

Metoda oceny ryzyka związanego z pracą powtarzalną według EN 1005-5

dr hab. inż. DANUTA ROMAN-LIU
Centralny Instytut Ochrony Pracy
– Państwowy Instytut Badawczy

W artykule opisano metodę oceny ryzyka mięśniowo-szkieletowych dolegliwości kończyn górnych będących wynikiem pracy powtarzalnej. Metoda OCRA (*Occupational Repetitive Action*) jest zawarta w normie EN 1005-5 zatwierdzonej w 2007 roku.

A method of assessing risk caused by repetitive handling in EN 1005-5
This article describes a method of assessing musculoskeletal disorders of the upper limb resulting from repetitive handling. It is called OCRA (*Occupational Repetitive Action*) and it comes from standard EN 10005-5, accepted in 2007.

Wstęp

Wiele badań wskazuje na to, że schorzenia układu mięśniowo-szkieletowego są w znacznym stopniu wynikiem obciążeń mechanicznych powstających podczas wykonywania czynności roboczych. Przyczyną tych schorzeń jest praca fizyczna związana z dźwiganiem, pchaniem, ciągnięciem, operowaniem ciężkimi narzędziami, ale również praca o dużym obciążeniu statycznym, wynikającym z utrzymywania pozycji ciała i wykonywania czynności pracy, często powtarzalnych.

Wśród czynników decydujących o powstawaniu dysfunkcji i urazów układu mięśniowo-szkieletowego znaczącą rolę odgrywają czynniki biomechaniczne. Czynniki te związane są z położeniem poszczególnych członów ciała względem siebie oraz działającą na nie siłą zewnętrzną (typ, kierunek działania i wartość siły). Bardzo duże znaczenie ma także czas utrzymywania bądź zmiany pozycji ciała i/lub siły. Oddziaływanie tych czynników może być przyczyną powstawania u pracowników dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego na skutek nadmiernego obciążenia fizycznego.

Ocena ryzyka związanego z powstawaniem dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego wymaga zastosowania odpowiednich metod oceny. Mogą to być metody oceny obciążenia zewnętrznego, określające ryzyko w funkcji parametrów opisujących położenie ciała oraz wywieraną siłę i sekwencje czasowe zmian w zakresie tych czynników. Może też być oceniane obciążenie wewnętrzne, czyli reakcja organizmu na zadawane obciążenie zewnętrzne.

Pomimo że w literaturze dostępnych jest wiele metod oceny zarówno obciążenia zewnętrznego jak i wewnętrznego, brak jest stosownych, ugruntowanych naukowo kryteriów umożliwiających ocenę poziomu ryzyka.

Zagadnień związanych z ryzykiem wynikającym z nadmiernego obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego dotyczą normy serii EN 1005 *Maszyny. Bezpieczeństwo. Możliwości fizyczne człowieka. (Safety of machinery. Human physical performance)*.

Seria EN 1005 składa się z pięciu norm określających metody wyznaczania zalecanych zakresów wartości podstawowych czynników biomechanicznych wpływających na obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego pracownika na stanowisku pracy [1, 2, 3, 4, 5]. W pierwszej normie zdefiniowano pojęcia podstawowe odnoszące się do pozycji ciała pracownika podczas pracy, siły z jaką pracownik oddziałuje na elementy stanowiska pracy oraz częstości powtarzania określonych czynności podczas pracy. Uwzględniono w niej zależności występujące między tymi czynnikami oraz ocenę ryzyka w zależności od wartości parametrów charakteryzujących te wpływające na obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego czynniki. Poszczególne normy koncentrują się wokół jednego z trzech wymienionych wcześniej czynników (pozycja ciała, wywierana siła i czas). Rzeczywista wartość określonego czynnika ustalana jest przez mnożenie wartości bazowej przez wartości poszczególnych współczynników wyrażających rzeczywiste oddziaływanie wpływających na ten czynnik elementów, znaczących dla oceny ryzyka.

Piąta norma EN 1005-5: *Safety of machinery. Human physical performance. Risk assessment for repetitive handling at high frequency (Maszyny. Bezpieczeństwo. Możliwości fizyczne człowieka. Ocena ryzyka podczas prac wykonywanych z dużą częstością powtórzeń)* dotyczy oceny ryzyka podczas wykonywania czynności powtarzalnych za pomocą kończyn górnych z wykorzystaniem metody OCRA (*Occupational Repetitive Action*).

