

dr inż. JOANNA RUT
mgr inż. ANNA PYTEL

Politechnika Opolska Wydział Inżynierii Produkcji i Logistyki
Instytut Organizacji Procesów Wytwórczych
Katedra Inżynierii i Bezpieczeństwa Pracy

Kontakt: j.rut@po.opole.pl

Ocena ryzyka dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego mechanika pojazdów samochodowych

Fot.: Kurhan/Bigstockphoto



W artykule przedstawiono ocenę obciążenia układu ruchu osób wykonujących pracę mechanika pojazdów samochodowych. Czynności wykonywane w trakcie pracy wiążą się z możliwością zaistnienia szeregu zagrożeń, a ponadto wymagają wiele wysiłku. Na podstawie badań przeprowadzonych w zakładach mechaniki samochodowej przedstawiono wyniki analizy obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego. Analizy, wykonane pod względem obciążeń i ciężkości pracy mechanika pojazdów samochodowych dostarczają wskazówek do działań, zmierzających do redukcji ryzyka związanego z dolegliwościami mięśniowo-szkieletowymi.

Słowa kluczowe: ryzyko, narażenie, dolegliwości mięśniowo-szkieletowe, bezpieczeństwo

Risk assessment of musculoskeletal system ailments arising from exposure of motor vehicles mechanics

The paper presents an assessment of the traffic load for employees working with mechanics vehicles. Actions performed during such work are connected with the possibility of the occurrence of a number of risks and require a lot of effort. On the basis of studies carried out in factories of automobile mechanics the article presents the results of the analysis of the load of their musculoskeletal system. The analysis, in terms of work load and severity of motor vehicles mechanics, provides guidance to the efforts in order to reduce the risks associated with the occurrence of musculoskeletal disorders.

Keywords: risk, exposure, musculoskeletal complaints, safety

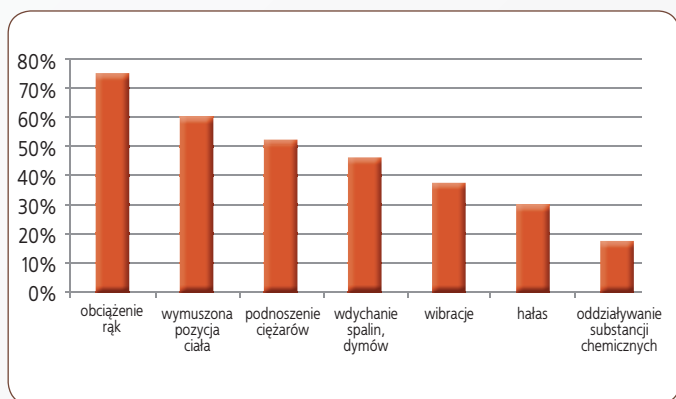
Wstęp

Przeprowadzanie oceny ryzyka zawodowego na stanowiskach pracy i jej dokumentowanie jest obowiązkiem pracodawcy i podstawą profilaktycznej ochrony zdrowia pracowników w przedsiębiorstwie [1]. Głównym celem tej oceny jest zapewnienie poprawy warunków pracy oraz ochrona życia i zdrowia pracowników. Od sposobu jej przeprowadzenia zależy w dużej mierze skuteczność funkcjonującego w miejscu pracy systemu zarządzania bhp.

Ocena obciążeń, na jakie narażony jest pracownik, ma również istotne znaczenie w zapewnieniu ergonomicznych warunków pracy. Dane dotyczące obciążenia organizmu pracownika są niejednokrotnie pomocne w eliminacji niekorzystnych obciążeń, czy też odpowiednim doborze pracowników do wykonywania konkretnych prac.

