	czas utrzymywania jednej pozycji (% zmiany roboczej)	
pozycja wymuszona (1) lub niewymuszona (2)	> 70	duże
pozycja wymuszona (2)	> 50	
pozycja wymuszona (3) lub (4)	> 30	
pozycja niewymuszona (1)	> 70	średnie
pozycja wymuszona (1) lub niewymuszona (2)	50 ÷ 70	
pozycja wymuszona (2)	30 ÷ 50	
pozycja wymuszona (3) lub (4)	≤ 30	
pozycja niewymuszona (1)	≤ 70	małe
pozycja wymuszona (1) lub niewymuszona (2)	≤ 50	
pozycja wymuszona (2)	≤ 30	

*Źródło: opracowanie własne na podstawie D. Roman-Liu [2]*

## 10.5 Zasady oceny ryzyka zawodowego dla obciążenia pracą dynamiczną

Najpopularniejszym podejściem do oceny obciążenia pracą dynamiczną jest ocena wydatku energetycznego. Najskuteczniejszym podejściem do oceny obciążenia pracą dynamiczną jest stosowanie metod opartych na pomiarach wykonanych bezpośrednio na stanowiskach pracy. Wydatek energetyczny charakteryzuje obciążenie fizyczne pracownika na stanowisku pracy i stanowi bezwzględną miarę ciężkości pracy. Określa ilość energii produkowanej przez organizm do wykonania czynności roboczych i podawany jest najczęściej w watach [W] lub w dżulach [J] i kaloriach na jednostkę czasu, np. kJ/min, kcal/min.

Wydatek energetyczny obejmuje:

- wydatek energetyczny spoczynkowej przemiany materii – energia zużytkowana przez organizm dla zapewnienia funkcjonowania podstawowych funkcji życiowych;
- wydatek energetyczny pracy efektywnej – energia zużytkowana przez organizm dla wykonania określonych czynności roboczych.

Wielkość wydatku energetycznego jest prostym i praktycznym wskaźnikiem intensywności wysiłku fizycznego, zwłaszcza z dużym udziałem wysiłku dynamicznego. Jednak wydatek energetyczny nie charakteryzuje w sposób wystarczający rzeczywistego obciążenia pracą na stanowisku pracy, ponieważ nie uwzględnia (wg J. Bugajska [1]):

- rodzaju wysiłku fizycznego, np. dynamiczny, statyczny;
- pozycji przyjmowanej przy pracy, np. siedząca, stojąca;
- organizacji pracy, np. długość zmiany roboczej, częstość powtarzania czynności;
- cech indywidualnych człowieka, np. wydolność fizyczna, wiek, stan zdrowia;
- innych cech środowiska pracy, np. warunki mikroklimatu.

Ocena obciążenia pracą dynamiczną wymaga kompleksowej analizy pracy i czynności roboczych, która zawiera określenie (wg J. Bugajska [1]):

- rodzaju czynności roboczych i czasu ich wykonywania – chronometraż pracy;
- pozycji przy pracy podczas wykonywania określonych czynności roboczych;
- wydatku energetycznego podczas wykonywania określonych czynności roboczych;
- warunków środowiska pracy, w szczególności warunków mikroklimatu.

Przykładowe metody oceny obciążenia pracą dynamiczną:

- metody kalorymetrii pośredniej;
- metody chronometrażowo-tabelaryczne;
- metody oparte na klasyfikacji ciężkości pracy;
- metody oparte na zmianach parametrów fizjologicznych.

Dokładną metodą stosowaną do pomiaru wydatku energetycznego jest metoda oparta na zależności między ilością tlenu pobieranego przez organizm w jednostce czasu a ilością energii uwalnianej w procesach metabolicznych. Wykorzystanie metody dokładnej jest ograniczone, ponieważ wymaga ona odpowiedniej aparatury pomiarowej, co w rzeczywistych warunkach nie zawsze jest możliwe.

Przybliżoną metodą stosowaną do pomiaru wydatku energetycznego jest metoda oparta na wynikach pomiaru objętości wydychanego lub wdychanego powietrza (pomiar wentylacji



pluc). Pomiędzy wielkością pobieranego tlenu podczas wysiłku a wielkością minutowej wentylacji istnieje wysoki współczynnik korelacji i prawie liniowa zależność. Metoda przybliżona jest prostą i obiektywną metodą, która stanowi praktyczne narzędzie do pomiaru wydatku energetycznego bezpośrednio na stanowisku pracy.

