

Aleksandra JASIAK*

PORÓWNANIE JAKOŚCI ERGONOMICZNEJ I OCENY RYZYKA ZAWODOWEGO NA PRZYKŁADZIE WIERTARKI STOŁOWEJ

Celem artykułu jest określenie związku między jakością ergonomiczną maszyny i oceną ryzyka przy obsłudze wiertarki stołowej typu WS-15. Ocenę ryzyka zawodowego badanego obiektu obliczono metodą Risk Score. Oceniono również jakość ergonomiczną obliczoną z użyciem wytycznych normy PN-88/N-08007 „Atestacja ergonomiczna maszyn i urządzeń, podstawy metodyczne” wydanej w 1989 r. przez Polski Komitet Normalizacji, Miar i Jakości.

Wynik oceny ryzyka badanego obiektu został porównany z wynikiem jakości ergonomicznej. Wyniki przeprowadzonych badań potwierdzają, że istnieje związek między jakością ergonomiczną i oceną ryzyka zawodowego. Można zaryzykować stwierdzenie, że zła jakość ergonomiczna idzie w parze z ryzykiem zawodowym.

Słowa kluczowe: ocena ryzyka, jakość ergonomiczna, kierunki modernizacji

1. WPROWADZENIE

Wiertarka stołowa jest popularnym urządzeniem używanym w wielu przedsiębiorstwach produkcyjnych. Jest przeznaczona do wykonywania otworów, szczególnie w elementach z drewna, jak też z metali i tworzyw sztucznych. Operator wiertarki stołowej na danym stanowisku obrabia przedmioty drewniane, takie jak: elementy stolarki budowlanej, skrzynie, schody i podłogi.

Wiertarka powinna być ustawiona w sposób zapewniający wygodny dostęp dla obsługującego ją użytkownika. Miejsce, w którym jest zainstalowana, powinno być dobrze oświetlone. Przy instalowaniu należy zwrócić uwagę, aby maszyna była uziemiona lub zerowana, zależnie od systemu zabezpieczeń stosowanego u odbior-

* Wydział Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej.

cy. Pracownik przystępujący do pracy na wiertarce powinien stać na kratkach izolujących do go ziemi [1].

Podczas obsługi wiertarki stołowej pracownik wykonuje proste czynności polegające na uchwyceniu przedmiotu obrabianego, położeniu go na wiertarce, przewierceniu odpowiedniego otworu i odłożeniu przedmiotu do skrzynki posadowionej obok stołu na podwyższeniu. Wszystkie materiały potrzebne do wykonania pracy są dostarczane na stół roboczy na stanowisku pracy. Po zakończeniu pracy pracownik sprząta stanowisko, zamiatając stół i podłogę.

Celem artykułu jest określenie związku między jakością ergonomiczną maszyny i oceną ryzyka przy obsłudze wiertarki stołowej typu WS-15.

2. IDENTYFIKACJA ZAGROZEŃ I METODY OCENY RYZYKA ZAWODOWEGO

Istnieje wiele metod analizy ryzyka, różniących się sposobem postępowania podczas analizy informacji o danym obiekcie, stanowisku czy procesie. Odmienny jest też zasób informacji niezbędnych do przeprowadzenia analizy, a także zakres ich zastosowań. Do najbardziej popularnych należą metody OWAS, RULA, REBA, JSI i Risk Score, które poniżej zostały krótko scharakteryzowane.

Metoda OWAS (*Ovako Posture Analysing System*) umożliwia identyfikację zagrożeń i szacowanie ryzyka wynikającego z pozycji przyjmowanych podczas pracy oraz z obciążenia zewnętrznego. Składa się z dwóch kroków:

- obserwacji i rejestracji przyjmowanych podczas pracy i uwzględnianych w metodzie pozycji segmentów narządu ruchu (plecy, ramiona, kończyny dolne) w przyjętych przerwach czasowych (najczęściej co 30 s lub co 60 s);
- klasyfikacji tych pozycji według określonych kryteriów, stanowiącej podstawę działań korygujących na stanowisku pracy.

Na podstawie uzyskanych wyników można:

- ocenić obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego;
- wskazać niezbędny poziom działań mających na celu eliminację lub ograniczenie czynników ryzyka uwzględnianych w metodzie.

Metoda RULA (*Rapid Upper Limb Assessment*) to metoda pomiaru obciążenia posturalnego i czynnościowego kończyn górnych towarzyszącego czynnościom wykonywanym w pozycji siedzącej. Umożliwia oszacowanie ryzyka dolegliwości i schorzeń narządu ruchu wywołanych sposobem wykonywania pracy. Metoda może być stosowana zarówno w procesie projektowania ergonomicznego, jak i podczas ergonomicznego korygowania stanowiska pracy w zakresie pozycji obciążenia zewnętrznego lub stosowanych sił.

Metoda REBA (*Rapid Entire Body Assessment*) to metoda szybkiego pomiaru obciążenia posturalnego i czynnościowego całego ciała podczas wykonywania

pracy w pozycji stojącej. Metoda umożliwia oszacowanie ryzyka powstawania schorzeń narządu ruchu wywołanych sposobem wykonywania pracy oraz spowodowanych pozycją ciała, zakresem ruchu, obciążeniem zewnętrznym lub stosowaną siłą, dynamiką pracy mięśni oraz rodzajem chwytu podczas wykonywania czynności na stanowiskach pracy charakteryzujących się dużą zmiennością pozycji ciała. Metoda REBA pozwala na ocenę obciążenia (z uwzględnieniem prawej i lewej strony ciała) kończyn górnych na podstawie oceny łącznego obciążenia tułowia, szyi i kończyn dolnych oraz łącznego obciążenia ramienia, przedramienia i ręki (nadgarstka).

