

MERKISZ Jerzy¹
 PŁOTNICKA Natalia²
 DAHLKE Grzegorz³

Obciążenia biomechaniczne pilota samolotu turystycznego

*Obciążenia biomechaniczne, transport lotniczy,
 środowisko pracy pilota, badania goniometryczne*

Streszczenie

W ramach pracy dokonano empirycznej oceny obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego pilota samolotu Cessna 150. Prace badawcze przeprowadzono, bazując na metodzie RULA, w której dokonuje się pomiaru obciążenia posturalnego i czynnościowego kończyn górnych towarzyszących czynnościom wykonywanym w pozycji siedzącej. Ponadto przedstawiono skutki narażenia człowieka na obciążenia biomechaniczne w środowisku pracy oraz omówiono metody zapobiegania powstawaniu i minimalizację wartości powyższych obciążeń oraz ochronę pilota przed skutkami ich oddziaływania na organizm ludzki.

Uzyskane przez Autorów pracy wyniki studiów teoretycznych i badań doświadczalnych oraz sformułowane na ich podstawie wnioski ogólne i szczegółowe mają istotne znaczenie dla problematyki oceny obciążeń, jakim jest poddawany organizm pilota wykonującego czynności zmysłowo-ruchowe w obszarze kabiny samolotu. Zakres tematyczny i poruszane zagadnienia naukowe stanowią wstęp do dalszych badań na stanowisku pilota samolotu cywilnego w obszarze oceny obciążeń biomechanicznych. Treści zamieszczone w pracy mieszczą się w obszarze zainteresowań naukowo-badawczych jej autorów [12].

BIOMECHANICAL LOAD OF THE TOURISTIC AIRCRAFT PILOT

Abstract

The paper presents empirical assessment of musculoskeletal system load for Cessna 150 aeroplane pilot. Research works were conducted, basing on the RULA method, in which the postural and functional burden of upper limbs accompanying performed activities on the position sedentary. Additionally, effects of exposing the man for the biomechanical loads in the workplace were presented as well as methods of a pilot protection against appearing of such loads and to obtain their minimum values, and also to protect pilot from the effects of their influence on the human organism.

Authors results obtained from theoretical studies and empirical research and also general and particular conclusions are important for the scientific problem of the loads assessment of the airplane pilot accompanying sensory-motive activities in the airplane cabin area. Thematic range and discussed scientific problems are the basis for the further research on the pilot test stand of the civil aeroplane in the aspect of the biomechanical loads assessment. The paper contains issues that are connected with the authors scientific field [12].

1. GENEZA PROBLEMATYKI BADAWCZEJ I ZASTOSOWANE METODY POMIAROWE

Niewłaściwa pozycja podczas pracy pilota w kabinie statku powietrznego jest, obok zbyt dużego obciążenia zewnętrznego i czasu wykonywania czynności, główną przyczyną dolegliwości narządu ruchu człowieka. Szczególnie groźne dla organizmu jest wykonywanie czynności w pozycji wymuszonej (np. niewłaściwa budowa stanowiska pracy) ze skrzyżnym tułowiem, w takich bowiem pozycjach mięśnie podtrzymujące kręgosłup są zbyt słabe, aby zapewnić utrzymanie kręgosłupa, zwłaszcza iż towarzyszą temu duże siły ściskające i tnące. Długotrwała praca pilota w takich warunkach oznacza pojawienie się dolegliwości i chorób układu ruchu, co wpływa na koordynację ruchową i obniżenie jakości wykonywanych czynności w ramach pracy. Sytuacja taka jest niebezpieczna, ponieważ może doprowadzić do zwiększenia ryzyka popełnienia błędów w ramach realizowanych czynności oraz stwarzać sytuacje groźne dla zdrowia i życia innych osób. Ujęcie biomechaniczne wskazuje, iż przyczyną powyżej wspomnianych dolegliwości jest oddziaływanie na organizm ludzki obciążeń fizycznych przekraczających wytrzymałość i wydolność czynnościową elementów narządu ruchu [1]. Dlatego też niniejsze zagadnienie jest przedmiotem rozważań autorskich, w których ocenie poddano warunki pracy pilota samolotu turystycznego, zarówno z punktu widzenia rodzaju i wartości obciążeń organizmu pilota w ramach realizacji czynności na stanowisku pracy, przyczyn powstania powyższych obciążeń oraz możliwości zmniejszenia ich wartości bądź ich całkowitego wyeliminowania (zmiany konstrukcyjne w kabinie pilota).

¹ Politechnika Poznańska, Instytut Silników Spalinowych i Transportu; Polska; 60-965 Poznań; ul. Piotrowo 3.
 Tel: + 48 61 665 22 07, fax: + 48 61 665 22 04, E-mail: office_ice@put.poznan.pl

² Politechnika Poznańska, Instytut Silników Spalinowych i Transportu; Polska; 60-965 Poznań; ul. Piotrowo 3.
 Tel: + 48 61 665 22 07, fax: + 48 61 665 22 04; E-mail: office_ice@put.poznan.pl

³ Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania; Polska, 60-965 Poznań, ul. Strzelecka 11.
 Tel: + 48 61 665 33 79, E-mail: office_fem@put.poznan.pl

W celu oceny narażenia pilota samolotu Cessna 150 na dolegliwości ze strony układu mięśniowo-szkieletowego posłużono się badaniem goniometrycznym oraz metodą RULA (ang. *Rapid Entire Body Assessment*). Goniometria oznacza dział antropometrii, zajmujący się badaniem rozmaitych kątów w obrębie ciała. W goniometrii statycznej przedmiotem badania są, np. kąty twarzy, kręgosłupa, przedniej ściany tułowia, podczas gdy w goniometrii dynamicznej badaniu podlegają: obszerność ruchu klatki piersiowej, kąty nachylenia głowy, obszerność ruchu kręgosłupa i ruchu stawów kończyn. Badania powyższe mają na celu ocenę pozycji przyjmowanych w środowisku pracy podczas wykonywania czynności związanych z danym stanowiskiem.