Jeśli nie ma możliwości wykonania pomiaru wydatku energetycznego bezpośrednio na stanowisku pracy można wykorzystać szacunkowe metody chronometrażowo-tabelaryczne, które są oparte na odczycie z gotowych tablic wydatku energetycznego typowych czynności wykonywanych w życiu codziennym i pracy zawodowej.

Metody chronometrażowo-tabelaryczne są metodami przybliżonymi, dlatego nie zaleca się ich stosowania, jednak stanowią proste i praktyczne narzędzie do szacunkowej oceny wydatku energetycznego podczas pracy, np. metoda Lehmana.

Praca fizyczna, a w szczególności praca dynamiczna, powoduje pobudzenie układu krążenia i oddechowego oraz mechanizmów termoregulacji. Stopień zmian parametrów fizjologicznych określających czynność tych układów i termoregulacji może być podstawą szacunkowej oceny intensywności pracy wykonanej przez organizm.

Parametrem stosowanym do pomiaru wydatku energetycznego jest częstość skurczów serca podczas pracy, której analiza jest mniej złożona niż pomiar pobierania tlenu. Częstość skurczów serca może być rejestrowana w sposób ciągły, np. metodami telemetrycznymi. Dokładność metody jest stosunkowo mała, nie zaleca się ręcznego sposobu pomiaru tętna ze względu na małą dokładność i trudność przeprowadzenia bez ograniczania swobody ruchów.

**Metoda Lehmana** jest najpopularniejszą metodą szacowania wydatku energetycznego, która uwzględnia pozycję ciała przy pracy oraz wielkość grup mięśniowych zaangażowanych do wykonywania pracy.

Wydatek energetyczny jest oceniany w dwóch etapach:

- etap 1 – ocena pozycji ciała podczas pracy, szacuje się wydatek energetyczny wynikający z utrzymania określonej pozycji (tabela 10.4);
- etap 2 – ocena głównych grup mięśniowych wykonujących czynności robocze, szacuje się wydatek energetyczny wynikający z wykonywania określonej czynności (tabela 10.5).

**Tabela 10.4. Ocena obciążenia pracą dynamiczną – ocena wydatku energetycznego na podstawie pozycji ciała wg metody Lehmana**

Pozycja ciała	Wydatek energetyczny	
	[kcal/min]	[kJ/min]
siedząca	0,3	1,26
na kolanach	0,5	2,10
kuczna	0,5	2,10
stojąca	0,6	2,51
stojąca pochylona	0,8	3,35
chodzenie	1,7÷3,5	7,12÷14,65

**Źródło: opracowanie własne na podstawie publikacji J. Bugajska [1]**

Całkowity wydatek energetyczny na stanowisku pracy określa się jako suma wyników uzyskanych w etapie 1 i 2.

Ocena ryzyka zawodowego dla obciążenia pracą dynamiczną na podstawie wydatku energetycznego jest przeprowadzana w skali trójstopniowej (tabela 10.6). Ocena obciążenia pracą dynamiczną uwzględnia różnice w procesach metabolicznych, które wynikają z płci i wieku pracowników, dlatego jest przeprowadzana oddzielnie dla:

- kobiet oraz mężczyzn;
- kobiet w ciąży i w okresie karmienia;
- młodocianych (dziewczęta oraz chłopcy).

**Tabela 10.5. Ocena obciążenia pracą dynamiczną – ocena wydatku energetycznego na podstawie zakresu obciążenia mięśni wg metody Lehmana**

Zakres obciążenia mięśni		Wydatek energetyczny	
		[kcal/min]	[kJ/min]
praca palców, ręki i przedramienia	lekka	0,3÷0,6	1,3÷2,5
	średnia	0,6÷0,9	2,5÷3,8
	ciężka	0,9÷1,2	3,8÷5,0
praca jednego ramienia	lekka	0,7÷1,2	2,9÷5,0
	średnia	1,2÷1,7	5,0÷7,1
	ciężka	1,7÷2,2	7,1÷9,2
praca obu ramion	lekka	1,5÷2,0	6,3÷8,4
	średnia	2,0÷2,5	8,4÷10,5
	ciężka	2,5÷3,0	10,5÷12,6
praca całego ciała (mięśni kończyn i tułowia)	lekka	2,5÷4,0	10,5÷16,7
	średnia	4,0÷6,0	16,7÷25,1
	ciężka	6,0÷8,5	25,1÷35,6
	bardzo ciężka	8,5÷11,5	35,6÷48,1