Wskaźnik JSI (*Job Strain Index*) umożliwia szybką ocenę obciążenia ukierunkowaną na wskazanie czynników ryzyka powstawania dolegliwości i schorzeń rąk, nadgarstków, przedramion i łokci. Wskaźnik ten można stosować zarówno do identyfikacji ergonomicznych czynników ryzyka, jak i do oceny skuteczności interwencji ergonomicznej na stanowisku pracy czy w projektowaniu ergonomicznym. Wskaźnik JSI umożliwia:

- szybką identyfikację osób narażonych zawodowo na dolegliwości kończyn górnych;
- wstępną analizę narażenia pracownika – jego kończyn górnych – na ryzyko wynikające z pozycji, obciążenia statycznego mięśni, powtarzalności ruchów i stosowanej siły;
- ustalenie priorytetowych działań mających na celu modyfikację sposobu wykonywania zadań;
- porównanie obciążenia wynikającego z różnych zadań i czynności;
- podejmowanie decyzji o kolejności prowadzenia badań oraz o wprowadzeniu zmian na stanowisku pracy;
- ustalenie listy zawodów cechujących się podwyższonym ryzykiem wystąpienia schorzeń kończyn górnych wywołanych sposobem wykonywania pracy;
- określenie, który czynnik ryzyka jest główny w danej grupie zawodowej;
- określanie kierunków modyfikacji sposobu wykonywania pracy;
- ocenę narażenia na stanowisku pracy przed zmianami i po zmianach, a także ocenę skuteczności wprowadzonych zmian.

Metoda Risk Score należy do najpopularniejszych metod szacowania ryzyka zawodowego powstawania strat. Należy ona do metod jakościowo-ilościowych. Służy przede wszystkim do szacowania ryzyka strat ludzkich i strat materialnych. Za jej pomocą można zidentyfikować zagrożenia (tab. 1, tab. 2, tab. 3) oraz ocenić kategorię ryzyka powstawania dolegliwości i schorzeń narządu ruchu.

Wartość wskaźnika Risk Score oblicza się za pomocą wzoru [3]:

$$R = E \times S \times P \quad (1)$$

gdzie:

R – ryzyko,

E – ekspozycja (czas przebywania w strefie narażenia) na zagrożenie,

S – potencjalne skutki (straty) zagrożenia,

P – prawdopodobieństwo wystąpienia skutków zagrożenia.

Na podstawie wskaźnika Risk Score określa się kategorię ryzyka zgodnie z tabelą 4.

Tabela 1. Risk Score: potencjalne skutki zagrożenia (*S*) [3]

Wartość parametru <i>S</i>	Rodzaj skutku	Charakterystyka	
		Straty ludzkie	Straty materialne
100	poważna katastrofa	wiele ofiar śmiertelnych	ponad 35 mln zł
40	katastrofa	kilka ofiar śmiertelnych	≈ 3,5÷35 mln zł
15	bardzo duża	ofiara śmiertelna	≈ 350 tys.÷3,5 mln zł
7	duża	ciężkie uszkodzenie ciała	≈ 35÷350 tys. zł
3	średnia	absencja	≈ 3,5÷35 tys. zł
1	mała	najwyżej udzielenie pierwszej pomocy	≈ poniżej 3,5 tys. zł

Tabela 2. Risk Score: ekspozycja (*E*) (jej częstość) na ergonomiczny czynnik ryzyka [3]

Wartość parametru <i>E</i>	Poziom ekspozycji
10	stała
6	częsta (codziennie)
3	sporadyczna (raz na tydzień)
2	okazjonalna (raz na miesiąc)
1	minimalna (kilka razy rocznie)
0,5	znikoma (raz do roku)

Tabela 3. Risk Score: prawdopodobieństwo (*P*) wystąpienia skutku [3]

Wartość parametru <i>P</i>	Prawdopodobieństwo wystąpienia skutku	Szansa [%]
10	bardzo prawdopodobne	50 (1 na 2)
6	całkiem możliwe	10 (1 na 10)
3	mało prawdopodobne, ale możliwe	1 (1 na 100)
1	tylko sporadycznie możliwe	0,1 (1 na 1000)
0,5	możliwe	0,001 (1 na 10 000)
0,2	w praktyce niemożliwe	0,0001 (1 na 100 000)
0,1	tylko teoretycznie możliwe	0,00001 (1 na 1 000 000)

Tabela 4. Risk Score: kategorie ryzyka [3]

Kategoria ryzyka		Wartość R	Niezbędne działanie
1	pomijalne	$R < 20$	żadne działania nie są potrzebne
2	małe	$20 \leq R < 70$	należy zwrócić uwagę
3	średnie	$70 \leq R < 200$	potrzebna poprawa
4	duże	$200 \leq R < 400$	potrzebna natychmiastowa poprawa
5	bardzo duże	$400 \leq R$	rozważ wstrzymanie pracy

3. ATESTACJA MASZYN

Na potrzeby modernizacji stosuje się atestację maszyn i urządzeń, która polega na ocenie ich ergonomiczności oraz sprecyzowaniu działań powodujących poprawę cech ergonomicznych, a tym samym zapewnienie lepszego funkcjonowania systemu człowiek–obiekt techniczny [8]. W zależności od stopnia szczegółowości cech charakteryzujących obiekt atestacji ergonomicznej rozróżnia się następujące zbiory kryteriów ergonomicznych, hierarchicznie ze sobą powiązanych:

- ergonomiczne grupowe,
- ergonomiczne bazowe,
- ergonomiczne elementarne.

Kryteria ergonomiczne grupowe i bazowe przedstawiono w tabeli 5.