Przy pomocy goniometru rejestrowane są kolejne wartości (będące kątami pomiędzy badanymi segmentami ciała). Uzyskane wartości kątów porównywane są z wartościami dopuszczalnymi ujętymi w normach, dzięki czemu możliwe jest określenie wartości obciążeń układu ruchu. Zaletą badania goniometrycznego jest to, iż badana osoba może mieć przy sobie aparaturę badawczą, a pomiar może być wykonywany w sposób ciągły. Jako wadę wymienić należy możliwość wykonywania pomiarów dla czterech stawów. W nowoczesnych goniometrach jest możliwy pomiar w dwóch lub trzech osiach jednocześnie. Uzyskane wyniki pomiarów podawane są w wielkościach kątowych, odpowiednio dla poszczególnych czujników (odpowiadających badanym stawom). Wyznaczane są wartości graniczne i średni czas każdego pomiaru. Uzyskane zakresy kątowe przyporządkowuje się do jednej z grup: dopuszczalne (obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego jest optymalne, nie trzeba dokonywać modyfikacji na stanowisku), warunkowo dopuszczalne (czynność może być wykonywana w ograniczonym zakresie, ma zły wpływ na układ mięśniowo-szkieletowy, zmian na stanowisku powinno się dokonać w najbliższym czasie), niedopuszczalne (czynności nie należy wykonywać, istnieje duże prawdopodobieństwo wystąpienia dolegliwości, zmian na stanowisku trzeba dokonać jak najszybciej). Dokonując interpretacji wyników należy odnieść się do normy EN1005-4, [2, 9].

Metoda RULA dotyczy pomiaru obciążenia posturalnego i czynnościowego kończyn górnych towarzyszącego czynnościom wykonywanym w pozycji siedzącej. Metoda została opracowana w 1993 roku przez L. McAtamneya i E.N. Corletta. Można ją stosować przy projektowaniu ergonomicznym oraz przy korygowaniu błędów na stanowisku pracy. Ideą metody jest identyfikacja segmentów ruchu i przypisanie poszczególnym pozycjom wartości liczbowych (maksymalne wartości dla: ramienia 6, przedramienia 3, nadgarstka 4, szyi 6, tułowia 6, kończyn dolnych 2). Oceny dokonuje się, rozpatrując dwa układy: ręka, przedramię, ramię i tułów, szyja, kończyna dolna. Oceny mieszczą się w skali od 1 do 9, przy czym pierwsza z wartości dotyczy obciążenia minimalnego a druga jego wartości maksymalnej. Obciążenie kończyn dolnych szacowane jest, za pomocą ocen pośrednich. Wadą metody jest to, że nie uwzględnia indywidualnych ograniczeń pracownika. Dokonując oceny badanych pozycji należy posłużyć się czterema gotowymi tabelami (część metody pomiaru RULA) [7]. Rozważana metoda ukierunkowana jest szczególnie na badanie obciążeń szyi, tułowia i kończyn górnych, a jej niewątpliwą zaletą jest łatwość w stosowaniu i szybkość pozyskiwania wiarygodnych wyników. Uzyskane wyniki określają wielkość ryzyka wystąpienia dolegliwości ze strony układu mięśniowo-szkieletowego i zakres interwencji ergonomicznych celem zmniejszenia powyższego ryzyka [3, 4, 5, 15].

2. OBCIĄŻENIA UKŁADU MIĘŚNIOWO-SZKIELETOWEGO

Układ ruchu człowieka składa się z mięśni, kości i połączeń kości, i może funkcjonować tylko przy udziale ośrodkowego układu nerwowego. Mięsień jest to kurczliwy narząd, będący jednym ze strukturalnych i funkcjonalnych elementów narządu ruchu. Powyższy narząd stanowi jego element czynny. Występuje u wyższych bezkręgowców i u kręgowców. Jego kształt i budowa zależy od roli pełnionej w organizmie. Mięśnie zbudowane są z tkanki mięśniowej. Połączone z elementami szkieletu, w wyniku skurczów mięśniowych kurczą się i rozkurczają, powodując ruchy poszczególnych elementów szkieletu względem siebie. Energią, z której mięsień korzysta jest zmagazynowany w nim glikogen lub glukoza dostarczona przez krew. Działanie mięśni uzależnione jest od oporu stawianego przez szkielet (hydrostatyczny lub twardy). Liczba mięśni człowieka jest określana na 450–500. Mięśnie spełniają w organizmie pięć podstawowych funkcji, umożliwiających:

- motorykę ciała, kończyn i narządów wewnętrznych,
- przepływ płynów ciała,
- regulację ilości płynów w organizmie,
- prawidłową postawę ciała (np. mięśnie antygravitacyjne kręgowców),
- termogenezę (wytwarzanie ciepła w organizmie).

Rozróżnia się dwa rodzaje skurczów mięśni: izotoniczne i izometryczne. O skurczu izotonicznym mówi się, gdy mięsień skraca swoją długość, a jego napięcie nie ulega istotnym zmianom. Skurcze izotoniczne składają się na pracę dynamiczną, izometryczne są charakterystyczne dla prac statycznych.

Histologicznie kość jest narządem złożonym z wielu różnych tkanek. Głównym składnikiem jest tkanka kostna, ale zawiera ona także tkankę tłuszczową, krwiotwórczą, chrzęstną i inne. Każda kość pokryta jest okostną, a powierzchnie kości przylegające do siebie w obrębie stawu pokrywa chrząstka stawowa. Trzon kości długich, powierzchniowe (korowe) warstwy ich nasad i kości płaskich, tworzy istota zbita, natomiast nasady kości długich, a także we wnętrzu kości płaskich, różnokształtnych i krótkich – istota gąbczasta. Ze względu na kształt, kości dzieli się na: długie, krótkie, płaskie i różnokształtne. Wyróżnia się także kości zawierające przestrzenie wypełnione powietrzem, czyli tzw. kości pneumatyczne. Szczególny przypadek stanowią kości heterotopowe. Pełniejszy podział kości, w oparciu o ich rozwój, budowę i czynności, dzieli je na:

- kości rurowate (powstające w wyniku kostnienia chrzęstnego), kości mające kształt rur (długich lub krótkich) zbudowanych z istoty zbitiej i gąbczastej, wypełnione są szpikiem kostnym; spełniają funkcję podporową, krwiotwórczą i obronną;

- kości gąbczaste (powstające w wyniku kostnienia chrzęstnego), zbudowane są z istoty gąbczastej pokrytej istotą zbitą oraz trzyczekci, dzielą się na długie (np. zebra, mostek) i krótkie (np. kręgi), pełnią funkcję krwiotwórczą, stanowią miejsce początku i przyczepu mięśni;
- kości płaskie (powstają przez kostnienie chrzęstne lub łącznotkankowe), są zbudowane z istoty gąbczastej lub zbitej, pełnią funkcję osłaniającą i krwiotwórczą.