W praktyce metoda ta służy do określenia całkowitej, zalecanej liczby powtórzeń czynności podstawowych w pracy powtarzalnej podczas zmiany roboczej. Uwzględniane są takie czynniki ryzyka, jak siła (im większa siła, tym mniejsza liczba powtórzeń), pozycja ciała (im większe kąty w stawach, tym dłuższy czas potrzebny do wykonania czynności) i czas odpoczynku (jeżeli jest właściwie rozłożony w czasie zmiany roboczej, zwiększa regenerację mięśni). Niektóre czynniki dodatkowe mogą zwiększać wymagania odnośnie do siły (niewygodne narzędzia lub rękawice) bądź powodować uszkodzenia mięśni i ścięgien (wibracja, kompresja, zimne powierzchnie).

OCRA – metoda oceny ryzyka wynikającego z wykonywania czynności powtarzalnych kończynami górnymi

Indeks OCRA określa wskaźnik zagrożenia, będący stosunkiem liczby czynności podstawowych podczas wykonywania pracy (FF) odniesionej do zalecanej dla danych czynności liczby ich powtórzeń (RF). Ryzyko wynikające z wykonywania czynności podczas pracy zależy bezpośrednio od wartości OCRA i oceniane jest zgodnie z tabelą 1.

Tabela 1

OCENA RYZYKA W ZALEŻNOŚCI OD WARTOŚCI INDEKSU OCRA
Risk assessment depending on the OCRA Index

OCRA	Strefa	Ryzyko
≤ 2,2	zielona	akceptowalne
2,3 do 3,5	żółta	akceptowalne warunkowo
> 3,5	czerwona	nieakceptowalne

Wskaźnik ryzyka (OCRA) może zostać wyznaczony zgodnie z zależnością (1).

$$OCRA = RF / RF \quad (1)$$

gdzie

RF – zalecana liczba czynności podstawowych liczona w czasie minuty, wyznaczona z zastosowaniem zależności (2)

FF – liczba czynności podstawowych opisywana jako częstość odniesienia, określana zgodnie z zależnością (3)

$$RF = CF \times Po_M \times Re_M \times Ad_M \times Fo_M \times (Rc_M \times Du_M) \quad (2)$$

gdzie

CF – wartość odniesienia wynosząca 30 razy/min jest to stała wyrażająca liczbę czynności podstawowych wykonywanych w czasie 1 min

Po_M – współczynnik pozycji ciała

Re_M – współczynnik powtarzalności

Ad_M – współczynnik wyrażający czynniki dodatkowe

Fo_M – współczynnik siły

Rc_M – współczynnik wyrażający okres odpoczynku

Du_M – współczynnik czasu trwania każdej z czynności powtarzalnej

$$FF = (NTC \times 60) / FCT \quad (3)$$

gdzie

FCT – przewidywany czas trwania cyklu w sekundach

NTC – liczba czynności podstawowych (dla każdej kończyny górnej) potrzebnych do wykonania jednego cyklu pracy.

Wartości współczynników oddają natężenie oddziaływania poszczególnych czynników zagrożeń. Zalecana liczba czynności podstawowych obliczana jest z przyjęciem zasady, że w warunkach idealnych, czyli wówczas, gdy wartości wszystkich współczynników wynoszą 1, wówczas wartość **RF równa się częstości odniesienia CF, czyli 30 razy/minutę**. Im mniejsze są wartości poszczególnych współczynników, tym mniejsza jest wartość RF.

Indeks OCRA obliczany jest niezależnie dla kończyny górnej lewej i prawej.

Obliczanie wartości współczynników wpływających na zalecaną liczbę czynności podstawowych

Współczynnik pozycji ciała (Po_M)

Czynności związane z pracą powinny być zróżnicowane w odniesieniu do pozycji, zarówno całego ciała jak i kończyn. Należy unikać ekstremalnych wartości kątów w stawach, jak również unikać długotrwałych pozycji statycznych. Złożone pozycje ciała wykonywane jednocześnie, np. zgięcie ze skręceniem powoduje zwiększenie ryzyka. Czynności wykonywane kończynami górnymi występują zarówno podczas pracy wykonywanej w pozycji stojącej, jak i siedzącej.