Tabela 5. Struktura normy PN-88/N-08007 [8]

Kryterium ergonomiczne grupowe		Kryterium ergonomiczne bazowe	
1		2	
rodzaj	Oznaczenie	rodzaj	oznaczenie
Ergonomiczność technologii i organizacji eksploatacji maszyny	G1	zagrożenie wypadkowe przy pracy	B1
		zagrożenia związane z naruszeniem normalnych warunków pracy	B2
		struktura czynności ruchowych związanych z organizacją i metodami pracy	B3
		jakość informacji i danych związanych z organizacją i metodami pracy	B4
		podatność maszyny na regulację tempa przepływu informacji (technologicznej i eksploatacyjnej) zgodnie z możliwościami percepcyjnymi człowieka	B5
		charakterystyka rytmu i tempa pracy jako źródeł obciążenia mięśniowego i psychicznego	B6
		możliwość popełnienia błędów w procesie pracy	B7

tabela 5 cd.

1		2	
Rodzaj	Oznaczenie	Rodzaj	Oznaczenie
Ergonomiczność przestrzeni pracy w systemie człowiek–maszyna	G2	parametry wymiarowe maszyny w aspekcie zasięgowo-ruchowych wymagań operatora	B8
		parametry przestrzenne związane z organizacją utrzymania ruchu maszyny (regulacja, konserwacja, przeglądy, remonty)	B9
		pozycja ciała przy pracy	B10
		cechy użytkowe podłogi	B12
		estetyka i forma wzornicza	B13
Ergonomiczność procesów informacyjno-decyzyjnych w systemie człowiek–maszyna	G3	charakterystyka czasowa procesów informacyjno-decyzyjnych i procesów sterowania w systemie człowiek–maszyna	B17
		ilościowe i jakościowe cechy procesów decyzyjnych w systemie człowiek–maszyna	B18
		zasadność i celowość stosowania urządzeń i elementów sterowniczych maszyny	B19
		rozdzielność oraz przystosowanie konstrukcji urządzeń i elementów sterowniczych do cech anatomicznych i sensoryczno-motorycznych operatora	B20
Ergonomiczność fizycznego, chemicznego i biologicznego środowiska pracy	G4	hałas, infradźwięki, ultradźwięki, wibracja	B21
		oświetlenie	B22
		temperatura, wilgotność, ruch, ciśnienie, jonizacja powietrza	B23
		pył przemysłowy, aerozole stałe i ciekłe	B24

W celu ogólnej oceny jakości ergonomicznej stosuje się wzór [8]:

$$W_k = \left(\prod_{l=1}^p w_{gl}^{r_l} \right)^{\gamma} \quad (2)$$

przy czym:

$$\gamma = \left(\sum_{l=1}^p r_l \right)^{-1} \quad (3)$$

gdzie:

w_k – kompleksowy wskaźnik ergonomiczności,

w_{gl} – grupowy wskaźnik ergonomiczności ze względu na l -te kryterium ergonomiczne grupowe,

r_l – stopień ważności l -tego kryterium ergonomicznego grupowego,

p – liczba przyjętych do oceny kryteriów ergonomicznych grupowych; $p = 4$.

4. OCENA RYZYKA ZAWODOWEGO NA BADANYM STANOWISKU

4.1. Warunki pracy człowieka przy maszynie

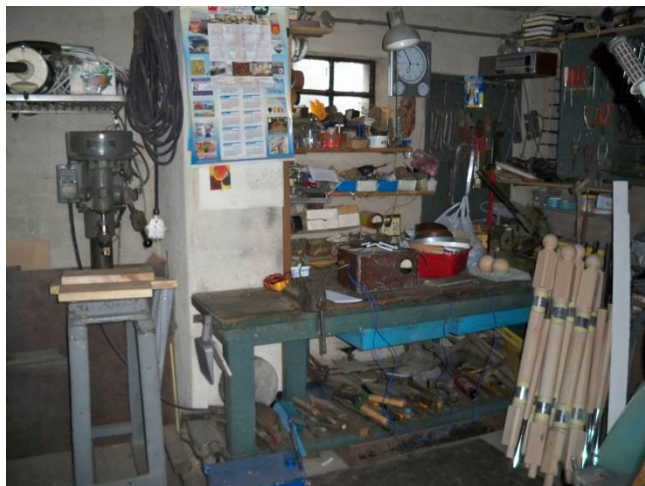
Stanowisko pracy przy obsłudze wiertarki stołowej jest umiejscowione w przydomowym garażu małego przedsiębiorstwa. Garaż ten w okresie zimowym nie jest ogrzewany. Temperatura i wilgotność są różne w różnych okresach roku i zależą w bardzo dużym stopniu od warunków atmosferycznych. Dach nie jest odpowiednio zabezpieczony, więc podczas silnych opadów przecieka w paru miejscach. W pomieszczeniu jest małe okno i oświetlenie ogólne; nie ma oświetlenia miejscowego na stanowisku obsługi wiertarki stołowej.

Wiertarka stołowa jest wykorzystywana do prac stolarskich. Praca przy tej maszynie wspomaga proces technologiczny (zazwyczaj jest to produkcja schodów drewnianych wykonywanych na zamówienie klienta). Pracownik pracuje na cały etat w innej firmie, a wyrób schodów jest pracą dodatkową, chce więc jak najszybciej wykonać jak najwięcej zleceń. Pracownik jest obciążony dużym tempem pracy i nie robi przerw, podczas których mógłby odpocząć. Wszystkie czynności robocze wykonuje w pozycji stojącej.