**Źródło: opracowanie własne na podstawie publikacji J. Bugajska [1]**

**Tabela 10.6. Ocena obciążenia pracą dynamiczną – ocena ryzyka zawodowego w skali trójstopniowej na podstawie wydatku energetycznego (mężczyźni i kobiety)**

Porównanie z wartością dopuszczalną		Wielkość ryzyka
wydatek energetyczny [kJ/zmianę roboczą]		
mężczyźni	kobiety	
> 8300	> 5000	duże
6300÷8300	4200÷5000	średnie
< 6300	< 4200	małe

**Źródło: opracowanie własne na podstawie publikacji J. Bugajska [1]**

## 10.6 Podsumowanie

Aktualnie brak jest wymagań prawnych dotyczących bezpośrednio oceny ryzyka zawodowego dla obciążenia pracą fizyczną, natomiast akty prawne określają m.in. wykaz prac wzbronionych kobietom [6,7] i wykaz prac wzbronionych młodocianym [6,8].

Ocena obciążenia pracą fizyczną obejmuje najczęściej obciążenia pracą statyczną i obciążenia pracą dynamiczną, w uzasadnionych przypadkach należy także uwzględnić obciążenie pracą monotypową i obciążenie ręczną pracą transportową.

Stosowanie wyłącznie ogólnych zasad oceny ryzyka zawodowego według Polskiej Normy PN-N-18002:2011 jest aktualnie niewystarczające, dlatego należy zastosować metody szczegółowe do oceny obciążenia pracą fizyczną statyczną i dynamiczną, zaproponowane m.in. w Polskich Normach i innych standardach oraz literaturze specjalistycznej.

Wśród wielu metod oceny obciążenia pracą fizyczną najczęściej zaleca się do oceny obciążenia pracą statyczną metodę OWAS, która uwzględnia pozycję ciała przy pracy, siłę zewnętrzną i czas utrzymywania tej pozycji, oraz do oceny obciążenia pracą dynamiczną za pomocą wydatku energetycznego – metodę Lehmana, która uwzględnia pozycję ciała przy pracy i wielkość grup mięśniowych zaangażowanych do wykonywania pracy.

## LITERATURA

- [1] Bugajska J.: Obciążenie fizyczne dynamiczne [w:] Ryzyko zawodowe. Metodyczne podstawy oceny, str. 427-435. Praca zbiorowa pod red. W. Zawieski. CIOP-PIB, Warszawa 2009.
- [2] Roman-Liu D.: Obciążenie fizyczne układu mięśniowo-szkieletowego [w:] Ryzyko zawodowe. Metodyczne podstawy oceny, str. 405-425. Praca zbiorowa pod red. W. Zawieski. CIOP-PIB, Warszawa 2009.
- [3] PN-EN 1005-2+A1:2010 Bezpieczeństwo maszyn – Możliwości fizyczne człowieka – Część 2: Ręczne przemieszczanie maszyn i ich części.
- [4] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 1.12.1998 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy na stanowiskach wyposażonych w monitory ekranowe (Dz.U.1998.148.973).
- [4] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26.09.1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U.2003.169.1650; z późn. zm.).
- [5] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 14.03.2000 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy ręcznych pracach transportowych (Dz.U.2000.26.313; zm. Dz.U.2000.82.930 i Dz.U.2009.56.462).
- [6] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 10.09.1996 r. w sprawie wykazu prac wzbrojonych kobietom (Dz.U.1996.114.545; zm. Dz.U.2002.127.1092).
- [7] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24.08.2004 r. w sprawie wykazu prac wzbrojonych młodocianym i warunków ich zatrudniania przy niektórych z tych prac (Dz.U.2004.200.2047; z późn. zm.).
- [8] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28.05.1996 r. w sprawie profilaktycznych posiłków i napojów (Dz.U.1996.60279).