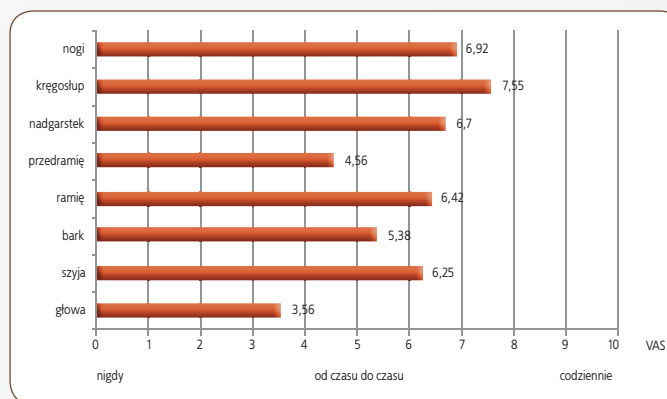
Mając to na uwadze, w publikacji scharakteryzowano dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego mechanika samochodowego przy użyciu metody REBA. Jest to szybki sposób ergonomicznej oceny stanowisk pracy, na których pracownicy skarżą się na dolegliwości układu ruchu. Metoda ta uwzględnia obciążenie całego układu mięśniowo-szkieletowego, związane z użyciem siły w celu wykonania określonego zadania i koniecznością utrzymania niezbędnej pozycji ciała [2].

Metoda REBA odbywa się w trzech krokach. Są to: ocena pozycji ciała podczas pracy, zastosowanie procedury oceny oraz końcowa ocena ryzyka. Całość jest przeprowadzana przy pomocy nadawania odpowiednich kodów różnym wariantom obciążenia czynnikami biomechanicznymi. W celu identyfikacji pozycji ciała, zakresy ruchu jego poszczególnych części rozpatrywane są w płaszczyźnie strzałkowej, gdzie uwzględnia się sześć segmentów: ręka z nadgarstkiem, przedramię, ramię, głowa wraz z szyją, tułów oraz kończyna dolna. Oznaczenie ich położenia odbywa się w odniesieniu do kończyn górnych, tułowia i kończyn dolnych [3].



Rys. 1. Źródła zagrożeń w toku pracy mechanika samochodowego podczas naprawy samochodów osobowych i ciężarowych (oprac. na podstawie badań własnych)

Fig. 1. Sources of hazards in the course of work of mechanics during the repair of cars and trucks (original analysis)



Rys. 2. Częstość występowania dolegliwości poszczególnych części ciała (oprac. na podstawie badań własnych)

Fig. 2. The prevalence of symptoms of individual body parts (original analysis)

Analiza miejsca pracy pod kątem obciążenia mięśniowo-szkieletowego

Nadmierne i niewłaściwe obciążenie układu ruchu związane z pracą zawodową jest przyczyną wielu urazów i dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego. Różne stanowiska pracy i wykonywane na nich czynności pracy powodują różne obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego. Obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego ma bezpośredni wpływ na powstawanie wielorakich dolegliwości, przy czym obciążenie to zależy od charakteru wykonywanych czynności pracy. W celu dokonania oceny obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego pracownika konieczna jest analiza charakterystycznych parametrów danego stanowiska pracy, które determinują zdolność do zrealizowania wskazanych poleceń roboczych. Wykazanie i przestudiowanie zależności pomiędzy pracownikiem, zadaniami roboczymi a środowiskiem pracy daje bowiem podstawy do analizy obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego. Rozpoznanie podlegają zatem zmienne charakteryzujące:

- pracownika, czyli jego wiek, płeć, masa i wymiary ciała, możliwości fizyczne
- zadania robocze: pozycje robocze, częstotliwość realizowanych zadań i czas ich trwania, masa, wysokość, odległość oraz wymiary podnoszonych lub przenoszonych przedmiotów, stabilność podłoża
- środowisko: temperatura, wilgotność, prędkość powietrza.

Biomechanicznymi czynnikami oddziałującymi na obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego człowieka są pozycja ciała, wywierana siła oraz czynnik czasu. Pozycja ciała przyjmowana podczas pracy zależna jest od przestrzeni stanowiska pracy, wykonywanych czynności oraz wymiarów antropometrycznych pracownika. Optymalną, najmniej obciążającą pozycją ciała jest pozycja naturalna, czyli stojąca z wyprostowanym kręgosłupem i kończynami górnymi opuszczonymi wzdłuż ciała. Niewłaściwa pozycja przy pracy jest przyczyną znacznego obciążenia i zmęczenia układu mięśniowo-szkieletowego.

Praca mechanika samochodowego wiąże się z szeregiem zagrożeń oraz obciążeniem układu mięśniowo-szkieletowego. Wykorzystanie metody REBA pozwala dokonać oceny ryzyka na takim stanowisku pracy w dwóch przykładowych pozycjach ciała.