Części, oprzyrządowanie, narzędzia i wyposażenie pomocnicze są rozmieszczone w stałych miejscach, jednak w pewnej odległości od stanowiska pracy. W pomieszczeniu, w którym znajduje się wiertarka stołowa, nie ma miejsca na stworzenie odpowiednich i wygodnych warunków pracy.

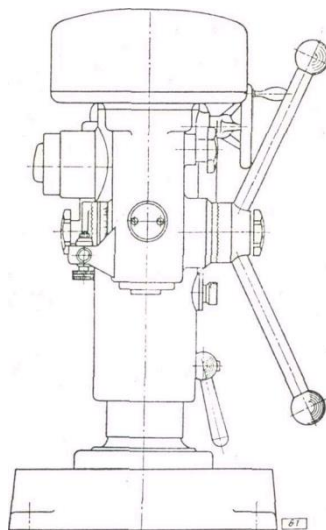


Rys. 1. Wiertarka stołowa (fot. własna)



Rys. 2. Umieszczenie wiertarki stołowej (fot. własna)

Na podstawie obserwacji i doświadczenia można założyć, że od pracownika pracującego na stanowisku obsługi wiertarki stołowej wymaga się szczególnej zdolności w zakresie: szybkiego reagowania na sytuacje bodźcowe, koordynacji wzrokowo-ruchowej, koncentracji i odporności na stres, a także sprawności ruchowej.



Rys. 3. Schemat wiertarki stołowej (oprac. własne na podst. [1])

Podczas używania wiertarki stołowej wykonuje się następujące czynności:

- przyniesienie przedmiotu obrabianego,
- położenie przedmiotu na wiertarce,

- przewiercenie odpowiedniego otworu,
 - odniesienie przedmiotu obrabianego na miejsce składowania.
- Struktura czynności z użyciem wiertarki stołowej jest następująca:
- zmiana prędkości obrotowej wrzeczona odbywa się przez przełożenie pasa przekładni pasowej na inne rowki kół pasowych przekładni w górnej części maszyny oraz wyregulowanie naciągu tego pasa,
 - włączenie obrotów maszyny następuje z użyciem przełącznika ZAŁ, a wyłączenie z użyciem przełącznika WYŁ,
 - posuw ręczny jest sterowany za pomocą rękojeści,
 - posuw mechaniczny jest załączany rękojeścią zaciskową.

Do wyposażenia technicznego i narzędziowego wiertarki stołowej należą: wiertła, oprawki do wiertel, gwintowniki wraz z oprawkami, imadło maszynowe zwykłe, imadło maszynowe pochylne, uchwyt do wiertel, trzpień do uchwytu, przyrząd do gwintowania, wkrętak, olejarka, zestaw kluczy.

4.2. Identyfikacja zagrożeń i ocena ryzyka na badanym stanowisku

Do oceny ryzyka na stanowisku pracy z wiertarką stołową wybrano metodę Risk Score, ponieważ jest ona najczęściej używana w celu oceny ryzyka zawodowego.

W wyniku analizy stanowiska obsługi wiertarki stołowej zidentyfikowano 26 zagrożeń, z czego aż 15 należy do kategorii wysokiego lub bardzo wysokiego ryzyka. Poniżej przedstawiono szczegółowe informacje na temat poszczególnych zagrożeń z tych kategorii. Ze względu na ograniczenie objętości niniejszego artykułu pozostałe zagrożenia zostały jedynie wymienione.

Zagrożenie 1 – nieuwzględnienie w konstrukcji maszyny rozwiązań umożliwiających osobom trzecim łatwy dostęp do wyłącznika awaryjnego „stop” (rys. 4).



Rys. 4. Wylącznik awaryjny „stop” (fot. własna)

Stosowane środki ochrony (indywidualnej i zbiorowej) przed zdefiniowanym zagrożeniem: brak środków ochrony przez zagrożeniem; wyłącznik awaryjny „stop” jest trudno dostępny dla osób postronnych, ponieważ jest zbyt mały. Ocenę zagrożenia 1 przedstawiono w tabeli 6.

Tabela 6. Ocena ryzyka dla zagrożenia 1 (oprac. własne)

Kryterium oceny	Wartość liczbowa	Opis słowny
Ryzyko $R_1 = S_1 \times E_1 \times P_1$	$15 \times 10 \times 3 = 450$	bardzo duże
Kategoria ryzyka: bardzo duże ryzyko		

Zagrożenie 2 – brak osłonięcia (zwłaszcza podczas długich przerw w pracy) elementów, które ze względu na czynności technologiczne powinny być ostre.

Kategoria ryzyka: małe ryzyko

Zagrożenie 3 – nadmierne wystawianie oraz brak zaokrągleń i załamań końców śrub, klinów itd. w tych miejscach, w których to nie koliduje z procesem technologicznym.

Kategoria ryzyka: średnie ryzyko

Zagrożenie 4 – niezgodne z wymaganiami normatywnymi oznakowanie przewodów, drzwiczek, osłon i pokryw.

Stosowane środki ochrony (indywidualnej i zbiorowej) przed zdefiniowanym zagrożeniem: brak środków ochrony przez zagrożeniem (rys. 5).

Ocenę zagrożenia 4 przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 7. Ocena ryzyka dla zagrożenia 4 (oprac. własne)

Kryterium oceny	Wartość liczbowa	Opis słowny
Ryzyko $R_5 = S_5 \times E_5 \times P_5$	$15 \times 10 \times 6 = 900$	bardzo duże ryzyko
Kategoria ryzyka: bardzo duże ryzyko		



Rys. 5. Wiertarka stołowa – brak osłony na górnej części maszyny (fot. własna)

Zagrożenie 5 – rozwiązania konstrukcyjne umożliwiają osobom niepowołanym dostęp do miejsc, w których znajdują się elementy maszyny pod napięciem.