Pozycja siedząca ogranicza ruchy ciała, szczególnie kończyn dolnych i tułowia. Może to spowodować zwiększone obciążenie pleców i kończyn górnych. Pozycja stojąca natomiast często skutkuje poczuciem dyskomfortu oraz dolegliwościami bólowymi w nogach i części lędźwiowej kręgosłupa. Może także prowadzić do dolegliwości żylnych w nogach. Zaleca się stosowanie takich rozwiązań, które dają pracownikowi możliwość zmian pomiędzy stojącą i siedzącą pozycją ciała.

Położenie kończyn górnych podczas kolejnych czynności podstawowych pracy powtarzalnej ma zasadnicze znaczenie w powstawaniu dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego. Wartość współczynnika pozycji ciała (Po_M) uzależniona jest od położenia kończyn górnych podczas kolejnych czynności podstawowych w cyklu, a także od czasu utrzymywania tego położenia.

W metodzie OCRA analiza położenia i zmian położenia (ruch) kończyn górnych skoncentrowana jest na każdej części kończyny (ręka, nadgarstek, łokieć, ramię) i jest ukierunkowana na określenie czasu utrzymywania poszczególnych pozycji i/lub ruchów podczas czynności podstawowych jednego cyklu. Opis położenia kończyny górnej podczas wykonywania czynności podstawowych zawiera analizy:

- czynności podstawowych wymagających położenia lub ruchu pojedynczej części kończyny poza krytyczną wartość kąta

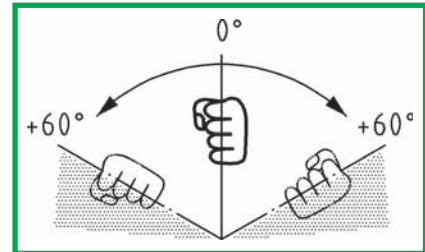
- czynności podstawowych wymagających pozycji i ruchów w zakresie dopuszczalnych wartości kąta, ale utrzymywanych lub powtarzanych w ten sam sposób

- czasu wyrażonego jako część cyklu dla każdego z powyższych warunków.

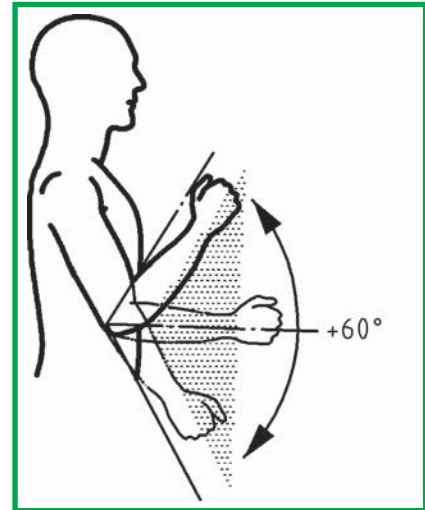
Dla potrzeb metody OCRA wyróżniono główne typy czynności podstawowych. Należą do nich **przeniesienie**, czyli przemieszczenie przedmiotu do określonego położenia za pomocą kończyn górnych. O przeniesieniu przedmiotu mówi się wówczas, gdy przedmiot ten ma masę powyżej 2 kg (wówczas, gdy występuje chwyt ręką) lub 1 kg (wówczas, gdy występuje chwyt palcami), natomiast kończyna górna pokonuje odległość powyżej 1 m. **Sięgnięcie** oznacza przesunięcie ręki w kierunku określonego, zdefiniowanego punktu przeznaczenia. Sięgnięcie do obiektu występuje tylko wówczas, gdy obiekt znajduje się poza zasięgiem wyciągniętej kończyny górnej. Wymaga to przemieszczenia tułowia i ramienia w celu sięgnięcia do obiektu. **Pochwycenie** jest chwycem obiektu ręką lub palcami. Czynnością podstawową jest również **pozycjonowanie** przedmiotu lub narzędzia (pozycjonować, kłaść, odkładać). **Wkładanie i wyjmowanie** traktowane są jako takie wówczas, gdy występuje wywieranie siły. **Ciągnięcie i pchanie** również wymagają wywierania siły. Natomiast **włączenie** jest traktowane jako czynność podstawowa wówczas, gdy następuje włączenie przycisku/dźwigni ręką, jednym bądź kilkoma palcami. Innymi czynnościami podstawowymi są **pochylenie** ciała bądź **złożenie, ścisk, obrót, obniżenie, uderzenie, szcztokowanie, wygładzanie, szlifowanie,**

czyszczenie, uderzanie młotkiem, rzucanie. Przez liczbę czynności podstawowych rozumie się każde powtórzenie czynności.