Podstawowymi funkcjami kości są:

- ochrona narządów głębiej leżących (czaszka chroni mózg, klatka piersiowa chroni serce i płuca, miednica chroni narządy rozrodcze),
- bierny narząd ruchu – wsparcie dla mięśni – kości kończyn i obręczy: barkowej i miednicznej,
- jako magazyn jonów wapniowych i fosforanowych w ustroju oraz udział w homeostazie,
- pośrednio krwiotwórcza (w kościach znajduje się szpik kostny).

W ramach połączeń kości istnieją trzy sposoby w jaki kości łączą się ze sobą w organizmie człowieka, a mianowicie:

- połączenia ścisłe (*synarthroses*),
- połączenia półściśle (*amphiarthroses*),
- połączenia ruchome, czyli stawy.

Zgodnie z założeniami E. J. McCormicka, rozróżnia się trzy sposoby pracy: pracownik styka się bezpośrednio z przedmiotem pracy, posługuje się narzędziami lub obsługuje urządzenia sterownicze. Czynności ruchowe dzieli się na pięć grup: ruchy docelowe, ruchy powtarzające się, ruchy ciągłe, ruchy seryjne i czynności statyczne [10].

Dolegliwości ze strony układu mięśniowo-szkieletowego są wynikiem: przyjmowania niewłaściwych pozycji ciała i występowaniem obciążeń zewnętrznych poszczególnych segmentów ciała. Przeciążenia występują, gdy istnieje duża powtarzalność ruchów bądź nienaturalna pozycja ciała człowieka a wartości obciążeń przekraczają wartości dopuszczalne dla organizmu ludzkiego [7, 10, 11, 12].

Pisząc o pracy pilota należy rozważyć, jaki wpływ na organizm ludzki ma pozycja siedząca. Pozycja ta uznana została za najwygodniejszą, ponieważ wydatek energetyczny jest najmniejszy, odciążony jest układ krążenia i kończyny dolne, a koordynacja ruchowa jest lepsza i ogranicza ruchy mimowolne. Przy pozycji siedzącej zaangażowane są mięśnie utrzymujące tułów w równowadze, obciążone są mięśnie brzucha, grzbietu i ud. Trzy czwarte ciężaru ciała pracownika spoczywa na guzach kulszowych i pokrywających je tkankach. Kończynom dolnym należy zapewnić takie ułożenie, aby nie następował ucisk naczyń krwionośnych. Najważniejszym elementem zapewniającym odpowiednią postawę i komfort pilota przy realizacji czynności na stanowisku pracy jest odpowiednie siedzisko. Najczęstsze błędy w zakresie konstrukcji i ułożenia siedziska to:

- zbyt wysokie siedzisko (zwisające stopy, ucisk na uda),
- za wysokie oparcie tylne (brak swobody ruchu),
- zbyt głębokie siedzisko (ucisk na podudzia),
- zbyt płytkie i źle uformowane siedzisko (ucisk na pośladki).

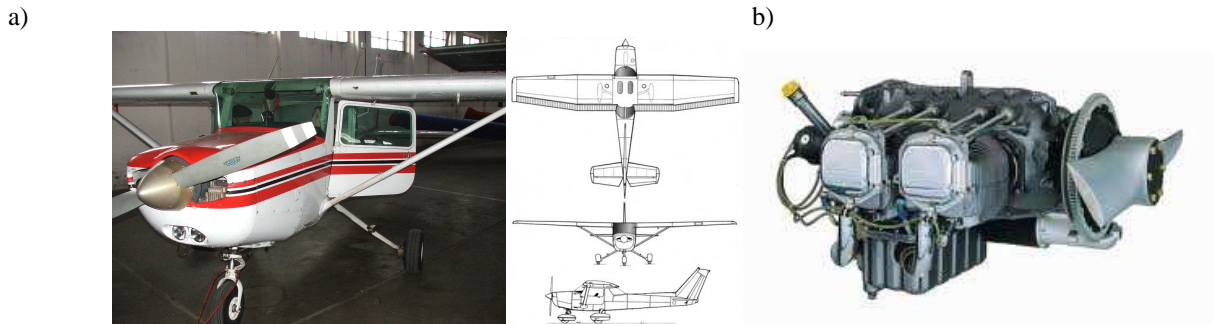
Dolegliwości mięśniowo-szkieletowe występują, gdy w procesie pracy pojawiają się ergonomiczne czynniki ryzyka. Jest to wynik niedopasowania wyposażenia do możliwości psychofizycznych człowieka. Skutkiem takiego narażenia jest nadmierne obciążenie organizmu (są to dolegliwości mięśni, ścięgien, więzadeł, stawów, nerwów, naczyń krwionośnych, tętnic i żył). Dolegliwości te obejmują stany od zmęczenia po schorzenia zawodowe układu wywołane sposobem wykonywania pracy. Schorzenia obejmują przede wszystkim takie ruchome części ciała jak: szyja, kręgosłup, ramiona, łokcie, nadgarstki i kolana. Kończyny górne są najmocniej obciążone, ze względu na występowanie stresu biomechanicznego będącego wynikiem niedostosowania stanowiska pracy do możliwości operatora [6].

Do chorób zawodowych układu mięśniowo-szkieletowego zalicza się: przewlekłe zapalenie ścięgna i jego pochewki, przewlekłe zapalenie kaletki maziowej, przewlekłe uszkodzenia łąkotki, przewlekłe uszkodzenia torebki stawowej, przewlekłe zapalenie okołostawowe barku, przewlekłe zapalenie nadkłykcia kości ramiennej, zmęczeniowe złamanie kości, martwica kości nadgarstka, zespół ciśnień w obrębie nadgarstka, zespół rowka nerwu łokciowego [13]. Dolegliwości powyższe powstają w dwojaki sposób: przez nadmierne obciążenie człowieka (zewnętrzne) bądź stosowanie złego mechanizmu przemieszczania obciążeń. Skutkiem tego jest obniżenie jakości wykonywanych usług, absencja chorobowa pracownika, kwalifikacja do niepełnosprawności [6, 14].

