

mgr inż. PATRYCJA ŁACH  
 dr hab. inż. DANUTA ROMAN-LIU, prof. nadzw. CIOP-PIB  
 Centralny Instytut Ochrony Pracy  
 – Państwowy Instytut Badawczy  
 Kontakt: palac@ciop.pl  
 DOI: 10.5604/01.3001.0010.1629

# Ocena ryzyka na stanowisku pracy powtarzalnej z zastosowaniem metody OCRA

Fot. Nosnibor137/Bigstockphoto



W artykule zaprezentowano praktyczne zastosowanie metody OCRA, służącej do oceny ryzyka podczas wykonywania czynności powtarzalnych za pomocą kończyn górnych. Dokonano oceny ryzyka pojawienia się dolegliwości mięśniowo-szkieletowych na stanowisku montażowym.

Umiejętnie wykonywana ocena obciążenia na stanowiskach pracy powtarzalnej tak, aby możliwe było identyfikowanie i redukcje ryzyka pojawienia się dolegliwości, będących konsekwencją tej pracy, ma duże znaczenie – istnieje bowiem wiele stanowisk, na których konieczne jest powtarzanie tych samych czynności.

*Słowa kluczowe: OCRA, obciążenie zewnętrzne, ocena obciążenia pracą, praca powtarzalna*

## Using OCRA to assess external load of the musculoskeletal system at a repetitive workstation

This article discusses using OCRA in practice to assess risk during repetitive work involving upper limbs. Risk was assessed at an assembly line workstation. It is important for risk assessment of load at repetitive workstations to be well done, so that it is possible to identify and reduce the risk of work-related complaints. After all, there are many workstations where it is necessary to repeat tasks.

*Keywords: OCRA, external load, work assessment, repetitive work*

## Wstęp

Częste powtarzanie tych samych czynności powoduje zmęczenie układu mięśniowo-szkieletowego, czego konsekwencją jest zmniejszenie się zdolności człowieka do wykonywania prac fizycznych. Do takiego zmęczenia dochodzi na skutek spadku możliwości generowania siły, przez co wzrasta ryzyko rozwoju dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego. Zarówno zbyt długie utrzymywanie nieruchomej pozycji, jak i zbyt częste powtarzanie tych samych czynności zwiększa prawdopodobieństwo rozwoju schorzeń układu ruchu. Najistotniejszymi determinantami wpływającymi na pojawienie się dolegliwości i chorób układu mięśniowo-szkieletowego są czynniki biomechaniczne, wśród których największe znaczenie mają:

- pozycja ciała przyjmowana podczas wykonywania kolejnych czynności w cyklu pracy
- siła wywierana przez pracownika w czasie wykonania danych czynności
- faktor czasu, mówiący o tym, jak długo utrzymywana jest przez pracownika dana pozycja lub z jaką częstością jest zmieniana.

Istnieje wiele stanowisk pracy, na których konieczne jest powtarzanie tych samych czynności. Szczególnie narażeni na tego typu obciążenia są pracownicy sektora usług, czyli np. sprzedawcy, kasjerzy, ale również informatycy, pracownicy administracyjno-biurowi, jak też zatrudnieni na zautomatyzowanych stanowiskach w sektorze wytwórczym, przy liniach montażowych, których tempo pracy jest ściśle zależne od procesu produkcyjnego. Z tego powodu duże znaczenie ma umiejętnie wykonywana ocena obciążenia na tych stanowiskach; tak, aby możliwe było identyfikowanie i redukcje ryzyka pojawienia się dolegliwości, będących konsekwencją

pracy powtarzalnej. Celem artykułu jest zatem zaprezentowanie praktycznego zastosowania metody OCRA, poprzez ocenę ryzyka pojawienia się dolegliwości mięśniowo-szkieletowych na stanowisku montażowym.

### Obciążenia: wewnętrzne, zewnętrzne i metody pomiarowe

Do uszkodzeń układu mięśniowo-szkieletowego dochodzi w wyniku jego nadmiernego obciążenia. Obciążenie to dzieli się na zewnętrzne, czyli takie, które wyraża się za pomocą parametrów opisujących biomechaniczne czynniki ryzyka oraz wewnętrzne, czyli bezpośrednią reakcją organizmu na występujące obciążenie zewnętrzne.