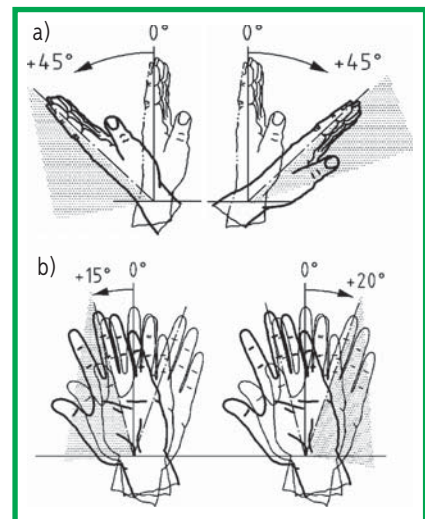
Kombinacja takich czynników, jak położenie kończyny górnej i czas utrzymywania tego położenia podczas zmiany roboczej dostarcza klasyfikacji wysiłku każdej z rozważanych części



Rys. 1. Pronacja i supinacja przedramienia
Fig. 1. Elbow pronation and supination



Rys. 2. Zginanie łokcia
Fig. 2. Elbow flexion and extension



Rys. 3. Położenie i ruch w nadgarstku: a) zginanie/prostowanie; b) odwodzenie/przywodzenie

Fig. 3. Wrist postures and movements: a) palmar flexion/dorsal extension; b) ulnar/radial deviation

kończyny górnej. Opis położenia lub ruchu przeprowadzany jest na podstawie reprezentacyjnego cyklu pracy zawierającego badane czynności podstawowe.

Położenie kończyny górnej opisywane jest z uwzględnieniem pronacji i supinacji łokcia (rys.1., str.29), zginania/prostowania łokcia (rys.2., str. 29), zginania/prostowania oraz przywodzenia/odwodzenia nadgarstka (rys. 3., str. 29).

Współczynnik pozycji ciała (P_{om}) wyznaczany jest w pięciu etapach.

Etap I. Opis pozycji ciała i/lub zmian tej pozycji oddzielnie dla lewej i prawej kończyny górnej z uwzględnieniem:

- położenia lub ruchu ramienia w stosunku do stawu barkowego (zginanie, prostowanie, odwodzenie)
- ruchu łokcia (zginanie/prostowanie, pronacja/supinacja przedramienia)
- położenia i ruchu nadgarstka (zginanie/prostowanie, odwodzenie/przywodzenie)
- położenia i ruch ręki (głównie typy chwytu)

Etap II. Ustalenie, czy występuje położenie stawu w strefie zagrożenia (niewygodne pozycje i lub ruchy wyszczególnione w tabeli 2.) i określenie czasu występowania tego położenia w cyklu:

- od 10 do 24% czasu cyklu pracy, przyjęto 1/10 czasu cyklu
- od 25 do 50% czasu cyklu pracy, przyjęto 1/3 czasu cyklu
- od 51 do 80% czasu cyklu pracy, przyjęto 2/3 czasu cyklu
- powyżej 80% czasu pracy, przyjęto 3/3 czasu cyklu, czyli cały cykl.

Etap III. Odczytanie z tabeli 2. odpowiedniej wartości współczynnika pozycji ciała (P_{om}).

Etap IV. Ustalenie na podstawie obserwacji poszczególnych czynności podstawowych, czy występuje powtarzanie pewnych ruchów, bądź sekwencji czynności podstawowych podobnych do siebie przez co najmniej 50% czasu cyklu, bądź też bardzo krótki okres trwania cyklu (mniej niż 15 sekund).

Etap V. Uwzględnienie wskaźnika powtarzalności (Re_m).

Współczynnik powtarzalności (Re_m)

Wówczas, gdy zadanie wymaga wykonywania kończynami górnymi tych samych czynności podstawowych przez przynajmniej 50% czasu cyklu, lub gdy czas cyklu jest krótszy niż 15 s, wartość współczynnika powtarzalności wynosi 0,7. W innym przypadku Re_m wynosi 1.