Czynniki narażenia oraz czasu – badania własne

Z badań ankietowych, przeprowadzonych w grupie 50 losowo wybranych mechaników, w 5 warsztatach samochodowych na terenie województwa opolskiego wynika, że ponad połowa respondentów za przyczynę dolegliwości mięśniowo-szkieletowych wskazała obciążenie rąk, przyjmowanie wymuszonych pozycji ciała oraz podnoszenie ciężarów. Źródła zagrożeń wymienione przez ankietowanych przedstawiono na rys. 1.

Dostosowanie przestrzennej konstrukcji stanowiska pracy do wymiarów antropometrycz-

nych pracownika zapewni optymalną pozycję ciała, która nie stwarza konieczności utrzymywania przez pracowników niewygodnych postaw, takich jak np. pochYLENIE czy skręT ciała. Jak wynika z opisywanych badań, na stanowisku pracy mechanika samochodowego występuje obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego, które ma bezpośredni wpływ na powstawanie różnego typu dolegliwości.

Określenie częstości występowania dolegliwości mięśniowo-szkieletowych u mechaników samochodowych to kolejny rozpatrywany aspekt przeprowadzanych badań. Analizowano grupę mężczyzn w wieku od 21 do 52 lat. Osoby biorące udział w badaniu wykonywały pracę na stanowiskach mechanika od co najmniej roku. W badaniach wykorzystano kwestionariusz nordycki, uzupełniony o skalę VAS (Visual Analogue Scale – wizualna skala analogowa, opisywana w [4]) oraz kwestionariusz własny. Wartości w skali VAS zawarte są w przedziale od 0 do 10. Podczas oceny częstości występowania dolegliwości



Fot. 1. Pozycja nr 1 podczas naprawy pojazdów (oprac. własne)

Photo 1. Position no. 1 during the repair of a vehicle (original analysis)



poszczególnych części ciała w skali VAS wartość 0 oznacza, że dolegliwości nie występują nigdy, wartości 4-6 – że występują od czasu do czasu, a 10 – codziennie. Badani pracownicy najczęściej skarżyli się na dolegliwości kręgosłupa (7,55 w skali VAS, rys. 2.). W drugiej kolejności pod względem częstości występowania wymieniane były dolegliwości nóg. Z pewnością na wynik ten wpływ miało ich obciążenie powodowane podnoszeniem ciężkich części pojazdów, częstość utrzymywania niekomfortowej pozycji ciała, jak również konieczność ciągłej pracy w pozycji stojącej.

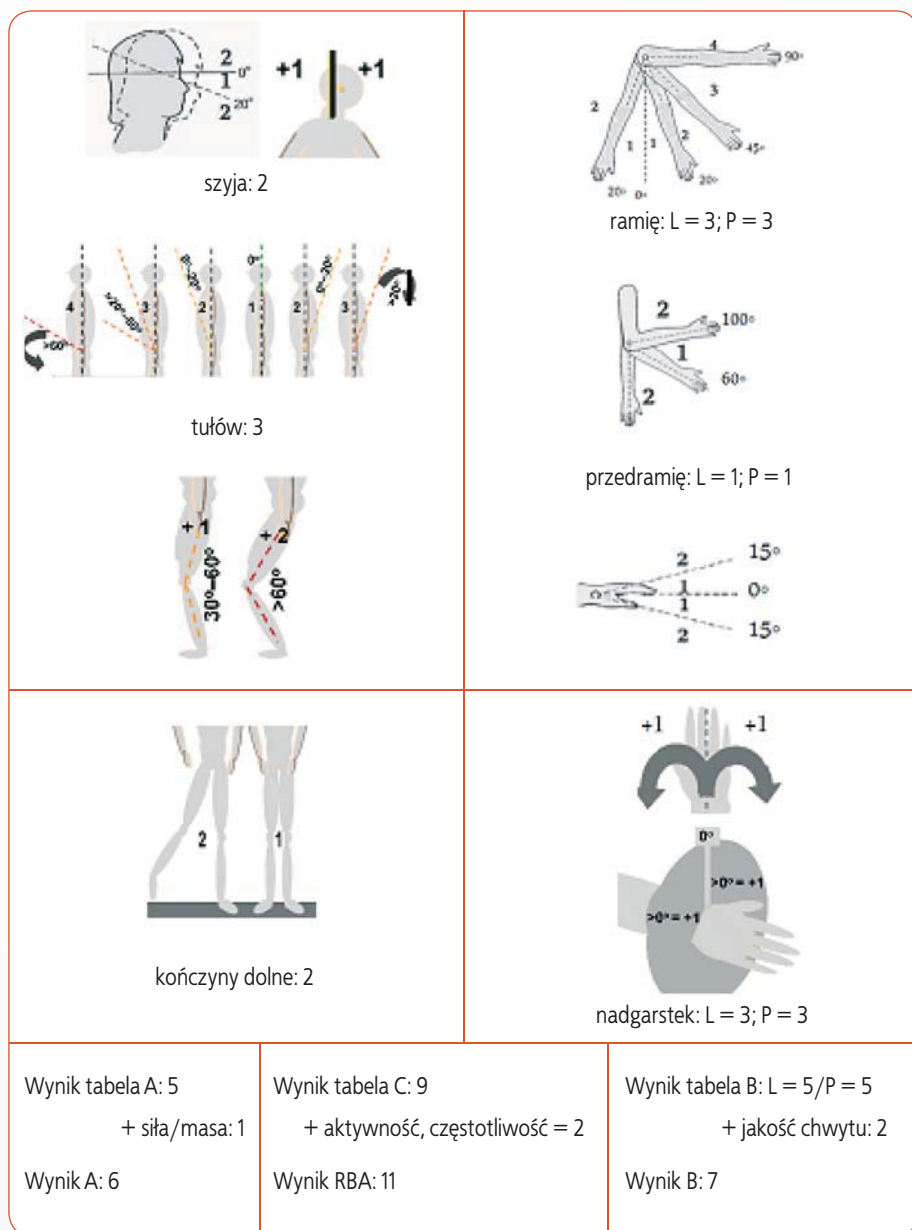
Charakterystyka pracy na stanowisku mechanika samochodowego