Do oceny obciążenia wewnętrznego stosowane są na przykład parametry opisujące napięcie mięśni. W tym celu stosowana jest elektromiografia (EMG), czyli metoda wykorzystująca rejestrację czynności elektrycznej mięśni. Metoda ta, w celu pełnego stosowania i ustanowienia kryteriów obciążenia, wymaga jednoznacznego zdefiniowania wpływu obciążeń mięśniowych na zapis sygnału EMG, a także uwzględnienia innych czynników, które określają cechy osobnicze osób badanych, jak np.: wiek, płeć czy masa ciała [1,2,3].

Natomiast obciążenie zewnętrzne oceniane jest na podstawie parametrów opisujących położenie poszczególnych członów ciała, siły wywieranej przez pracownika oraz sekwencji czasowych obciążenia. W przypadku pracy powtarzalnej parametry te odnoszą się do długości cyklu, czasu trwania poszczególnych jego faz, względnej siły stosowanej w każdej z nich oraz liczby faz. Wymienione parametry biomechaniczne (pozycja ciała, wywierana siła zewnętrzna (typ, np. siła pchania, ciągnięcia czy ściskania, kierunek działania i wartość siły) oraz czas utrzymywania obciążenia są podstawowymi czynnikami wpływającymi na obciążenie i zmęczenie spowodowane wykonywaniem określonych czynności pracy [4,5].

W praktyce najczęściej stosowanymi metodami są: OCRA (*ang. Occupational Repetitive Actions*), SHIFTRISK oraz Wskaźnik SI (*Strain Index*), [5,6,7].

Większość wykonywanych prac, szczególnie powtarzalnych, wymaga zaangażowania kończyn górnych. Ze względu na to, że kończyny górne odgrywają największą rolę podczas wykonywania pracy powtarzalnej, to na nich koncentrowana jest uwaga podczas procesu oceny obciążenia. Stąd też do analizy obciążenia na stanowisku pracy wybrano OCRA, która jest jedną z metod obserwacyjnych, umożliwiających ocenę ryzyka rozwoju dolegliwości mięśniowo-szkieletowych przy pracach powtarzalnych. Technika ta koncentruje się na ocenie obciążenia kończynach górnych i pozwala w łatwy sposób określić wielkość ryzyka związanego z wykonywaniem czynności powtarzalnych.

### Ocena ryzyka związanego z pracą powtarzalną z zastosowaniem metody OCRA

Ocena ryzyka wynikającego z nadmiernego obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego, spowodowanego wykonywaniem czynności powtarzalnych za pomocą kończyn górnych, może być wykonana z wykorzystaniem metody OCRA. Opis tej metody zawarty jest w normie EN 1005-5:2005, która wchodzi w skład serii pięciu norm EN 1005 (Maszyny. Bezpieczeństwo. Możliwości fizyczne człowieka. Safety of machinery. Human physical performance), [5,8,9].

Ocena przeprowadzana jest w odniesieniu do zalecanej liczby czynności podstawowych, która wyznaczana jest z zastosowaniem zależności będącej iloczynem współczynników charakteryzujących czynność powtarzalną (wzór 1.).

Wymienione współczynniki odnoszą się do położenia kończyny górnej, wywieranych sił i sekwencji czasowych, mogących mieć wpływ na obciążenie pracownika oraz ryzyko rozwoju dolegliwości mięśniowo-szkieletowych. Wartości współczynników oddają natężenie oddziaływania poszczególnych czynników zagrożeń. Metoda uwzględnia wyłącznie ruch przedramienia, co znacznie ogranicza kompleksową ocenę. Indeks OCRA (wzór 2.) określa wskaźnik zagrożenia, będący stosunkiem liczby czynności podstawowych podczas wykonywania pracy (FF) (wzór 3.) do zalecanej liczby czynności podstawowych (wzór 1.).

### Ocena ryzyka z zastosowaniem metody OCRA – krok po kroku

Procedura oceny ryzyka z zastosowaniem metody OCRA jest wielostopniowa. Rozpoczy-

na się od opracowania chronometrażu, ujmującego czynności podstawowe wykonywane na danym stanowisku pracy i wyznaczenie wartości wszystkich współczynników opisujących pracę powtarzalną oraz ocenę ryzyka. Każdej czynności wyszczególnionej w cyklu pracy odpowiada czas jej trwania. Dodatkowo uwzględnia się podział na czynności wykonywane prawą oraz lewą kończyną górną.

Jako przykładem można się tutaj posłużyć wynikami pomiarów, przeprowadzonych w trakcie dokonywania oceny ryzyka obciążenia mięśniowo-szkieletowego na stanowisku, będącym częścią linii montażowej elementów do zagłówków samochodowych. Jeden cykl pracy trwa tam około 38 sekund. W tym czasie kończyna prawa wykonuje 7, zaś lewa 9 czynności roboczych, co daje odpowiednio 11 oraz 14 czynności w przeliczeniu na minutę. Pracownik pobiera materiał, następnie umieszcza go na stojaku montażowym i nakłada kolejne warstwy materiałów, kończąc na precyzyjnym rozprostowaniu szwów w obszyciu zagłówka. Wyniki chronometrażu czynności wykonywanych podczas pracy, składających się na całkowity cykl, wraz z czasem ich trwania oraz procentowym udziałem w cyklu, przedstawiono w tabeli 1.

#### Współczynnik pozycji ciała $Po_M$

Kolejnym krokiem jest wyznaczenie współczynnika odzwierciedlającego pozycję ciała. W tym celu określa się położenia kątowe poszczególnych członów kończyn górnych, w każdej pozycji wymienionej w cyklu pracy. W tabeli 2. zaprezentowane zostały pozycje przyjmowane podczas kolejnych czynności cyklu. Pozycją wyjściową, w przypadku której

$$RF = CF \times Po_M \times Re_M \times Ad_M \times Fo_M \times Rc_M \times Du_M \quad (1)$$

gdzie:

RF – zalecana liczba czynności podstawowych liczona w czasie minuty

CF – wartość odniesiona (stała) wynosząca 30 razy/min, 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.

$$OCRA = \frac{FF}{RF} \quad (2)$$

gdzie:

RF – zalecana liczba czynności podstawowych w ciągu minuty

FF – liczba czynności podstawowych podczas wykonywania pracy

przy czym:

$$FF = \frac{NTC \times 60}{FCT} \quad (3)$$

gdzie:

NTC – liczba czynności podstawowych, potrzebnych do wykonania jednego cyklu, w odniesieniu do każdej kończyny górnej

FCT – przewidywany czas trwania cyklu w sekundach.

wartości wszystkich kątów są równe zeru, jest pozycja stojąca z wyprostowanym tułowiem i ramionami opuszczonymi luźno wzdłuż ciała. Wartości współczynnika  $Po_M$  w zależności od czasu utrzymywania niewygodnych pozycji i ruchów kończyn górnych zostały ujęte w tabeli 3., a przyjęto je na podstawie standardów wyznaczanych w opisie metody OCRA [4,5].

**Współczynnik siły  $Fo_M$**

Współczynnik siły wyznaczany jest na podstawie oceny z zastosowaniem skali Borga (skala oceny odczuwania obciążenia CR-10). Pracownik określa w dziesięciostopniowej skali subiektywne odczucie siły podczas każdej czynności w cyklu. Dodatkowo wyznacza się wtedy czas utrzymywania siły na danym poziomie, co pozwala obliczyć wartość średnią, odnoszącą się do całego cyklu. Tabela 4. zawiera ocenę w skali Borga w odniesieniu do każdej z czynności cyklu pracy, procentowy udział w cyklu każdej czynności oraz średnią ważoną odczuwanego wysiłku i końcową wartość współczynnika siły  $Fo_M$ .

**Współczynnik powtarzalności  $Re_M$**

Czynnik związany z powtarzalnością ruchów podstawowych podnosi ryzyko wystąpienia dolegliwości, gdy kończyny górne wykonują taką samą czynność przez przynajmniej połowę czasu cyklu, lub gdy długość cyklu jest bardzo krótka i nie przekracza 15 sekund. Wartość  $Re_M$  w takiej sytuacji wynosi 0,7, co ma miejsce w omawianym przypadku.

**Współczynnik wyrażający czynniki dodatkowe  $Ad_M$**

Do czynników dodatkowych, uwzględnianych przy ocenie ryzyka narażenia kończyn górnych, zalicza się używanie narzędzi wibracyjnych, czynności wymagające bardzo dużej precyzji w czasie pozycjonowania obiektu, nacisk wywierany na ręce lub przedramiona przez stosowane narzędzia, przedmioty lub elementy stanowiska, skrajne warunki atmosferyczne, konieczność stosowania rękawic, śliską powierzchnię obiektów, nagłe i szybkie ruchy wymagające dodatkowych nakładów siły oraz czynności podstawowe wymagające uderzeń. W omawianym przypadku nie ma czynników dodatkowych, które mogłyby podnosić poziom obciążenia.

**Współczynnik wyrażający okres odpoczynku  $Rc_M$**

Współczynnik odpoczynku określa liczbę godzin podczas zmiany roboczej, w których nie odnotowano przerwy na regenerację. Omawiane przykładowo stanowisko linii montażowej nie wymaga ciągłej pracy, nie jest to produkcja taśmowa, więc pracownik w każdej chwili może na kilka sekund przerwać pracę i rozluźnić ramiona – dlatego współczynnik wynosi 1 (ponieważ wzory 1, 2










Tabela 1. Chronometraż czynności wykonywanych podczas pracy, które składają się na całkowity cykl pracy, wraz z czasem ich trwania oraz procentowym udziałem w cyklu

Table 1. Shift timing of work tasks, which make up the total duty cycle, along with their duration and percentage share in the duty cycle

Numer czynności	Kończyna lewa	Kończyna prawa	Czas [s]	[%]
1	Przytrzymanie materiału	Pobranie zagłówka	3	8
2	Włożenie na stojak		1	4
3	Pobranie pianki	Chwilowy odpoczynek	2	5
4	Naciągnięcie pianki		3	8
5	Naciągnięcie materiału + przytrzymanie		4	10
6	Pobranie pokrowca	Chwilowy odpoczynek	3	8
7	Nałożenie pokrowca		3	8
8	Prostowanie szwów		16	42
9	Odożenie zagłówka		3	8
<b>Suma czynności (NTC)</b>			9	7
<b>Czas trwania cyklu (FCT)</b>			38	
<b>Liczba czynności wykonywanych na minutę (FF)</b>			14	11

Tabela 2. Wartości położenia kąтового poszczególnych członów kończyn górnych podczas kolejnych czynności roboczych w czasie cyklu pracy wraz z czasem ich utrzymywania

Table 2. Values of angular position of individual parts of the upper limbs during consecutive work tasks of a duty cycle, and their duration

								
								
								
	$q_3$	$q_4$	$q_6$	$q_7$	$q_5$	$q_4$	$q_6$	$q_7$
1	-40	20	-10	0	-20	40	-10	10
2	-60	70	20	0	-60	70	0	0
3	-40	60	0	0	-40	10	0	0
4	-70	40	-20	0	-70	40	-20	0
5	-50	90	20	-20	-50	90	20	-20
6	-40	60	0	0	-40	10	0	0
7	-90	80	-30	-10	-90	80	-30	-10
8	-120	40	0	-10	-20	80	10	-30
9	10	110	0	0	-40	80	0	0
<b>Czas utrzymywania niewygodnych pozycji [s]</b>								
	23	16	5	0	7	26	4	0

$q_3$  – supinacja/pronacja przedramienia  
 $q_4$  – zginanie/prostowanie łokcia  
 $q_6$  – odwodzenie/przywodzenie nadgarstka  
 $q_7$  – zginanie/prostowanie nadgarstka

Tabela 3. Wartości współczynnika pozycji ( $P_{OM}$ ) w zależności od czasu utrzymywania niewygodnych pozycji i ruchów kończyn górnychTable 3. Multiplier for awkward posture ( $P_{OM}$ ) in relation to the posture and movements of the upper limbs

Pozycje i ruchy kończyn górnych	Kończyna prawa		Kończyna lewa	
	Czas [%]	$P_{OM}$	Czas [%]	$P_{OM}$
$q_s \geq 60^\circ$	60	0,7	13	1
$q_e \geq 20^\circ$	42	1	73	0,7
Chwyć ręką lub palcami wąskiego przedmiotu ( $\leq 2$ cm)	58	0,7	58	0,7

Tabela 4. Wazona wartości współczynnika  $F_{OM}$  dla wszystkich czynności w cyklu pracyTable 4. The average score of perceived effort ( $F_{OM}$ ) for all technical tasks

Czynności cyklu pracy	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CR-10 Borg (B)	2	2	2	3	4	2	5	8	2
Subiektywna ocena odczucia wywieranej siły	słabo	słabo	słabo	średnio	średnio	słabo	średnio	bardzo mocno	słabo
Podział wywieranej siły w czasie [%] (A)	8	4	5	8	10	8	8	42	8
AxB	0,16	0,08	0,1	0,24	0,4	0,16	0,4	3,36	0,16
Średni ważony wysiłek $\sum_{i=1}^n A_i B_i$	5,06								
$F_{OM}$	0,01								

Tabela 5. Ocena obciążenia na podstawie wartości indeksu OCRA

Table 5. Load assessment depending on the OCRA Index

OCRA	Strefa	Ryzyko
$\leq 2,2$	zielona	akceptowalne
2,3 ÷ 3,5	żółta	akceptowalne warunkowo
$> 3,5$	czerwona	nieakceptowalne

Tabela 6. Wartości parametrów opisujących pracę powtarzalną w metodzie OCRA wraz z końcową oceną ryzyka

Table 6. Values of parameters that describe repetitive work in OCRA and final risk assessment

Parametr		Wartość indeksu w odniesieniu do prawej kończyny	Wartość indeksu w odniesieniu do lewej kończyny
<b>FCT</b>	przewidywany czas trwania cyklu w sekundach	38	38
<b>NTC</b>	liczba czynności podstawowych	7	9
<b>FF</b>	częstotliwość odniesienia $FF = (NTC \cdot 60) / FCT$	11	14
<b>CF</b>	stała wyrażająca liczbę czynności podstawowych wykonywanych w czasie jednej minuty	30	30
<b><math>P_{OM}</math></b>	współczynnik pozycji ciała	0,7	0,7
<b><math>Re_M</math></b>	współczynnik powtarzalności $> 50\%$ czynności	0,7	0,7
<b><math>Ad_M</math></b>	współczynnik wyrażający czynniki dodatkowe	1	1
<b><math>F_{OM}</math></b>	współczynnik siły	0,1	0,1
<b><math>Rc_M</math></b>	współczynnik wyrażający okres odpoczynku	1	1
<b><math>Du_M</math></b>	czas trwania czynności powtarzalnych	1	1
<b>RF</b>	zalecana liczba czynności podstawowych liczona w czasie minuty (wzór 2)	1,47	1,47
<b>OCRA</b>	Occupational Repetitive Action FF/RF	7,48	9,52
		Ryzyko	nieakceptowalne
			nieakceptowalne

i 3 na obliczenie indeksu OCRA mają postać iloczynową).

Współczynnik czasu trwania każdej czynności powtarzalnej  $Du_M$

Całkowity czas trwania pracy powtarzalnej podczas zmiany roboczej jest istotnym czynnikiem całkowitego ryzyka narażenia na urazy kończyn górnych. W przypadku stanowiska montażowego czas ten jest nie większy niż 480 minut, dlatego współczynnik przyjmuje wartość 1 (ponieważ wzory 1, 2 i 3 na obliczenie indeksu OCRA mają postać iloczynową).

## Indeks OCRA

W końcowym etapie oceny ryzyka wyznaczony jest indeks OCRA (wzór 2), określający wskaźnik zagrożenia. Na podstawie wartości współczynnika OCRA wyznaczane jest obciążenie wynikające z wykonywania pracy o charakterze powtarzalnym. W przypadku oceny obciążenia pracą powtarzalną, jej rezultatem jest zakwalifikowanie do jednej z trzech stref. W tabeli 5. przedstawiono możliwość zakwalifikowania do stref zagrożenia, w zależności od wartości indeksu OCRA.

W tabeli 5. oznaczono następujące strefy:  
– zieloną – ryzyko małe (akceptowalne) – pozycje pracy są neutralne i nie ma potrzeby dokonywania zmian na stanowisku pracy  
– żółtą – ryzyko średnie (akceptowalne warunkowo) – pozycje pracy mogą mieć negatywny wpływ na układ mięśniowo-szkieletowy, w związku z czym należy wziąć pod uwagę możliwość wprowadzenia zmian na stanowisku pracy

– czerwoną – ryzyko duże lub bardzo duże (nieakceptowalne) – pozycje pracy przyjmowane przez pracownika mają negatywny wpływ na obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego, istnieje natychmiastowa konieczność dokonania zmian na stanowisku pracy.

Wszystkie parametry opisujące czynności powtarzalne zostały obliczone i wyznaczone według powyższych kryteriów.

Kończową ocenę oraz wartości parametrów przedstawia tabela 6.

W opisywanym przykładowym pracowniku wykonuje wszystkie czynności w pozycji stojącej. Pobierając oraz odkładając materiał wykonuje niewielkie skręty tułowia i skłony, a więc zarówno praca jego ramion, jak i tułowia nie przekracza wartości kątów powodujących nadmierne obciążenie [4,9]. Na uwagę zasługuje ułożenie przedramion oraz nadgarstków, gdyż w przeszło 60 proc. całego cyklu pracy przekroczone są wartości bezpiecznych kątów granicznych.

Choć w ogólnej ocenie położenie kończyn górnych mieści się w pożądanym zakresie, należy zwrócić uwagę na pracę rąk i palców. Okazuje się, że przez prawie 60 proc. cyklu pracownik chwyta palcami elementy (szwy materiału obciowego) mniejsze niż 2 cm, co znacząco wpływa na wzrost ryzyka wystąpienia dolegliwości w obrębie układu mięśniowo-szkieletowego kończyn górnych. Siła, którą wywierają pracownicy na materiał podczas czynności prostowania szwów jest znacząca, co z kolei powoduje, że współczynnik siły  $F_{OM}$  osiąga odpowiednio małą wartość (na poziomie 0,1), a to z kolei wskazuje na bardzo duże obciążenie siłą. Redukcji ulega również współczynnik powtarzalności  $Re_M$ , ponieważ pracownik wykonuje czynności powtarzalne przez więcej niż połowę czasu pracy.

Biorąc pod uwagę wszystkie składowe parametry opisujące pracę powtarzalną, zarówno w przypadku kończyny prawej, jak i lewej, ryzyko związane z nadmiernym obciążeniem wykonywaną pracą jest bardzo wysokie. Wskaźnik OCRA przekracza próg 3,5, w związku z czym można stwierdzić, że czynności wykonywane na opisywanym stanowisku są nieakceptowalne.

## Podsumowanie

Wyniki pomiarów uzyskane za pomocą metody OCRA jednoznacznie wykazują, że na omawianym stanowisku pracy powtarzalnej występuje ryzyko pojawienia się dolegliwości lub schorzeń układu mięśniowo-szkieletowego.



Fot. utah778/Bigstockphoto

wo-szkieletowego na skutek nadmiernego obciążenia czynnościami pracy.

Współczynnik pozycji i ruchów kończyn górnych wskazuje na największe obciążenie przedramion oraz rąk. Również siła, którą pracownik musi wywierać na elementy montażowe, kumuluje się podczas czynności chwytania bardzo małych elementów, co dodatkowo potęguje zmęczenie mięśni i podnosi ryzyko obciążeń tych partii ciała.