Współczynnik czynników dodatkowych (Ad_m)

Oprócz głównych czynników ryzyka (częstość i powtarzalność czynności podstawowych, używanie siły, niewygodna pozycja ciała i ruchy w maksymalnym zakresie w stawach, brak odpoczynku, czas trwania czynności powtarzalnych podczas zmiany roboczej) występują także inne czynniki, które powinny być uwzględnione w ocenie ryzyka. Czynniki te mogą, ale nie zawsze występują podczas wykonywania pracy powtarzalnej. Do czynników dodatkowych należą:

- używanie narzędzi wibracyjnych (nawet tylko podczas ograniczonego czasu)
- wymaganie dużej precyzji (z tolerancją 1-2 mm podczas pozycjonowania obiektu)
- zlokalizowany nacisk na struktury anatomiczne ręki lub przedramienia przez narzędzia, przedmioty bądź elementy stanowiska pracy
- występowanie zimna lub mrozu
- używanie rękawiczek, które wpływają na wygodę wykonywania czynności podczas pracy
- śliska powierzchnia obiektów
- wymagania nagłych i szybkich ruchów z użyciem siły
- sytuacje, w których czynności podstawowe wymagają uderzeń (np. uderzania młotkiem lub ręką w twardą powierzchnię).

Ocena czynników dodatkowych rozpoczyna się od zdefiniowania warunków optymalnych, takich jakie występują przy braku czynnika, bądź

jego występowania w ograniczonym zakresie (do 24% czasu trwania cyklu). W takim przypadku współczynnik czynników dodatkowych (Ad_m) wynosi 1. Wraz ze wzrostem czasu oddziaływania czynnika bądź czynników, maleje wartość współczynnika Ad_m i wynosi:

- 0,95 – jeżeli jeden lub więcej czynników dodatkowych występuje przez 1/3 (od 25 do 60%) czasu trwania cyklu
- 0,90 – jeżeli występuje jeden lub więcej czynników dodatkowych przez 2/3 (od 61 do 80%) czasu trwania cyklu
- 0,80 – jeżeli występuje jeden lub więcej czynników dodatkowych przez 3/3 (więcej niż 80%) czasu trwania cyklu.

Współczynnik siły (Fo_m)

Siła reprezentuje zaangażowanie konieczne do wykonania określonej czynności lub ciągu czynności. Siła może być rozpatrywana jako zewnętrzna, wywierana na narzędzia bądź jako wewnętrzna, czyli napięcie w mięśniach, ścięgnach i więzadłach w stawach. Siła może być powiązana z ruchem bądź nieruchomym utrzymywaniem narzędzia lub innego przedmiotu, ale może także być związana z utrzymywaniem ciała w określonej pozycji. Oszacowanie siły w rzeczywistych warunkach pracy następuje wiele trudności. Stosowane jest szacowanie siły zewnętrznej, bądź też pomiar siły za pomocą dynamometrów. Do oceny siły wewnętrznej mięśni stosowana jest elektromiografia [6].

Do oceny wywieranej siły może być także stosowana subiektywna metoda oceny, tzn. skala Borga (skala oceny odczuwania obciążenia – CR-10). Za pomocą skali Borga można ocenić wysiłek mięśniowy odczuwany w różnych częściach ciała.

Współczynnik siły może zostać określony za pomocą skali Borga wówczas, gdy jest znana populacja użytkowników. W przypadku nieznaną, zakładanej populacji pracowników współczynnik siły może zostać także określony przez odniesienie siły wywieranej do siły określonej jako maksymalna dla ogólnej populacji pracowników. Ocena siły powinna dotyczyć każdej czynności składającej się na cykl pracy.

Ocena z zastosowaniem skali Borga wymaga rozmowy z pracownikiem i uwzględnienia oceny pracownika odnoszącej się do siły podczas każdej czynności cyklu. Pracownik ocenia subiektywne odczucie tej siły w skali od 1 do 10 dla każdej z wyszczególnionych czynności wymagających użycia siły. Osoba oceniająca (obserwator) określa czas trwania czynności wywierania siły na określonym poziomie (w sekundach, a następnie jako procent czasu cyklu). Ze względu na to, że procedury oceny z założenia służą również prewencji, ważne jest, aby obserwator uzyskał od pracownika wyjaśnienie przyczyn używania siły. Taka informacja ma znaczenie praktyczne ze względu na to, że występowanie siły podczas określonej czynności może wynikać z technicznego uszkodzenia narzędzia bądź z błędu w sposobie wykonywania czynności. Takie problemy najczęściej mogą być rozwiązane, przyczyniając