Stosowane środki ochrony (indywidualnej i zbiorowej) przed zdefiniowanym zagrożeniem: brak środków ochrony. Jest możliwy dostęp osób niepowołanych do miejsc, w których znajdują się elementy pod napięciem – przewód zwisa ze stołu i leży na podłodze w pobliżu drogi komunikacyjnej.

Ocenę zagrożenia 5 przedstawiono w tabeli 8.

Tabela 8. Ocena ryzyka dla zagrożenia 5 (oprac. własne)

Kryterium oceny	Wartość liczbowa	Opis słowny
Ryzyko $R_4 = S_4 \times E_4 \times P_4$	$15 \times 10 \times 6 = 900$	Bardzo duże ryzyko
Kategoria ryzyka: bardzo duże ryzyko		

Zagrożenie 6 – brak konstrukcyjnych zabezpieczeń przed powstaniem w maszynie łuku elektrycznego.

Stosowane środki ochrony (indywidualnej i zbiorowej) przed zdefiniowanym zagrożeniem: brak środków ochrony przez zagrożeniem.

Ocenę zagrożenia 6 przedstawiono w tabeli 9.

Tabela 9. Ocena ryzyka dla zagrożenia 6 (oprac. własne)

Kryterium oceny	Wartość liczbowa	Opis słowny
Ryzyko $R_6 = S_6 \times E_6 \times P_6$	$15 \times 10 \times 3 = 450$	duże ryzyko
Kategoria ryzyka: duże ryzyko		

Zagrożenie 7 jest spowodowane brakiem rozwiązań konstrukcyjnych tworzących zgodną z wymaganiami normatywnymi ochronę, w tym również usunięcie człowieka ze strefy wpływu tych zagrożeń.

Kategoria ryzyka: średnie ryzyko.

Zagrożenie 8 – brak konstrukcyjnych rozwiązań zapewniających bezpieczne uchwycenie maszyny w celu jej podwieszenia lub przemieszczenia.

Kategoria ryzyka: małe ryzyko.

Zagrożenie 9 – brak ochronnych urządzeń bezwarunkowych, funkcjonujących samodzielnie, uniemożliwiających obsłudze i osobom postronnym dostęp do miejsc niebezpiecznych w celu regulacji, konserwacji czy napraw.

Kategoria ryzyka: małe ryzyko.

Zagrożenie 10 – brak rozwiązań konstrukcyjnych typu centralne smarowanie, samoczynne kasowanie luzów itp., ograniczających czynności obsługi i regulacji maszyny.

Kategoria ryzyka: małe ryzyko

Zagrożenie 11 – brak w widocznym miejscu informacji o parametrach procesu technologicznego prowadzonego z użyciem maszyny, ułatwiających obsłudze czynności kontrolne.

Kategoria ryzyka: pomijalne

Zagrożenie 12 – brak możliwości przyjęcia wygodnej pozycji ciała na stanowisku pracy.

Stosowane środki ochrony (indywidualnej i zbiorowej) przed zdefiniowanym zagrożeniem: brak środków ochrony przez zagrożeniem. Pracę przy obsłudze tej maszyny wykonuje się na stojąco i nie ma możliwości zmiany pozycji np. na siedzącą.

Ocenę zagrożenia 12 przedstawiono w tabeli 10.

Tabela 10. Ocena ryzyka dla zagrożenia 12 (oprac. własne)

Kryterium oceny	Wartość liczbowa	Opis słowny
Ryzyko $R_{12} = S_{12} \times E_{12} \times P_{12}$.	$7 \times 10 \times 10 = 700$	Bardzo duże ryzyko
Kategoria ryzyka: Bardzo duże. Nakazano natychmiastowe zredukowanie zagrożenia		

Zagrożenie 13 – natężenie oświetlenia jest niezgodne z wymaganiami normatywnymi.

Stosowane środki ochrony (indywidualnej i zbiorowej) przed zdefiniowanym zagrożeniem: brak środków ochrony przez zagrożeniem; natężenie oświetlenia jest zbyt małe.

Ocenę zagrożenia 13 przedstawiono w tabeli 11.

Tabela 11. Ocena ryzyka dla zagrożenia 13 (oprac. własne)

Kryterium oceny	Wartość liczbowa	Opis słowny
Ryzyko $R_{13} = S_{13} \times E_{13} \times P_{13}$.	$3 \times 10 \times 10 = 300$	duże ryzyko
Kategoria ryzyka: duże ryzyko		

Zagrożenie 14 – elementy obsługi nie są łatwe do rozróżnienia i identyfikacji.

Stosowane środki ochrony (indywidualnej i zbiorowej) przed zdefiniowanym zagrożeniem: brak środków ochrony przez zagrożeniem; elementy obsługi nie są łatwe do rozróżnienia i identyfikacji.

Ocenę zagrożenia 14 przedstawiono w tabeli 12.

Tabela 12. Ocena ryzyka dla zagrożenia 14 (oprac. własne)

Kryterium oceny	Wartość liczbowa	Opis słowny
Ryzyko $R_{14} = S_{14} \times E_{14} \times P_{14}$	$7 \times 10 \times 6 = 420$	duże ryzyko
Kategoria ryzyka: duże ryzyko		

Zagrożenie 15 – na stanowisku występuje monotonia wynikająca z jednostajności bodźców.

Stosowane środki ochrony (indywidualnej i zbiorowej) przed zdefiniowanym zagrożeniem: brak środków ochrony; na stanowisku pracy występuje monotonia wynikająca z jednostajności bodźców.

Ocenę zagrożenia 15 przedstawiono w tabeli 13.