Wydawać by się mogło, że skoro tempo pracy wymuszane przez proces produkcyjny nie stanowi ryzyka, a pracownik składa elementy o małych masach, to problem nadmiernych przeciążeń nie będzie występował. Jak się jednak okazało, czynniki biomechaniczne dotyczące pozycji ciała oraz sił stosowanych przez pracownika mają na tyle duże znaczenie, że w ogólnej ocenie ryzyko, któremu podlega pracownik, jest nieakceptowalne, co prowadzi do wniosku, że należałoby zmienić organizację pracy.

Czynności wykonywane rękoma i palcami trudno zautomatyzować, dlatego proponowanym rozwiązaniem ograniczającym ryzyko dolegliwości mięśniowo-szkieletowych jest skrócenie standardowego czasu pracy, co podniesie współczynnik powtarzalności, bądź zastosowanie specjalnych chwytaków ograniczających konieczność łapania bardzo małych elementów przy użyciu dużych

sił. W przypadku ograniczenia obciążenia wynikającego z ułożenia i ruchów kończyn górnych, rozwiązaniem wspomagającym byłoby zastosowanie blatów roboczych z regulacją wysokości, bądź przeorganizowanie przestrzeni roboczej, co umożliwiłoby zmniejszenie zakresu ruchów koniecznych górnych podczas pobierania elementów z pojemników zbiorczych. Pierwsze rozwiązanie wydaje się być bardziej uniwersalne, gdyż daje możliwość dostosowania stanowiska do indywidualnych cech pracowników.

Zastosowanie metody OCRA do oceny obciążenia na stanowisku montażowym pozwoliło na wyodrębnienie czynników wpływających na obciążenie podczas pracy i tym samym na całkowite ryzyko związane z przeciążeniem układu mięśniowo-szkieletowego. Wartości parametrów opisujące w sposób ilościowy czynniki wpływające na całkowite obciążenie pozwalają ocenić, które z nich wnoszą największy wkład w całkowite ryzyko i tym samym zastanowić się nad sposobem ograniczenia obciążenia wynikającego z konkretnego czynnika. W rezultacie powinno to prowadzić do minimalizacji obciążenia pracą powtarzalną.

#### BIBLIOGRAFIA

[1] Bosch T, de Looze M.P, van Dieën J.H. *Development of fatigue and discomfort in the upper trapezius muscle during light manual work.* "Ergonomics" 2007,50,2:161-177

[2] Bartuzi P, Roman-Liu D., *Ocena obciążenia i zmęczenia układu mięśniowo-szkieletowego z zastosowaniem elektromiografii.* „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 2007,427,4:7-10

[3] Qin J, Lin J.H., Faber G.S., Buchholz B., Xu X. *Upper extremity kinematic and kinetic adaptations during a fatiguing repetitive task.* "J. Electromyogr. Kinesiol." 2014,24: 404-411

[4] Roman-Liu D., *Metoda oceny ryzyka związanego z pracą powtarzalną według EN 1005-5.* „Bezpieczeństwo Pracy. Nauka i Praktyka” 2007,430-431,7-8:28-31

[5] Occhipinti E. *A concise index for the assessment of exposure to repetitive movements of the upper limbs.* "Ergonomics" 1998,41,9:1290-1311

[6] Moore J.S., Garg A. *The Strain Index: a proposed method to analyze jobs for risk of distal upper extremity disorders.* "Am. Ind. Hyg. Assoc. J." 1995,56 (5): 443-458

[7] Roman-Liu D. *Repetitive task indicator as a tool for assessment of upper limb musculoskeletal load induced by repetitive task.* "Ergonomics" 2007, 50,11:1740-1760

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

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

*Publikacja opracowana na podstawie wyników III etapu programu wieloletniego pn. „Poprawa bezpieczeństwa i warunków pracy”, sfinansowanego w latach 2014-2016 w zakresie zadań służb państwowych przez Ministerstwo Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej. Koordynator programu: Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy.*