Tabela 2
WARTOŚCI WSPÓŁCZYNNIKA POZYCJI (POM) W ZALEŻNOŚCI OD CZASU UTRZYMYWANIA NIEWYGODNYCH POZYCJI I RUCHÓW KOŃCZYN GÓRNYCH
Multiplier for awkward postures (POM) in relation to the duration of posture and movements of upper limbs

Pozycje i ruchy kończyn dolnych	Udział w cyklu pracy			
	mniej niż 1/3 do 24%	1/3 od 25% do 50%	2/3 od 51% do 80%	3/3 więcej niż 80%
Supinacja łokcia ($\geq 60^\circ$)	1	0,7	0,6	0,5
Prostowanie nadgarstka ($\geq 45^\circ$)				
Zginanie nadgarstka ($\geq 45^\circ$)				
Chwyt ręką lub palcami szerokiego przedmiotu				
Pronacja łokcia ($\geq 60^\circ$)	1	1	0,7	0,6
Zginanie prostowanie łokcia ($\geq 60^\circ$)				
Odwodzenie/przywodzenie nadgarstka ($\geq 20^\circ$)				
Chwyt ręką lub palcami wąskiego przedmiotu ($\leq 2\text{ cm}$)				

Tabela 3
PRZYKŁAD OBLICZANIA ŚREDNIEJ WAŻONEJ ODCZUWANEGO WYSIŁKU DLA WSZYSTKICH CZYNNOŚCI PODSTAWOWYCH W CYKLU Z ZASTOSOWANIEM SKALI BORG
Sample calculation of the average score of perceived effort considering all technical actions using the Borg scale

Podział w czasie 60-sekundowego cyklu pracy	Podział wywierania siły w czasie (A)	Skala Borga (B)	A × B	Średni ważony wysiłek
40 s	67%	0,5	0,335 = x	x+y+z = 1,475
15 s	25%	2	0,5 = y	
5 s	8%	8	0,64 = z	

Tabela 4
WARTOŚĆ WSPÓŁCZYNNIKA SIŁY (Fo_M) DLA RÓŻNYCH POZIOMÓW SIŁ PODCZAS CYKLU PRACY
Multiplier relative to the different uses of force (Fo_M)

Poziom siły wyrażony jako % maksymalnej siły izometrycznej	5	10	20	30	40	≥ 50
CR-10 Borg	0,5	1	2	3	4	≥ 5
Wynik odzwierciedlający subiektywną ocenę odczucia wywieranej siły	bardzo, bardzo słabo	bardzo słabo	słabo	średnio	mocno	bardzo mocno
Fo _M	1	0,85	0,65	0,35	0,2	0,01

Tabela 5
WSPÓŁCZYNNIK ODPOCZYNKU (Rc_M) OKREŚLANY NA PODSTAWIE LICZBY GODZIN PRACY BEZ ODPOCZYNKU
Multiplier of the recovery period (Rc_M) determined on the basis of the number of hours without recovery.

Liczba godzin bez odpoczynku	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Współczynnik Rc _M	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,45	0,25	0,1	0

Tabela 6
WSPÓŁCZYNNIK CZASU PRACY POWTARZALNEJ (Du_M) W ZALEŻNOŚCI OD CZASU WYKONYWANIA PRACY POWTARZALNEJ PODCZAS ZMIANY ROBOCZEJ
Duration multiplier of the total duration of repetitive tasks (Du_M) during shift

Czas trwania czynności powtarzalnych (w minutach)	< 120	120-239	240-480	>480
Współczynnik czasu Du _M	2	1,5	1	0,5

się do zmniejszenia obciążenia. Kiedy czynności podstawowe wymagające użycia siły zostały już wyszczególnione i oznaczone zgodnie ze skalą Borga poprzez określenie czasu ich trwania w cyklu, wówczas obliczana jest wartość średnia odnosząca się do całego cyklu.

Przykład obliczania średniej ważonej odczuwanego wysiłku dla wszystkich czynności podstawowych w cyklu przedstawiono w tabeli 3.