Tabela 13. Ocena ryzyka dla zagrożenia 15 (oprac. własne)

Kryterium oceny	Wartość liczbowa	Opis słowny
Ryzyko $R_{15} = S_{15} \times E_{15} \times P_{15}$	$7 \times 10 \times 3 = 210$	duże ryzyko
Kategoria ryzyka: duże ryzyko		

Zagrożenie 16 – na stanowisku występuje monotonia wynikająca z jednostajności działań.

Stosowane środki ochrony (indywidualnej i zbiorowej) przed zdefiniowanym zagrożeniem: brak środków ochrony; na stanowisku występuje monotonia wynikająca z jednostajności działań.

Ocenę zagrożenia 16 przedstawiono w tabeli 14.

Tabela 14. Ocena ryzyka dla zagrożenia 16 (oprac. własne)

Kryterium oceny	Wartość liczbowa	Opis słowny
Ryzyko $R_{16} = S_{16} \times E_{16} \times P_{16}$	$7 \times 10 \times 3 = 210$	duże ryzyko
Kategoria ryzyka: duże ryzyko		

Zagrożenie 17 – na stanowisku występuje monotonia wynikająca z niezmienniej sytuacji pracy.

Stosowane środki ochrony (indywidualnej i zbiorowej) przed zdefiniowanym zagrożeniem: brak środków ochrony; na stanowisku występuje monotonia wynikająca z niezmienniej sytuacji pracy.

Ocenę zagrożenia 17 przedstawiono w tabeli 15.

Tabela 15. Ocena ryzyka dla zagrożenia 17 (oprac. własne)

Kryterium oceny	Wartość liczbowa	Opis słowny
Ryzyko $R_{17} = S_{17} \times E_{17} \times P_{17}$	$7 \times 10 \times 3 = 210$	duże ryzyko
Kategoria ryzyka: duże ryzyko		

Zagrożenie 18 – konstrukcja maszyny nie zapewnia samolikwidacji sytuacji awaryjnych czy niebezpiecznych (samowłączenie, blokada), a błąd pracownika może spowodować groźne następstwo.

Kategoria ryzyka: średnie ryzyko.

Zagrożenie 19 – na płaszczyźnie obserwacji występują barwy nasycone.

Kategoria ryzyka: pomijalne.

Zagrożenie 20 – nie wszystkie zagrożenia występujące na stanowisku pracy są sygnalizowane za pomocą barwy lub znaku.

Stosowane środki ochrony (indywidualnej i zbiorowej) przed zdefiniowanym zagrożeniem: brak środków ochrony. Zagrożenia występujące na stanowisku pracy nie są sygnalizowane przez oznaczenia lub barwę.

Ocenę zagrożenia 20 przedstawiono w tabeli 16.

Tabela 16. Ocena ryzyka dla zagrożenia 20 (oprac. własne)

Kryterium oceny	Wartość liczbowa	Opis słowny
Ryzyko $R_{20} = S_{20} \times E_{20} \times P_{20}$	$15 \times 10 \times 6 = 900$	Bardzo duże ryzyko
Kategoria ryzyka: Bardzo duże ryzyko		

Zagrożenie 21 – korpus maszyny lub urządzenia obojętny z punktu widzenia informacji; nie jest pomalowany barwami mało nasyconymi i złamanymi szarą.

Kategoria ryzyka: pomijalne.

Zagrożenie 22 – zestawienie różnych powierzchni barwnych na maszynie nie jest podporządkowane funkcjom poszczególnych części w procesie obsługi.

Stosowane środki ochrony (indywidualnej i zbiorowej) przed zdefiniowanym zagrożeniem: brak środków ochrony. Zestawienie różnych powierzchni barwnych na maszynie nie jest podporządkowane funkcjom poszczególnych części w procesie obsługi.

Ocenę zagrożenia 22 przedstawiono w tabeli 17.

Tabela 17. Ocena ryzyka dla zagrożenia 22 (oprac. własne)

Kryterium oceny	Wartość liczbowa	Opis słowny
Ryzyko $R_{22} = S_{22} \times E_{22} \times P_{22}$	$7 \times 10 \times 3 = 210$	duże ryzyko
Kategoria ryzyka: duże ryzyko		

Zagrożenie 23 – natężenie hałasu jest niezgodne z wymaganiami normatywnymi.

Stosowane środki ochrony (indywidualnej i zbiorowej) przed zdefiniowanym zagrożeniem: pracownik posiada słuchawki, ale z nich nie korzysta. Natężenie hałasu jest zbyt duże i wynosi 105 dB (A).

Ocenę zagrożenia 23 przedstawiono w tabeli 18.

Tabela 18. Ocena ryzyka dla zagrożenia 23 (oprac. własne)

Kryterium oceny	Wartość liczbowa	Opis słowny
Ryzyko $R_{23} = S_{23} \times E_{23} \times P_{23}$	$7 \times 10 \times 3 = 210$	bardzo prawdopodobne
Kategoria ryzyka: duże ryzyko		

Zagrożenie 24 – na stanowisku pracy występują zanieczyszczenia powietrza.

Stosowane środki ochrony (indywidualnej i zbiorowej) przed zdefiniowanym zagrożeniem: pracownik nie korzysta z maski ochronnej ani żadnej innej ochrony przed zagrożeniem. Na stanowisku pracy występuje zagrożenie związane z pyłami (kurzem z drewna).

Ocenę zagrożenia 24 przedstawiono w tabeli 19.

Tabela 19. Ocena ryzyka dla zagrożenia 24 (oprac. własne)

Kryterium oceny	Wartość liczbowa	Opis słowny
Ryzyko $R_{24} = S_{24} \times E_{24} \times P_{24}$	$7 \times 10 \times 6 = 420$	bardzo duże ryzyko
Kategoria ryzyka: Bardzo duże ryzyko		

Zagrożenie 25 – mikroklimat nie jest zgodny z wymaganiami normatywnymi.