Mechanik samochodowy wykonuje prace konserwacyjne i obsługowo-naprawcze pojazdów oraz ich zespołów na uniwersalnych bądź specjalistycznych stanowiskach za pomocą narzędzi. Czynnności wykonywane na stanowisku pracy mechanika samochodowego mogą powodować przyjmowanie wymuszonych pozycji ciała oraz nadmierną aktywność układu mięśniowo-szkieletowego. Wymuszone pozycje ciała przy pracy mechanika to przede wszystkim długie stanie bez możliwości siedzenia, pochylanie i skręcenie tułowia, kucanie, kłęknięcie z rękoma uniesionymi powyżej linii głowy. Do działań poprawiających stan bhp, a jednocześnie eliminujących narażenie pracownika zaliczyć należy zapewnienie pracownikom możliwości zmiany pozycji przy pracy, łatwego dostępu do wyposażenia na stanowisku pracy oraz dostosowanie struktury przestrzennej stanowiska pracy do wzrostu pracownika i zasięgu jego kończyn.

Podnoszenie i przenoszenie ciężarów to kolejna trudność, z którą zmagają się mechanicy samochodowi. Używanie urządzeń transportowych eliminujących pracę ręczną (np. wózków, podnośników), zapoznanie pracowników z normami i technikami podnoszenia i przenoszenia ciężarów oraz przestrzeganie tych zasad, stosowanie przenoszenia zespołowego przez dwóch lub trzech pracowników – wszystko to ma istotne znaczenie dla zdrowia pracowników.

Pozycje robocze, które są widoczne na fot. 1. i 2., przyjmuje mechanik w nowoczesnym autoryzowanym serwisie samochodowym. Praca wykonywana jest w dużych pomieszczeniach, gdzie znajdują się 32 równorzędne stanowiska naprawcze, współpracownicy oraz sprzęt diagnostyczny i naprawczy. Przedmiotem pracy mechanika jest usuwanie usterek mechanicznych i diagnostyka samochodów osobowych i przy jej wykonywaniu korzysta on z narzędzi ręcznych, pneumatycznych, podnośnika kolumnowego i innych środków technicznych. Poziom odpowiedzialności za pracę jest duży. Podczas pracy można wyróżnić typowe pozycje ciała. W toku obserwacji stanowiska roboczego wybrano do badań dwie najczęściej przyjmowane przez mechanika pozycje ciała (fot. 1. i 2.).

Ocenę ryzyka wykonaną na stanowisku pracy mechanika samochodowego według metody



Rys. 3. REBA – całociłowa ocena postawy ciała podczas pracy na stanowisku mechanika samochodowego – pozycja nr 1 (oprac. własne na podstawie [4,5])

Fig. 3. REBA – global assessment of body posture while work as a car mechanic – position no. 1 (original analysis based on [4,5])

REBA uzyskano z połączenia oceny położenia tułowia z uwzględnieniem wywieranej siły oraz oceny położenia kończyny górnej z uwzględnieniem wygody uchwytu. W celu oceny ryzyka metodą REBA wyznaczone zostały kategorie położenia kończyny górnej oraz położenia tułowia. W następnym kroku oceny kategorie pozycji połączone zostały z oceną siły – w przypadku kategorii pozycji tułowia (położenie pleców, szyi i nóg), bądź rodzajem chwytu – w przypadku kategorii położenia kończyny górnej, obejmującej przedramię, ramię i nadgarstek. Do kategorii położenia kończyny górnej dodawany jest kod chwytu, w zależności od tego, czy chwyt jest oceniany jako dobry, średni, zły bądź nieakceptowany. Kod chwytu przyjmuje wartości od 0 do 3.

W całkowitej ocenie ryzyka uwzględniany jest także charakter wywieranej siły. W celu uwzględnienia dodatkowego obciążenia wynikającego z charakteru pracy (statyczna lub powtarzalna), bądź też obciążenia związanego z wywieraniem siły zewnętrznej podczas nagłych zmian położenia ciała, konieczny jest jeszcze jeden krok prowadzący do oceny końcowej. Stąd też ocena końcowa uzyskiwana jest po dodaniu kodu charakteru wywieranej siły. Jeżeli występuje obciążenie statyczne (niezmienna pozycja ciała utrzymywana jest przez dłużej niż 1 min), kod zwiększany jest o 1. Podobnie jest w przypadku wykonywania pracy powtarzalnej – uznaje się, że praca powtarzalna występuje wówczas, gdy



Fot. 2. Pozycja nr 2 podczas naprawy podwozia pojazdów (oprac. własne)
Photo 2. The item marked as 2 when repairing the chassis vehicles (original analysis)

Tabela 1. Kody położenia kończyn górnych i tułowia dla pozycji nr 2

Table 1. Location codes of the upper limbs and trunk for position No. 2

Kod	Stan początkowy	Modyfikacja	Stan końcowy
Ramiona	4	1	5
Przedramiona	2	0	2
Nadgarstki	2	1	3
Głowa	2	1	3
Tułów	2	0	2
Kończyny dolne	1	0	1

Źródło: oprac. własne
Source: own study

Tabela 2. Interpretacja wyników REBA
Table 2. Interpretation of REBA results

REBA interpretacja	
wynik	ryzyko
1	znikome
2÷3	małe
4÷7	średnie
8÷10	duże
11÷15	bardzo duże

Źródło: [4]
Source: [4]

ta sama czynność powtarzana jest częściej niż 4 razy na minutę [5].

Pozycję oznaczoną jako nr 1 (fot. 1.) pracownik przyjmuje w przypadku m.in. kontroli płynów eksploatacyjnych, demontażu elementów niezbędnych do wymiany paska rozrządu. Jest to pozycja stojąca, wymuszona, ze znacznym obciążeniem układu mięśniowo-szkieletowego. Występuje pochylenie tułowia i głowy w przód o kąt większy niż 20°. Wykonywanie prac naprawczych wymaga także często skrętu głowy. Pracownik utrzymuje pozycję stojącą z wypro-

stawianymi nogami. Kąt zgięcia ramienia można określić jako > 90°, kąt zgięcia między ramieniem a przedramieniem wynosi 90°. Widoczne jest również nienaturalne zgięcie dłoniowe nadgarstka, szczególnie podczas napraw części drugoplanowych. Zgodnie z założeniami metody REBA położenie ciała podczas naprawy pojazdów samochodowych w pozycji nr 1 można opisać kodami, co przedstawia rys. 3.

Praca mechanika w pozycji nr 2 (fot. 2.) przy wykorzystaniu podnośnika elektromechanicznego umożliwia wykonanie naprawy zawieszenia, wymiany tłumika itp. Czynności te wymagają przyjęcia pozycji stojącej, uniesienia kończyn górnych oraz odchylenia tułowia do tyłu, jednak kąt odchylenia do tyłu jest mniejszy niż 20°. Widoczne są także skręt i pochylenie głowy.

Zgodnie z założeniami metody REBA położenie ciała podczas wykonywania czynności w pozycji nr 2 można opisać kodami, tak jak to przedstawiono w tabeli 1. Przyjęte początkowo kody ramion, nadgarstka i głowy zostały zwiększone ze względu na modyfikacje stanu początkowego. W tym przypadku chwyt oceniono jako dostateczny, co spowodowało zwiększenie wyniku oceny analizowanej części ciała o 1.

Mechanik w pozycji nr 2 utrzymuje kończyny górne w pozycji statycznej, wykonując czynności powtarzalne (+2). Wynik końcowy w odniesieniu do tej pozycji, identycznie jak w stosunku do pozycji nr 1, odczytany z tablic REBA, wynosi 11, co, zgodnie z tabelą 2, wskazuje na dolną granicę ryzyka bardzo dużego.

Pomimo że analizowane pozycje ciała są różne, ich oceny obciążenia mięśniowo-szkieletowego zgodnie z zasadami metody REBA dają ten sam 11-punktowy wynik (tabela 2.).

Zakres od 11 do 15 wskazuje na bardzo duże obciążenie ciała podczas wykonywania prac naprawczych samochodu. Mimo że serwis

jest wyposażony w nowoczesne narzędzia i stanowiska robocze, pracownik jest narażony na ryzyko dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego. W obu analizowanych pozycjach konieczne jest podjęcie działań w celu eliminacji lub zmniejszenia dolegliwości ze strony układu ruchu, jak i zastosowanie interwencji ergonomicznej w celu zmniejszenia poziomu ryzyka. W celu podwyższenia komfortu pracy na stanowiskach korzysta się z wózków narzędziowych i stołów warsztatowych, a używane nowoczesne narzędzia o ergonomicznych kształtach i niewielkiej wadze ograniczają ryzyko. Ważne jest ciągłe doskonalenie stanowiska serwisowego, np. eliminacja kanałów naprawczych i wprowadzanie w zamian podnośnika, który umożliwi uniesienie pojazdu na dogodny poziom, z uwzględnieniem wysokości ciała pracownika.

Podsumowanie

Na stanowisku pracy mechanika samochodowego występuje wiele różnych zagrożeń. Stopień narażenia na nie zależy od zakresu wykonywanych prac, wyposażenia hali napraw oraz wiedzy i doświadczenia samego pracownika. Praca wykonywana jest w różnych pozycjach, często wymuszonych i w ograniczonej przestrzeni. Ponadto praca odbywa się na różnych poziomach (kanał, drabinki, podesty), w narażeniu na oddziaływanie rozmaitych płynów i materiałów eksploatacyjnych (benzyna, olej, płyn hamulcowy, chłodziacz, smary itp.). Zatem praca mechanika samochodowego obciąża układ mięśniowo-szkieletowy.

Profilaktyka ograniczająca ryzyko występujących zagrożeń związanych z dolegliwościami mięśniowo-szkieletowymi powinna skupiać się przede wszystkim na odpowiedniej organizacji pracy, np. ograniczeniu czasu wykonywania czynności w niekorzystnych pozycjach ciała, wykorzystaniu urządzeń lub narzędzi pomocniczych, czy też podejmowaniu prac zespołowo. Bardzo ważną kwestią jest również przestrzeganie przepisów bhp, podnoszenie świadomości pracowników poprzez szkolenia, jak też częste badania lekarskie.

BIBLIOGRAFIA

- [1] Zawieska W. *Ryzyko zawodowe. Metodyczne podstawy oceny*. CIOP-PIB, Warszawa 2008
- [2] Lubaś P. *Diagnoza ergonomicznych czynników ryzyka*. Państwowa Inspekcja Pracy, Szczecin 2010
- [3] Roman-Liu D. *Ocena ryzyka rozwoju dolegliwości mięśniowo-szkieletowych z zastosowaniem metody REBA*. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy
- [4] Bartuzi P., Kamińska J., Tokarski T. *Subiektywne i obiektywne metody badania obciążenia mięśniowo-szkieletowego*. Centralny Instytut Ochrony Pracy – Państwowy Instytut Badawczy 2010
- [5] Jóźwiak Z. *Program REBA czyli ocena obciążenia układu ruchu dla prac związanych z ręcznym przemieszczaniem*. Instytut Medycyny Pracy im. prof. J. Nofera