Chcąc uchronić pracownika przed obciążeniami układu ruchu należy przyjrzeć się pozycji ciała podczas pracy, powtarzalności ruchów, drganiom, punktom kontaktu z obiektem, uciskowi mechanicznemu oraz sile niezbędnej do wykonania pracy. Podstawą podjęcia działań prewencyjnych jest identyfikacja zagrożeń na stanowisku pracy i oszacowanie ryzyka z nimi związanego (pracodawca jest zobowiązany dokonać oceny ryzyka zawodowego na każdym stanowisku). Pilot w miejscu pracy, podobnie jak kierowca, jest narażony na: długotrwałe siedzenie, przyjmowanie nienaturalnych pozycji ciała, narażenia na ucisk tkanki miękkiej w okolicy przedramienia, ud oraz drgania [3]. W celu poprawy warunków pracy pilota konieczne jest zastosowanie następujących technik prewencyjnych: wpływanie na ergonomiczną świadomość kierownictwa i pracowników przez szkolenia, przeprowadzanie rzetelnej oceny ryzyka zawodowego (metoda OWAS, RULA, REBA, listy kontrolne). Przeszkodą w realizacji tych postulatów jest: niska świadomość ergonomiczna pracodawców i pracowników, trudność w szacowaniu strat będących wynikiem dolegliwości mięśniowo-szkieletowych, brak przystępnej metody szacowania powyższych zagrożeń, przekonanie o wysokich kosztach wprowadzenia działań zapobiegawczych. Jest to problem bardzo poważny ze względu na to, że dolegliwości mięśniowo-szkieletowe stanowią przyczynę 1/3 czasu absencji chorobowej pracowników.

3. OBIEKT BADAŃ

Badania empirycznej oceny obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego pilota wykonano w kabinie samolotu Cessna 150. Konstrukcja samolotu, górnopłatowa, jest całkowicie metalowa, półskorupowa o trójkątowym stałym podwoziu. Rozpiętość skrzydeł samolotu wynosi 10,2 m, długość kadłuba 7,3 m a jego szerokość wynosi 10,2 m. Wysokość samolotu wynosi 2,6 m, a jego powierzchnia nośna 15 m². Prędkość maksymalna samolotu wynosi 259 km/h, a przelotowa 198 km/h. Maksymalny pułap wysokości dla samolotu Cessna 150 wynosi 4300 m, a standardowy zasięg 678 km. Powyższy obiekt badawczy jest wyposażony w jeden silnik typu O-235-L2C, wyprodukowany przez firmę Avco Lycomin (rys. 1).



Rys.1. Widok i schemat samolotu Cessna 150 (a) oraz widok silnika O-235-L2C (b)

Zastosowany w samolocie Cessna 150 silnik O-235-L2C jest 4-cylindrowym tłokowym silnikiem spalinowym o bezpośrednim napędzie i chłodzeniu powietrzem, w którym cylindry są rozmieszczone w układzie przeciwsobnym a zasilanie silnika w paliwo jest realizowane przez układ gaźnikowy. Silnik O-235-L2C uzyskuje znamionową moc użyteczną równą: 86 kW przy $n = 2700$ obr/min, 84 kW przy $n = 2600$ obr/min, 78 kW przy $n = 2400$ obr/min. Masa silnika wynosi 113 kg (masa samolotu równa 680 kg).

Przelot jest realizowany przy mocy od 55% do 75% mocy maksymalnej. Śmigło składa się z dwóch łopat o stałym skoku. Paliwo dostarczane jest do silnika z dwóch zbiorników, mieszczących się na skrzydłach. Energia elektryczna dostarczana jest przez instalację prądu stałego o napięciu 14 V, zasilaną alternatorem silnika. Energia dostarczana jest przez pojedynczą szynę główną. Cessna 150 jest wyposażona w automatyczny system zabezpieczający instalację elektryczną przed zbyt wysokim napięciem.

Tablica przyrządów jest oświetlona przez czerwone sufitowe światło umieszczone w przedniej części konsoli. Oświetlenie zewnętrzne obejmuje: nawigacyjne światła pozycyjne umieszczone na końcach skrzydeł i na końcu steru kierunku. Światło opcjonalne obejmuje pojedyncze światło lądowania. Samolot jest przystosowany do wykonywania akrobacji przy przeciążeniu w zakresie od +6,0 g do -3,0 g. Niedozwolone jest wykonywanie akrobacji z klapami wypuszczonymi, ponieważ duża prędkość, która może wystąpić podczas wyprowadzania z figury może być przyczyną potencjalnego zniszczenia struktury skrzydło-klapa. Niedopuszczalne jest wykonywanie akrobacji w locie odwróconym [8].

4. WYNIKI POMIARÓW

W każdym z etapów pomiarowych zarejestrowano wartości kątowe badanych segmentów ciała. Uzyskane wyniki poddano interpretacji, posługując się oceną całkowitego obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego, zgodnie z metodą RULA (tab. 1–5). Każdy z uzyskanych wyników przedstawiono w formie graficznej (rys. 2–8).

Tab. 1. Rozmieszczenie czujników goniometru

Numer kanału	Lokalizacja czujnika	Zakres pomiaru	
Kanał 1	Ręka – przedramię	Zgięta w górę [+]	Zgięta w dół [-]
Kanał 2	Ręka – przedramię	Zgięta na zewnątrz [-]	Zgięta do wewnątrz [+]
Kanał 3	Przedramię – ramię	Wyprostowana w stawie łokciowym [+]	Zgięta w stawie łokciowym [-]
Kanał 5	Ramię – bark	Ramię do góry [+]	Ramię do tyłu [-]
Kanał 6	Odwodzenie ramienia	Bark w dół [+]	Bark do góry [-]
Kanał 7	Skreć	Na zewnątrz [+]	Do wewnątrz [-]

Tab. 2. Wyniki pomiaru goniometrycznego dla samolotu Cessna 150 i pozycji 1-5

Lp.	Pozycja kończyny górnej	Pozycja 1	Pozycja 2	Pozycja 3	Pozycja 4	Pozycja 5
1	Ręka zgięta	3,735 [w górę]	30,42 [w górę]	36,225 [w górę]	13,545 [w górę]	36,585 [w górę]
2	Ręka zgięta	-28,125 [na zewnątrz]	-24,075 [na zewnątrz]	7,92 [do wewnątrz]	-58,005 [na zewnątrz]	-25,74 [na zewnątrz]
3	Położenia przedramienia względem ramienia	-35,415	-90,09	-89,64	-65,88	-5,31
5	Podnoszenie ramienia	-52,965 [w dół]	-26,325 [w dół]	-47,88 [w dół]	-22,815 [w dół]	-58,815 [w dół]
6	Ramię odwiedzone	-3,195 [do góry]	-1,98 [do góry]	-6,3 [do góry]	2,745 [w dół]	-16,65 [do góry]
7	Przedramię skrócone	-12,285 [do wewnątrz]	-25,245 [do wewnątrz]	-40,905 [do wewnątrz]	14,31 [na zewnątrz]	-33,615 [do wewnątrz]

Tab. 3. Wskaźnik oceny obciążenia RULA

Wskaźnik oceny całkowitego obciążenia	Poziom działania	Niezbędne działania
1-2	1	Pozycje akceptowalne, nie jest konieczne prowadzenie żadnych działań
3-4	2	Niezbędne dalsze badania stanowiska pracy, zmiany mogą być niezbędne
5-6	3	Badania i zmiany na stanowisku pracy w jak najkrótszym czasie
7 i więcej	4	Niezbędne dalsze badania na stanowisku pracy i natychmiastowe zmiany [7]

Bibliografia[7]

Tab. 4. Całkowite obciążenie według RULA

Ocena całkowitego obciążenia według RULA	Ryzyko
1	bardzo małe
2	małe
3-4	średnie
5-6	duże
7 i więcej	bardzo duże

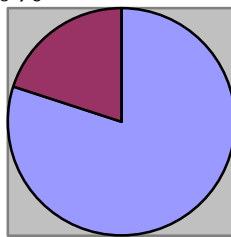
Bibliografia[7]

Tab. 5. Zestawienie wyników badań metodą RULA dla samolotu Cessna 150

Numer pozycji	Ocena całkowitego obciążenia według RULA	Ryzyko
1	3	średnie
2	6	duże
3	3	średnie
4	3	średnie
5	4	średnie

■ Ryzyko średnie ■ Ryzyko duże

■ 20%



■ 80%

Rys. 2. Wartość ryzyka wystąpienia dolegliwości ze strony układu mięśniowo-szkieletowego dla pilota samolotu Cessna 150 na podstawie badania goniometrycznego



A. Arm & Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position

Step 1a: Adjust...

If shoulder is raised: +1;
If upper arm is abducted: +1;
If arm is supported or person is leaning: -1

Final Upper Arm Score = 4

Step 2: Locate Lower Arm Position

Step 2a: Adjust...

If arm is working across midline of the body: +1;
If arm out to side of body: +1

Final Lower Arm Score = 2

Step 3: Locate Wrist Position

Step 3a: Adjust...

If wrist is bent from the midline: +1

Final Wrist Score = 2

Step 4: Wrist Twist

If wrist is twisted in mid-range = 1;
If twist at or near end of range = 2

Wrist Twist Score = 2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A

Use values from steps 1, 2, 3 & 4 to locate Posture Score in Table A.

Posture Score A = 4

Step 6: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute) or:
If action repeatedly occurs 4 times per minute or more: +1

Muscle Use Score = 0

Step 7: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): +0;
If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1;
If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2;
If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Force/load Score = 0

Step 8: Find Row in Table C

The completed score from the Arm/Wrist analysis is used to find the row on Table C

Final Wrist & Arm Score = 4

SCORES

Table A

Upper Arm	Lower Arm	Wrist							
		Wrist Twist 1	Wrist Twist 2	Wrist Twist 3	Wrist Twist 4				
1	1	1	2	1	2	1	2	1	2
2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
3	3	2	3	2	3	3	3	4	4
4	4	1	2	3	3	3	4	4	5
5	5	2	3	3	3	4	4	5	5
6	6	3	3	4	4	4	4	5	5
7	7	3	4	4	4	4	4	5	5
8	8	1	5	5	5	5	5	6	6
9	9	2	5	6	6	6	6	7	7
10	10	3	6	6	6	7	7	7	8
11	11	4	6	6	6	7	7	8	8
12	12	5	7	7	7	7	8	8	9
13	13	6	7	8	8	8	9	9	9
14	14	3	9	9	9	9	9	9	9

Table B

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	2	3	4	5	6	7	8
2	2	2	3	4	4	5	6	7	8
3	3	3	3	4	4	5	6	7	8
4	4	3	3	4	5	6	6	7	7
5	5	4	4	4	5	6	7	7	7
6	6	4	4	5	6	6	7	7	7
7	7	5	5	6	6	7	7	7	7
8	8	5	5	6	7	7	7	7	7
9	9	5	5	6	7	7	7	7	7

Table C

	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	1	2	3	3	4	5
2	2	2	3	3	4	4	5
3	3	3	3	4	4	5	6
4	4	3	3	4	4	5	6
5	5	4	4	4	5	6	7
6	6	4	4	5	6	6	7
7	7	5	5	6	6	7	7
8	8	5	5	6	7	7	7

Final Score 3

B. Neck, Trunk & Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position

Step 9a: Adjust...

If neck is twisted: +1; If neck is side-bending: +1

Final Neck Score = 1

Step 10: Locate Trunk Position

Step 10a: Adjust...

If trunk is twisted: +1; If trunk is side-bending: +1

Final Trunk Score = 1

Step 11: Legs

If legs & feet supported and balanced: +1;
If not: +2

Final Leg Score = 1

Trunk Posture Score

	1	2	3	4	5	6
1	1	2	1	2	1	2
2	1	2	3	3	4	5
3	3	3	3	4	5	6
4	3	3	4	4	5	6
5	4	4	4	5	6	7
6	4	4	5	6	6	7
7	5	5	6	6	7	7
8	5	5	6	7	7	7

Table B

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	1	2	1	2	1	2	1	2
2	2	2	3	3	4	5	6	7	8
3	3	3	3	4	4	5	6	7	8
4	4	3	3	4	5	6	6	7	7
5	5	4	4	4	5	6	7	7	7
6	6	4	4	5	6	6	7	7	7
7	7	5	5	6	6	7	7	7	7
8	8	5	5	6	7	7	7	7	7
9	9	5	5	6	7	7	7	7	7

Step 12: Look-up Posture Score in Table B

Use values from steps 9, 10 & 11 to locate Posture Score in Table B

Posture B Score = 1

Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static or:
If action 4-minute or more: +1

Muscle Use Score = 0

Step 14: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): +0;
If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1;
If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2;
If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Force/load Score = 0

Step 15: Find Column in Table C

The completed score from the Neck/Trunk & Leg analysis is used to find the column on Chart C

Final Neck, Trunk & Leg Score = 1

Name: Xxxxxx Xxxxxxxx Assessor: Xxxxxxxx Xxxxxxxx

Section: Xxxxxxxx Task: Xxxxxxxx Date: dd/mm/yyyy

FINAL SCORE: 1 or 2 = Acceptable; 3 or 4 investigate further; 5 or 6 investigate further and change soon; 7 investigate and change immediately

© Professor Alan Hedge, Cornell University. Nov. 2000

Rys. 3. Badanie goniometryczne i metoda RULA dla pozycji 1 w samolocie Cessna 150



A. Arm & Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position

Step 1a: Adjust...

Step 2: Locate Lower Arm Position

Step 2a: Adjust...

Step 3: Locate Wrist Position

Step 3a: Adjust...

Step 4: Wrist Twist

Step 5: Look-up Posture Score in Table A

Step 6: Add Muscle Use Score

Step 7: Add Force/load Score

Step 8: Find Row in Table C

SCORES

Table A

		Wrist			
		1	2	3	4
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	2	1
1	2	2	2	2	3
1	3	3	2	3	3
2	1	2	2	2	3
2	2	2	2	3	3
2	3	3	3	3	4
3	1	2	3	3	4
3	2	3	3	4	4
3	3	4	4	4	5
4	1	2	3	3	4
4	2	3	4	4	5
4	3	4	4	4	5
5	1	5	5	5	6
5	2	5	6	6	7
5	3	6	6	6	7
6	1	7	7	7	8
6	2	7	8	8	9
6	3	8	8	8	9
7	1	8	9	9	9
7	2	9	9	9	9
7	3	9	9	9	9

Table B

		Trunk Posture Score					
		1	2	3	4	5	6
Neck	Legs	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	3	3	4	5
1	2	2	3	3	4	5	6
1	3	3	3	4	4	5	6
2	1	2	3	3	4	5	6
2	2	3	3	4	5	6	7
2	3	3	4	4	5	6	7
3	1	2	3	3	4	5	6
3	2	3	4	4	5	6	7
3	3	3	4	4	5	6	7
4	1	2	3	3	4	5	6
4	2	3	4	4	5	6	7
4	3	3	4	4	5	6	7
5	1	2	3	3	4	5	6
5	2	3	4	4	5	6	7
5	3	3	4	4	5	6	7
6	1	2	3	3	4	5	6
6	2	3	4	4	5	6	7
6	3	3	4	4	5	6	7

Table C

	1	2	3	4	5	6	7
1	1	2	3	4	5	6	7
2	2	3	4	4	5	6	7
3	3	3	4	4	5	6	7
4	3	3	4	4	5	6	7
5	4	4	5	6	7	7	7
6	4	4	5	6	7	7	7
7	5	5	6	7	7	7	7
8	5	5	6	7	7	7	7

Final Score 6

B. Neck, Trunk & Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position

Step 9a: Adjust...

Step 10: Locate Trunk Position

Step 10a: Adjust...

Step 11: Legs

Step 12: Look-up Posture Score in Table B

Step 13: Add Muscle Use Score

Step 14: Add Force/load Score

Step 15: Find Column in Table C

Name: Xxxxxx Xxxxxxxx Assessor: Xxxxxxxx Xxxxxxxx

Section: Xxxxxxxx Task: Xxxxxxxx Date: dd/mm/yyyy

FINAL SCORE: 1 or 2 = Acceptable; 3 or 4 investigate further; 5 or 6 investigate further and change soon; 7 investigate and change immediately

© Professor Alan Hedge, Cornell University, Nov. 2000

Rys.4. Badanie goniometryczne i metoda RULA dla pozycji 2 w samolocie Cessna 150

a)



b)



Rys. 5. Rozmieszczenie przetworników dla badania goniometrycznego i metody RULA dla pozycji 3 (a) i 4 (b) w samolocie Cessna 150

SCORES

A. Arm & Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position

Step 1a: Adjust...

If shoulder is raised +1; If upper arm is abducted +1; If arm is supported or person is leaning -1

Step 2: Locate Lower Arm Position

Step 2a: Adjust...

If arm is working across midline of the body +1; If arm out to side of body +1

Step 3: Locate Wrist Position

Step 3a: Adjust...

If wrist is bent from the midline +1

Step 4: Wrist Twist

If wrist is twisted in mid-range =1; If twist at or near end of range =2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A

Use values from steps 1, 2, 3 & 4 to locate Posture Score in table A

Step 6: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute) or: If action repeatedly occurs 4 times per minute or more +1

Step 7: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent) +0; If 2 kg to 10 kg (intermittent) +1; If 2 kg to 10 kg (static or repeated) +2; If more than 10 kg load or repeated or shocks +3

Step 8: Find Row in Table C

The completed score from the Arm/wrist analysis is used to find the row on Table C

B. Neck, Trunk & Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position

Step 9a: Adjust...

If neck is twisted +1; If neck is side-bending +1

Step 10: Locate Trunk Position

Step 10a: Adjust...

If trunk is twisted +1; If trunk is side-bending +1

Step 11: Legs

If legs & feet supported and balanced +1; If not +2

Step 12: Look-up Posture Score in Table B

Use values from steps 9, 10 & 11 to locate Posture Score in Table B

Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static or: If action 4 minute or more +1

Step 14: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent) +0; If 2 kg to 10 kg (intermittent) +1; If 2 kg to 10 kg (static or repeated) +2; If more than 10 kg load or repeated or shocks +3

Step 15: Find Column in Table C

The completed score from the Neck/Trunk & Leg analysis is used to find the column on Chart C

Table A

		Wrist							
		1		2		3		4	
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
1	2	2	2	2	2	2	3	3	3
1	3	3	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	2	2	3	3	3
2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
2	3	3	3	3	3	3	4	4	5
3	1	2	3	3	3	3	4	4	5
3	2	3	3	3	4	4	4	5	5
3	3	3	4	4	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
4	2	3	4	4	4	4	4	5	5
4	3	3	4	4	4	4	4	5	5
5	1	5	5	5	5	5	5	6	6
5	2	5	6	6	6	6	6	7	7
5	3	6	6	6	6	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
6	2	7	8	8	8	8	8	9	9
6	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Table C

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	2	2	3	4	4	5	5	6	6
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6
4	3	3	3	4	4	5	5	6	6
5	4	4	4	5	5	6	6	7	7
6	4	4	4	5	5	6	6	7	7
7	5	5	5	6	6	6	7	7	7
8	5	5	6	6	7	7	7	7	7

Table B

	1	2	3	4	5	6
1	1	3	3	3	4	5
2	2	3	3	4	5	6
3	3	3	3	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6
5	7	7	7	7	8	8
6	8	8	8	8	8	9

Trunk Posture Score

	1	2	3	4	5	6
Legs	1	2	3	4	5	6
Legs	1	2	3	4	5	6
Legs	1	2	3	4	5	6
Legs	1	2	3	4	5	6
Neck	1	2	3	4	5	6

Final Score 3

Name: Xxxxxx Xxxxxxxx

Section: Xxxxxxxx

Assessor: Xxxxxxxx Xxxxxxxx

Date: dd/mm/yyyy

FINAL SCORE: 1 or 2 = Acceptable; 3 or 4 investigate further; 5 or 6 investigate further and change soon; 7 investigate and change immediately

© Professor Alan Hedge, Cornell University. Nov. 2000

Rys. 6. Metodyka i wyniki badania goniometrycznego zgodnie z metodą RULA dla pozycji 3 w samolocie Cessna 150

SCORES

A. Arm & Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position

Step 1a: Adjust...

If shoulder is raised +1; If upper arm is abducted +1; If arm is supported or person is leaning -1

Step 2: Locate Lower Arm Position

Step 2a: Adjust...

If arm is working across midline of the body +1; If arm out to side of body +1

Step 3: Locate Wrist Position

Step 3a: Adjust...

If wrist is bent from the midline +1

Step 4: Wrist Twist

If wrist is twisted in mid-range =1; If twist at or near end of range =2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A

Use values from steps 1, 2, 3 & 4 to locate Posture Score in table A

Step 6: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute) or: If action repeatedly occurs 4 times per minute or more +1

Step 7: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent) +0; If 2 kg to 10 kg (intermittent) +1; If 2 kg to 10 kg (static or repeated) +2; If more than 10 kg load or repeated or shocks +3

Step 8: Find Row in Table C

The completed score from the Arm/wrist analysis is used to find the row on Table C

B. Neck, Trunk & Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position

Step 9a: Adjust...

If neck is twisted +1; If neck is side-bending +1

Step 10: Locate Trunk Position

Step 10a: Adjust...

If trunk is twisted +1; If trunk is side-bending +1

Step 11: Legs

If legs & feet supported and balanced +1; If not +2

Step 12: Look-up Posture Score in Table B

Use values from steps 9, 10 & 11 to locate Posture Score in Table B

Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static or: If action 4 minute or more +1

Step 14: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent) +0; If 2 kg to 10 kg (intermittent) +1; If 2 kg to 10 kg (static or repeated) +2; If more than 10 kg load or repeated or shocks +3

Step 15: Find Column in Table C

The completed score from the Neck/Trunk & Leg analysis is used to find the column on Chart C

Table A

		Wrist							
		1		2		3		4	
Upper Arm	Lower Arm	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist
1	1	1	2	2	2	2	2	3	3
1	2	2	2	2	2	2	3	3	3
1	3	3	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	2	2	2	2	3	3	3
2	2	2	3	3	3	3	4	4	4
2	3	3	3	3	3	3	4	4	5
3	1	2	3	3	3	3	4	4	5
3	2	3	3	3	4	4	4	5	5
3	3	3	4	4	4	4	4	5	5
4	1	3	4	4	4	4	4	5	5
4	2	3	4	4	4	4	4	5	5
4	3	3	4	4	4	4	4	5	5
5	1	5	5	5	5	5	5	6	6
5	2	5	6	6	6	6	6	7	7
5	3	6	6	6	6	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
6	2	7	8	8	8	8	8	9	9
6	3	9	9	9	9	9	9	9	9

Table C

	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
2	2	2	3	4	4	5	5	6	6
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6
4	3	3	3	4	4	5	5	6	6
5	4	4	4	5	5	6	6	7	7
6	4	4	4	5	5	6	6	7	7
7	5	5	5	6	6	6	7	7	7
8	5	5	6	6	7	7	7	7	7

Table B

	1	2	3	4	5	6
1	1	2	3	4	5	6
2	2	3	3	4	5	6
3	3	3	3	4	5	6
4	3	3	3	4	5	6
5	7	7	7	7	8	8
6	8	8	8	8	8	9

Trunk Posture Score

	1	2	3	4	5	6
Legs	1	2	3	4	5	6
Legs	1	2	3	4	5	6
Legs	1	2	3	4	5	6
Legs	1	2	3	4	5	6
Neck	1	2	3	4	5	6

Final Score 3

Name: Xxxxxx Xxxxxxxx

Section: Xxxxxxxx

Assessor: Xxxxxxxx Xxxxxxxx

Date: dd/mm/yyyy

FINAL SCORE: 1 or 2 = Acceptable; 3 or 4 investigate further; 5 or 6 investigate further and change soon; 7 investigate and change immediately

© Professor Alan Hedge, Cornell University. Nov. 2000

Rys. 7. Metodyka i wyniki badania goniometrycznego zgodnie z metodą RULA dla pozycji 4 w samolocie Cessna 150



SCORES

A. Arm & Wrist Analysis

Step 1: Locate Upper Arm Position

Step 1a: Adjust...

If shoulder is raised: +1;
If upper arm is abducted: +1;
If arm is supported or person is leaning: -1

Final Upper Arm Score = 4

Step 2: Locate Lower Arm Position

Step 2a: Adjust...

If arm is working across midline of the body: +1;
If arm out to side of body: +1

Final Lower Arm Score = 2

Step 3: Locate Wrist Position

Step 3a: Adjust...

If wrist is bent from the midline: +1

Final Wrist Score = 3

Step 4: Wrist Twist

If wrist is twisted in mid-range = 1;
If wrist at or near end of range = 2

Wrist Twist Score = 2

Step 5: Look-up Posture Score in Table A

Use values from steps 1, 2, 3 & 4 to locate Posture Score in table A.

Posture Score A = 4

Step 6: Add Muscle Use Score

If posture mainly static (i.e. held for longer than 1 minute) or:
If action repeatedly occurs 4 times per minute or more: +1

Muscle Use Score = 0

Step 7: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): +0;
If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1;
If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2;
If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Force/load Score = 0

Step 8: Find Row in Table C

The completed score from the Arm/Wrist analysis is used to find the row on Table C.

Final Wrist & Arm Score = 4

Table A

Upper Arm	Lower Arm	Wrist						
		Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist	Wrist Twist			
1	1	1	2	2	2	3	3	3
2	2	2	2	2	2	3	3	3
3	3	3	3	3	3	4	4	4
4	4	4	4	4	4	5	5	5
5	5	5	5	5	5	6	6	6
6	6	6	6	6	6	7	7	7
7	7	7	7	7	7	8	8	8
8	8	8	8	8	8	9	9	9

Table B

Neck	Trunk Posture Score					
	1	2	3	4	5	6
1	1	1	2	3	4	5
2	2	2	3	4	5	6
3	3	3	4	5	6	7
4	4	4	5	6	7	8
5	5	5	6	7	8	9
6	6	6	7	8	9	9

Table C

	1	2	3	4	5	6	7+
1	1	2	3	4	5	6	7+
2	2	3	4	5	6	7	8
3	3	4	5	6	7	8	9
4	4	5	6	7	8	9	9
5	5	6	7	8	9	9	9
6	6	7	8	9	9	9	9
7	7	8	9	9	9	9	9
8	8	9	9	9	9	9	9

B. Neck, Trunk & Leg Analysis

Step 9: Locate Neck Position

Step 9a: Adjust...

If neck is twisted: +1; If neck is side-bending: +1

Final Neck Score = 3

Step 10: Locate Trunk Position

Step 10a: Adjust...

If trunk is twisted: +1; If trunk is side-bending: +1

Final Trunk Score = 3

Step 11: Legs

If legs & feet supported and balanced: +1;
If not: +2

Final Leg Score = 1

Step 12: Look-up Posture Score in Table B

Use values from steps 9, 10 & 11 to locate Posture Score in Table B.

Posture B Score = 4

Step 13: Add Muscle Use Score

If posture mainly static or:
If action > 4 times per minute or more: +1

Muscle Use Score = 0

Step 14: Add Force/load Score

If load less than 2 kg (intermittent): +0;
If 2 kg to 10 kg (intermittent): +1;
If 2 kg to 10 kg (static or repeated): +2;
If more than 10 kg load or repeated or shocks: +3

Force/load Score = 0

Step 15: Find Column in Table C

The completed score from the Neck/Trunk & Leg analysis is used to find the column on Chart C.

Final Neck, Trunk & Leg Score = 4

Final Score 4

Name: Xxxxx Xxxxxxx Assessor: Xxxxxxx Xxxxxxx

Section: Xxxxxxx Task: Xxxxxxx Date: dd/mm/yyyy

FINAL SCORE: 1 or 2 = Acceptable; 3 or 4 investigate further; 5 or 6 investigate further and change soon; 7 investigate and change immediately

© Professor Alan Hedge, Cornell University: Nov. 2000

Rys. 8. Badanie goniometryczne i metoda RULA dla pozycji 5 w samolocie Cessna 150

5. WNIOSKI

Po przeprowadzeniu badań w kabinie samolotu Cessna 150 odnotowano średnie (dla 80% badanych pozycji) ryzyko wystąpienia dolegliwości ze strony układu mięśniowo-szkieletowego. Jedynie dla pozycji 2 pilota uzyskano duże obciążenie jego układu ruchu (wartość obciążenia równa 6), natomiast dla pozostałych pozycji wartość obciążenia nie przekraczała liczby 3 (poza pozycją 5 – uzyskana wartość wyniosła 4). Wystąpienie takiego zagrożenia jest wynikiem nieprawidłowego rozmieszczenia urządzeń sterowniczych w kabinie samolotu. Nieergonomiczne usytuowanie urządzeń sterowniczych sprawia, że pilot jest zmuszony do przyjmowania niewłaściwych pozycji ciała podczas pracy. Konsekwencją tego może być wystąpienie obciążeń układu mięśniowo-szkieletowego, w tym jego nieodpowiedniego rozkładu w obszarze przestrzennym układu ruchu. Sposobem na zmniejszenie występującego zagrożenia dla badanego stanowiska pracy jest skrócenie czasu zmiany roboczej oraz zmiany konstrukcyjne w obrębie kabiny samolotu. Niniejsze opracowanie stanowi odpowiedź na zapotrzebowanie naukowe i badawcze w obszarze oddziaływania warunków pracy pilotów samolotów cywilnych na wartości obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego podczas realizacji czynności w ramach realizowanej pracy. Zakres opracowania dotyczy samolotu turystycznego, a opisana metoda dotyczy wstępnego określenia niezbędnych parametrów diagnostycznych ujmujących niniejsze obciążenia w kontekście aspektu medycznego i technicznego ich oddziaływania na organizm ludzki.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Bugajska J., Żołnierczyk-Zreda D., Hildt-Ciupińska K.: Profilaktyka dolegliwości mięśniowo-szkieletowych w kontekście psychospołecznych aspektów pracy. Publikacja na stronie Centralnego Instytutu Ochrony Pracy (adres elektroniczny: www.ciop.pl/48015, data aktualizacji: 19.02.2012).
- [2] Franus E.: *Struktura i ogólna metodologia nauki ergonomii*, Kraków 1992.
- [3] Horst W., Dahlke G.: *Bezpieczeństwo na drogach. Edukacja i diagnostyka kierujących pojazdami*. Poznań 2008.
- [4] Horst W., Dahlke G.: *Kryteria oceny bezpieczeństwa i ergonomiczności pojazdu. Wybrane zagadnienia*, Monografia – praca zbiorowa, Wydawnictwo Instytutu Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej, Poznań 2007, ss. 72–84.
- [5] Horst W., Dahlke G.: *Kształtowanie świadomości ergonomicznej w zakresie sposobu wykonywania pracy jako metoda unikania strat w firmie*, [w:] II Ogólnopolska konferencja z zakresu zarządzania bezpieczeństwem pracy pod hasłem: Zarządzanie bezpieczeństwem pracy warunkiem efektywnego zarządzania, Białystok, 20–21.05.2003, ss. 29–43.
- [6] Horst W., Dahlke G.: *Miejsce problematyki dolegliwości mięśniowo-szkieletowych w ergonomii*, [w:] „Udział edukacji i badań z zakresu ergonomii i bezpieczeństwa pracy w ochronie zdrowia społeczeństwa”. Monografia pod redakcją J. S. Marcinkowskiego, W. M. Horst, Poznań 2006, ss. 11–19.
- [7] Horst W.: *Ryzyko zawodowe na stanowisku pracy*, Poznań 2004.
- [8] Instrukcja użytkownika samolotu Cessna 150.
- [9] Kamińska J., Sztokarski T., Liu D: *Metoda oceny pozycji przy pracy z wykorzystaniem rejestracji goniometrycznej* [w:] „Bezpieczeństwo pracy” 12 (20000), s. 20–23.
- [10] Pacholski L.: *Ergonomia*, Poznań 1986.
- [11] Paluszkiewicz L.: *Ergonomiczne właściwości przyrządów sygnalizacyjnych i sterowniczych*, Warszawa 1975.
- [12] Płotnicka N.: *Ergonomiczne czynniki ryzyka w pracy pilota na wybranych typach samolotów*. Praca magisterska, Politechnika Poznańska. Poznań 2010.
- [13] Rozporządzenie o chorobach zawodowych (Dz. U. 132, poz. 1115).
- [14] Ziobro E.: *Ergonomia*, Wrocław 1976.
- [15] www.kulturabezpieczenstwa.pl (data aktualizacji: 19.02.2012).