Kategoria ryzyka: średnie ryzyko.

Zagrożenie 26 – na hali nie ma apteczki ani odpowiedniego sprzętu przeciwpożarowego.

Stosowane środki ochrony (indywidualnej i zbiorowej) przed zdefiniowanym zagrożeniem: umiejscowienie apteczki i gaśnicy nie umożliwia szybkiego i łatwego dostępu do nich; znajdują się one w pomieszczeniu gospodarczym, które jest zamykane na klucz.

Ocenę zagrożenia 26 przedstawiono w tabeli 20.

Tabela 20. Ocena ryzyka dla zagrożenia 26 (opracowanie własne)

Kryterium oceny	Wartość liczbowa	Opis słowny
Ryzyko $R_{26} = S_{26} \times E_{26} \times P_{26}$	$7 \times 10 \times 6 = 420$	Bardzo duże ryzyko
Kategoria ryzyka: Bardzo duże ryzyko		

Łączna ocena ryzyka na stanowisku pracy:

$$R = (R_1 + R_2 + \dots + R_{26}) / 26 = 284$$

Kategoria łącznego ryzyka i podjęte działania: ryzyko duże; istnieje potrzeba podjęcia natychmiastowych działań zmniejszających ryzyko zawodowe.

4.3. Ocena ergonomiczna wiertarki wg normy PN-88/N-08007

Równoległe z oceną ryzyka zawodowego na stanowisku obsługi wiertarki stołowej dokonano oceny ergonomicznej wg normy PN-88/N-08007. Wyniki przedstawiono w tabeli 21.

Tabela 21. Wyniki ocen jakości ergonomicznej wiertarki stołowej typu WS-15 wg normy PN-88/N-08007 (oprac. zespołowe)

Kryterium ergonomiczne				Wskaźnik ergonomiczny	
bazowe		grupowe		bazowy	grupowy
Nr	stopień ważności	Nr	stopień ważności	Wb	Wg
1	2			0,3	
2	1,5			0,5	
3	1			0,3	
4	1	1	1	0,5	0,39
5	1			0,5	
6	1,5			0,9	
7	1			0,1	
8	1,5			0,7	
9	1,5			0,7	
10	2	2	1,5	0,3	0,46
12	–			–	
13	1			0,3	
17	1			0,5	
18	1	3	1	0,3	0,5
19	1			0,5	
20	1,5			0,7	
21	2			0,1	
22	1,5	4	2	0,1	0,38
23	1			0,3	
24	1			0,5	

Z użyciem wzorów (2) i (3) obliczono, że jakość ergonomiczna maszyny wynosi 0,42, co według normy PN-88/N-08007 oznacza, że ocena ergonomiczności maszyny nie jest pozytywna.

Najniżej oceniono jakość ergonomiczną:

- fizycznego, chemicznego i biologicznego środowiska pracy,
- technologii i organizacji eksploatacji maszyny.

5. OGÓLNA PREZENTACJA MOŻLIWYCH WARIANTÓW MODERNIZACJI ERGONOMICZNEJ WIERTARKI STOŁOWEJ

Po ocenie stanu bieżącego na stanowisku obsługi wiertarki stołowej wskazane było:

- zredukowanie zagrożenia związanego z uniemożliwieniem osobom postronnym dostępu do wyłącznika awaryjnego „stop”, np. przez wymontowanie na wyłączniku awaryjnym „stop” koszyka zabezpieczającego;
- umożliwienie osłonięcia elementów ostrych podczas długich przerw w pracy, np. przez zastosowanie osłon ochronnych;
- załamanie lub zaokrąglenie końców śrub i klinów;
- zastosowanie rodzaju ochrony odpowiedniego do warunków eksploatacji i klas ochrony odbiorników i innych przyrządów; wskazane są również zmiany, które uniemożliwiłyby osobom niepowołanym dostęp do miejsc, w których znajdują się elementy pod napięciem, np. przez podwieszenie kabli do sufitu i zastosowanie osłon bądź przeniesienie maszyny w inne miejsce, oddalone od drogi komunikacyjnej;
- oznakowanie przewodów, drzwiczek, pokryw i osłon zgodnie z obowiązującymi normami;
- prawidłowy dobór, rozmieszczenie, zamocowanie i osłonięcie elementów elektrycznych;
- zastosowanie ochron przed poparzeniem, np. przez zastosowanie osłon;
- zakup nowego stołu, do którego powinna być przytwierdzona wiertarka stołowa;
- umożliwienie zmiany pozycji ciała na siedzącą; siedzisko powinno być zgodne z poniższymi wymaganiami ergonomicznymi;
- płyta siedziska powinna mieć odpowiednie wymiary:
 - a) wysokość min. 420 mm,
 - b) głębokość 400÷450 mm,
 - c) szerokość min. 380 mm;
- siedzisko powinno być nachylone względem poziomu pod odpowiednim kątem ($3\div 6^\circ$);
- kąt nachylenia oparcia siedziska powinien wynosić $100\div 105^\circ$;
- powinien być możliwy obrót osiowy o 360° ;
- siedzisko powinno być wyposażone w kółka, dzięki czemu jest możliwe łatwe przemieszczanie;

- zmiana oświetlenia (rodzaju, rozmieszczenia i jakości źródeł światła); oświetlenie powinno wynosić co najmniej 1000 lx [12, 15], ponieważ na stanowisku wykonuje się pracę precyzyjną;
- zmiana elementu sterowniczego, np. przez zamianę kształtu, rodzaju powierzchni (chropowatości, twardości itp.); wskazane jest, aby odbierane wrażenia dotykowe były wyczuwalne i różnicowane;
- oznakowanie zagrożeń występujących na stanowisku pracy za pomocą barwy lub znaku;
- zestawienie różnych powierzchni barwnych na maszynie, tak aby były podporządkowane funkcjom poszczególnych części w procesie obsługi;
- zmniejszenie poziomu hałasu, np. przez zastosowanie ochronników słuchu;
- zmniejszenie zanieczyszczeń, np. przez zastosowanie wentylacji i pochłaniaczy pyłów, oraz udostępnianie masek ochronnych;
- ocieplenie budynku, uszczelnienie dachu, zamontowanie klimatyzatora;
- zaopatrzenie pomieszczenia, w którym znajduje się stanowisko pracy, w odpowiednią liczbę apteczek i gaśnic zgodnych ze wszystkimi normami;
- zwrócenie uwagi, aby maszyna była uziemiona lub zerowana, zależnie od systemu zabezpieczeń stosowanego u odbiorcy; pracownik przystępujący do pracy na wiertarce powinien stać na kratkach izolujących do go ziemi.

Kosztorys proponowanych zmian wyniósł 45 410 zł. Ze względu na ograniczoną objętość artykułu pominięto rachunki szczegółowe. Firma planowała przeznaczyć na poprawienie warunków pracy 20 000 zł. Kwota ta okazała się niewystarczająca, w związku z czym właściciel zaplanował w pierwszej kolejności wyposażenie technologiczne i mniejsze prace remontowe, a ocieplenie budynku, które jest najkosztowniejsze – na kolejny rok kalendarzowy.

6. PODSUMOWANIE

Wskaźnik ergonomiczności ocenianej wiertarki stołowej wynosi 0,43. Jest to wartość mniejsza od 0,5, więc wiertarka stołowa typu WS-15 nie uzyskała pozytywnej oceny ergonomiczności. W wyniku oceny ryzyka na stanowisku pracy wykazano, że ryzyko związane z obsługą wiertarki stołowej jest duże, co jest potwierdzeniem tego, że stopień jakości ergonomicznej maszyny wiąże się ściśle z wynikiem oceny ryzyka zawodowego. Im jakość ergonomiczna jest niższa, tym występuje więcej zagrożeń dla zdrowia i życia operatora i w związku z tym ryzyko zawodowe na tym stanowisku jest większe.

Konkludując, należy zauważyć, że w praktyce przedsiębiorstw w ostatnich latach szczególną uwagę skupia się na symptomach obserwowalnych, takich jak uciążliwość pracy, a zanika skoncentrowanie na przyczynie zagrożeń, którą niezrędko jest niski stopień ergonomiczności maszyny.

LITERATURA

- [1] Dokumentacja techniczno-ruchowa wiertarki stołowej typu WS-15.
- [2] Górską E., Tytyk E., Ergonomia w projektowaniu stanowiska pracy, Oficyna Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998.
- [3] Horst W., Ryzyko zawodowe na stanowisku pracy, cz. 1 – Ergonomiczne czynniki ryzyka, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2004.
- [4] Jasiak A., Misztal A., Makroergonomia i projektowanie makroergonomiczne. Materiały pomocnicze, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2004.
- [5] Koradecka D., Bezpieczeństwo pracy i ergonomia, t. 1, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 1999.
- [6] Koradecka D., Bezpieczeństwo pracy i ergonomia t. 2, Centralny Instytut Ochrony Pracy, Warszawa 1999.
- [7] PN-84 E-02033 Oświetlenie wnętrz światłem elektrycznym, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1984.
- [8] Jasiak A., Pacholski L., Prussak W., Spychała M., Tytyk E., Polska Norma PN-88/N-08007 Ergonomiczna atestacja maszyn i urządzeń, Podstawy metodyczne (zleceniodawca CIOP, CPBR nr 11), Poznań, IOZPP, 1986-1988.
- [9] PN-EN 1050:1999 Maszyny. Bezpieczeństwo. Zasady oceny ryzyka, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 1999.
- [10] PN-ISO 7960:2000 Hałas obrabiarek – warunki pomiarów dotyczące obrabiarek do drewna, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2000.
- [11] PN-N-18002:2000 Systemy zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy – ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2000.
- [12] PN-EN 12464-1:2002 Światło, oświetlenie – oświetlenie miejsc pracy – miejsca pracy we wnętrzach, Polski Komitet Normalizacyjny, Warszawa 2002.
- [13] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy.
- [14] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 30 października 2002 r. w sprawie minimalnych wymagań dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy w zakresie użytkowania maszyn przez pracowników podczas pracy.
- [15] Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. 2002, Nr 217, poz. 1833).
- [16] http://www.bhponline.pl/ocena_ryzyka_zawodowego/zagrozenia_na_stanowisku_pracy_slusarza-87.html (26.03.09)
- [17] Tytyk E., Butlewski M., Bezpieczeństwo w technice i organizacji pracy, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011.

COMPARISON OF ERGONOMIC QUALITY AND RISK ASSESSMENT BASED ON DRILLING MACHINES

S u m m a r y

The purpose of this article is to show the relationship between the ergonomic quality of a machine and the risk assessment by the use of a drill type WS-15. Risk assessment of the object was calculated by the Risk Score method. Ergonomic quality was also evaluated by calculations using the procedures specified in PN-88/N-08007 „Ergonomic attestation of machinery and equipment. The methodical basis” published in 1989 by the Polish Committee for Standardization, Measures and Quality. The risk assessment result of the object was compared with the result of ergonomic quality. The results confirm that there is a relationship between the ergonomic quality and risk assessments. It can be said that poor ergonomic quality goes together with an occupational hazard.