Określenie współczynnika siły (Fo_M) dla ogólnej populacji użytkowników, czyli wówczas gdy użytkownik nie jest znany, przebiega z zastosowaniem następującej procedury:

- analiza określonego cyklu pracy w celu wyszczególnienia głównych obciążeń
- uzyskanie maksymalnej wartości siły (100% MVC) rozkładu funkcji odniesienia dla każdego obciążenia
- odniesienie siły każdej z czynności podstawowych do maksymalnych możliwości populacji z uwzględnieniem wieku i płci, z zastosowaniem normy EN 1005-3

- określenie dla każdej czynności podstawowej 100% MVC dla 15. centyla populacji, co uwzględnia 85% populacji pracowników
 - odniesienie siły wywieranej do siły odpowiadającej MVC, uzyskując %MVC
 - obliczenie średniej %MVC ze wszystkich czynności podstawowych cyklu
 - określenie, na podstawie wykresu, współczynnika siły (Fo_M) dla każdego cyklu pracy.
- W końcowym etapie wartość współczynnika siły (Fo_M) określana jest na podstawie tabeli 4.

Współczynnik odpoczynku (Rc_M)

Współczynnik odpoczynku służy do określenia udziału liczby godzin podczas zmiany roboczej bez odpowiedniego odpoczynku. Określenie wartości tego współczynnika wymaga obserwacji każdej godziny pracy składającej się na zmianę roboczą. Należy policzyć liczbę godzin bez odpoczynku i na podstawie tabeli 5. określić współczynnik odpoczynku.

Współczynnik czasu pracy powtarzalnej (Du_M)

Podczas zmiany roboczej całkowity czas trwania pracy powtarzalnej jest ważnym czynnikiem całkowitego ryzyka powstawania dolegliwości kończyn górnych. Wówczas, gdy czynności powtarzalne wykonywane są przez okres od 240 do 480 minut, Du_M wynosi 1. W przypadkach, gdy podczas zmiany roboczej czynności powtarzalne wykonywane są dłużej, współczynnik czasu pracy powtarzalnej określany jest na podstawie tabeli 6.

Podsumowanie

Norma EN 1005-5 nie ma statusu normy zharmonizowanej z dyrektywą maszynową. Oznacza to słabszy status w stosunku do innych norm serii EN 1005. Należy też podkreślić, że norma odnosi się do prac powtarzalnych, wykonywanych przez kończyny górne bez uwzględnienia obszaru barków, co ogranicza kompleksową ocenę. Ponadto norma stosuje podobne, uproszczone kryteria w stosunku do różnych czynności. Zastrzeżenia budzi również stopień złożoności metody.

Powszechnie uznano jednak konieczność dokonywania oceny ryzyka związanego z czynnościami podczas pracy o wysokiej powtarzalności. Metoda zawarta w normie ma pewne słabe strony, jednak obecnie jest jedną z niewielu metod służących do oceny obciążenia podczas prac powtarzalnych. Korzystając z tej metody można przeprowadzić ocenę ryzyka wynikającego z wykonywania tego typu prac.

PIŚMIENICTWO

[1] PN-EN 1005-1 *Maszyny. Bezpieczeństwo – Możliwości fizyczne człowieka – Część 1: Terminy i definicje* (Grudzień, 2005)

[2] PN-EN 1005-2 *Maszyny. Bezpieczeństwo – Możliwości fizyczne człowieka – Część 2: Ręczne przemieszczanie maszyn i ich części* (Grudzień, 2003)

[3] EN 1005-3 *Safety of Machinery – Human Physical Performance: Recommended Force Limits for Machinery Operation* (January, 2002)

[4] EN 1005-4 *Safety of Machinery – Human Physical Performance – Evaluation of Working Postures in Relation to Machinery* (May, 2005)

[5] EN 1005-5 *Safety of Machinery – Human Physical Performance – Risk assessment for repetitive handling at high frequency* (February, 2007)

[6] P. Bartuzi, D. Roman-Liu *Ocena obciążenia i zmęczenia układu mięśniowo-szkieletowego w zastosowaniu elektromiografii*. „Bezpieczeństwo Pracy” 4(427) 2007, s. 7-10

Publikacja opracowana w ramach programu wieloletniego pn. „Dostosowywanie warunków pracy w Polsce do standardów Unii Europejskiej”, dofinansowywanego w latach 2005-2007 w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego. Główny koordynator: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy