



WYDAJNOŚĆ PRACOWNIKÓW I ERGONOMICZNY PROGRAM PREWENCYJNY

L'uboslav Dulina¹, Martin Gašo², Miroslava Kramárová², Dariusz Plinta¹

¹ Akademia Techniczno-Humanistyczna

² Uniwersytet Techniczny w Żylinie (University of Žilina, Slovakia)

Autor korespondencyjny:

Dariusz Plinta

Akademia Techniczno-Humanistyczna

ul. Willowa 2, 43-309 Bielsko-Biala, Polska

telefon: +48 33 82 79 234

e-mail: dplinta@ath.bielsko.pl

SŁOWA KLUCZOWE

ergonomia, analiza wydajności, doskonalenie stanowisk pracy

EMPLOYEES' PERFORMANCE AND ERGONOMIC PREVENTION PROGRAM

KEYWORDS

ergonomics, performance analysis, improvement of workplaces

ABSTRACT

The article deals with the human performance and the factors that affect job performance. During the performance of work a person is exposed to risk factors, which to some extent adversely affect his health. It is necessary to note, that currently prevail in the company of two views on the position of man in the process. First, promoted in particular employers, puts emphasis on increasing the performance of workers and productivity growth. The second view is supported by employees and emphasises the need for safety and health at work of man. The aim of ergonomics is currently referred to harmonise these views.

Work is an essential and therefore the dominant activity in the life of every person. An employer has to create the optimal working conditions for an employee to be able to use their performance-related capacity fully. The results which the keeping of the ergonomic rules in an enterprise brings can be divided into the economic ones, important for the employer and the health keeping ones, important for the employee. A man spends an essential part of their life in a work activity which has formed them during the whole evolution. Therefore we cannot overlook work activity and its effect on a person because it has progressive importance in human development and it is the factor of mental and physical functions improvement.

1. Wprowadzenie

Praca jest dominującym działaniem w życiu każdego człowieka. Aby to działanie było efektywne i pracownik mógł w pełni wykorzystywać swoje zdolności pracodawca powinien stworzyć optymalne warunki pracy. Efekty, które wynikają z zastosowania ergonomicznych rozwiązań, można podzielić na ekonomiczne – istotne dla pracodawcy oraz zdrowotne – ważne dla pracownika. Człowiek spędza znaczną część swego życia w pracy w określonych warunkach, które kształtowały się w sposób ewolucyjny. Dlatego nie można pominąć aktywności zawodowej i jej wpływu na osobę, ponieważ ma ona duże znaczenie w rozwoju ludzkim i jest istotnym czynnikiem rozwoju umysłowego i fizycznego człowieka [12, 25].

W ostatnim czasie coraz bardziej komplikują się relacje między człowiekiem, środkiem pracy i przedmiotem pracy. Stopniowo rozwija się ludzka aktywność zawodowa, a jednocześnie zmieniają się warunki pracy i wymagania stawiane pracownikom. Obecnie rozwój nauki i techniki znacząco wpływa na strukturę sił twórczych społeczeństwa. Ma to również wpływ na podejście człowieka do pracy i warunków pracy, a tym

samym wpływa na jego styl życia. W wielu dziedzinach zmniejszają się wymagania dotyczące umiejętności motorycznych i doświadczenia. Z drugiej strony, wzrasta znaczenie wiedzy sensorycznej, wiedzy teoretycznej i intelektualnej. W konsekwencji pojawiają się zmiany w zachowaniu człowieka. Są to zmiany o charakterze technicznym, które wpływają na środowisko pracy [3, 13, 20, 26]. Zmiany te mogą mieć efekt pozytywny lub negatywny z punktu widzenia zadowolenia, poziomu wysiłku i zagrożenia dla zdrowia pracowników podczas pracy.

2. Współczesne problemy ergonomii

Problemy ergonomiczne związane z wpływem wykonywanej pracy na pracownika pojawiają się wraz ze zmianami warunków pracy. Każda zmiana procedur roboczych i technologicznych prowadzi do zmian warunków pracy i wymagań stawianych pracownikowi. Często przy wprowadzaniu zmian nie zwraca się szczególnej uwagi na konsekwencje dla pracowników. Interesują się nimi tylko te osoby, które miały wypadek, chorobę lub

gdy zaistniał widoczny negatywny wpływ na pracownika [12, 24].

Często powstaje konflikt w wyrażaniu opinii dotyczący wykorzystania środków produkcji. Z jednej strony można twierdzić, że ułatwiają pracę, a z drugiej strony mogą negatywnie wpłynąć na pracowników wykonujących pracę [4, 11]. Nadal można obserwować oznaki czynników niekorzystnych dla warunków pracy, takich jak zanieczyszczenie powietrza, niewłaściwe przestrzenne rozwiązanie miejsc pracy, zanieczyszczenia chemiczne, stresujące sytuacje itd.

Warto zastanowić się nad faktem, że postęp techniczny, który powinien służyć człowiekowi, często obraca się przeciwko niemu. Postęp nauki i technologii często ułatwia pracę personelowi, ale czasami następuje kosztem zdrowia ludzkiego. Nie chodzi tu tylko o uszczerbek na zdrowiu pracownika pod wpływem określonych czynników ryzyka, takich jak choroby zawodowe czy wypadki przy pracy. Mogą to być skutki wynikające z czynników, które kojarzy się na pierwszy rzut oka tylko w połączeniu z pewnymi warunkami pracy. Mogą początkowo przejawiać się jako niezadowolenie, niezdolność do pracy lub w innych formach, które mogą zaszkodzić równowadze pomiędzy roszczeniami pracowników a możliwościami radzenia sobie z nimi [4, 7, 9, 10].

Ze względów praktycznych zaczęto stosować podział ergonomii na mikroergonomię i ergonomię makroekonomiczną. Ten podział nie jest jeszcze w pełni egzekwowany i stosowany. Jak stwierdził Hatjar [5], ergonomia makroekonomiczna traktuje ergonomię jako całość. W kontekście rozwoju nowych rozwiązań skupia się głównie na sprzęcie i systemach. W ich tworzeniu należy wyjść od opracowania i wdrożenia odpowiednich regulacji prawnych i gromadzenia danych historycznych, które umożliwią wskazanie właściwych grup docelowych do wdrażania nowych ergonomicznych rozwiązań. Jest to zatem podejście proaktywne.

Mikroergonomia skupia się na systematycznym rozwiązywaniu problemów w przedsiębiorstwie. W kontekście programów ergonomicznych, dzięki analizom ergonomicznym i metodom identyfikowane są negatywne czynniki wpływające na pracę i środowisko pracy pracowników, a następnie proponowane są rozwiązania zmierzające do wyeliminowania trudności związanych w szczególności z układem mięśniowo-szkieletowym. Celem mikroergonomii jest usunięcie trudności, a tym samym wywarcie pozytywnego wpływu na zdrowie pracowników, co przyniesie również korzyści finansowe przedsiębiorstwu.

3. Obciążenie i wydajność pracy

Jak stwierdził Skrehot [23], obciążenie pracą wynika z warunków zewnętrznych oraz z wymagań i uwarunkowań funkcjonowania danego systemu pracy mających wpływ na stan fizjologiczny i psychologiczny człowieka. Można zatem stwierdzić, że każda aktywność związana z wykonywaną pracą stanowi wyzwanie dla organizmu.

Wielkość obciążenia zależy od kilku czynników [23]: gotowości i zdolności pracownika do wykonania zadania, od samego charakteru zadania i warunków, w jakich ma miejsce wykonanie zadania. Z nadmiernym obciążeniem wiąże się nie tylko zmęczenie fizyczne, ale także psychiczne.

Można stwierdzić, że każda osoba cechuje się inną wydajnością. Wydajność człowieka rozumiana jest jako grupa atrybutów i umiejętności, które stanowią warunek prawidłowego wykonania zadań [17]. Wydajność może być scharakteryzowana jako zdolność człowieka do realizacji określonych zadań na jednostkę czasu. Efekt wykonanej pracy jest tylko częścią ogólnej wydajności, którą człowiek jest w stanie osiągnąć.

Wydajność jest wynikiem celowej aktywności, która ma miejsce w czasie, w określonych warunkach [17, 18]. Można zauważyć znaczne różnice włożonej energii między wykonywaniem pracy i na przykład podczas zajęć sportowych. Podczas zajęć sportowych w większości dyscyplin człowiek stara się wydać z siebie w krótkim czasie maksimum, aby uzyskać najlepszy wynik. Inaczej jest w pracy. Szczególnie ważne jest, aby pracownicy mogli zachować długotrwałą stabilność. Można zatem stwierdzić, że wyniki pracy nie odzwierciedlają wysiłku, z jakim pracownik wykonuje pracę, ani ile energii zużył. Określenie „wydajność pracy” można również odnieść do konkretnego osiągniętego wyniku pracy, która odbywa się w pewnych warunkach i w określonej jednostce czasu.

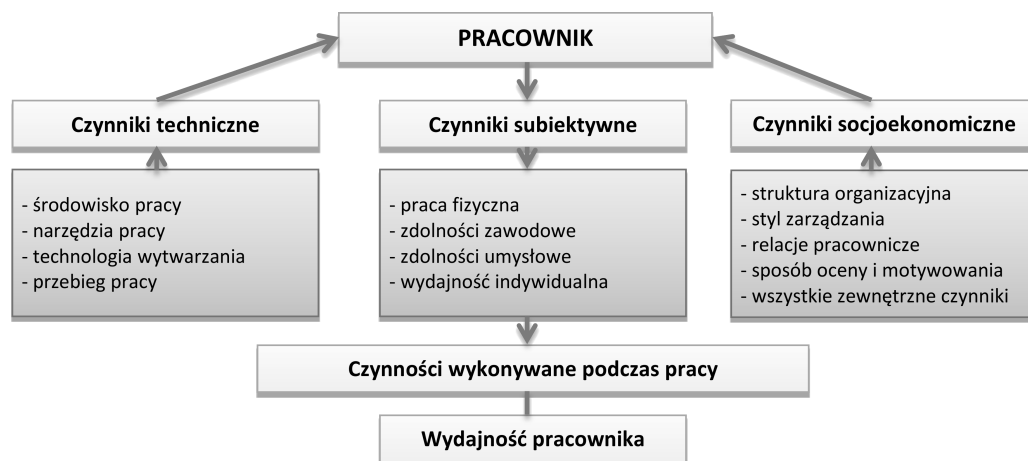
Różni pracownicy w identycznych sytuacjach zużywają różną ilość energii. Ponadto indywidualny sposób wykonania pracy w stosunkowo krótkich przedziałach czasowych również może się różnić. Ze względu na wspomniane uwarunkowania i fakt, że nie każde zadanie może być mierzone przez zużycie energii na jednostkę czasu, lepiej jest analizować osiąganą wydajność.

4. Czynniki wpływające na wydajność pracy

Prawie wszystkie wyniki operacyjne są osiągnięte przez zatrudnionych pracowników. Poprzez to, jak konsekwentnie wykonują swoje zadania, przyczyniają się znacząco do osiągania celów biznesowych oraz do zapewnienia konkurencyjności firmy [15, 22].

Jak już wcześniej wspomniano, granice ludzkiego działania są określone przez możliwości i ograniczenia samych pracowników. Ważną rolę odgrywają tutaj czynniki subiektywne wynikające z indywidualnych zdolności do osiągania wymaganych wyników pracy [1, 16, 19]. Ile osób faktycznie wykorzystuje swoje możliwości może zależeć również od zainteresowania spełnieniem i osiągnięciem pożądanego efektu.

Do warunków realizacji celów firm należą również zewnętrzne czynniki niezwiązane z pracownikiem, na które pracownik może nie mieć wpływu [1]. Wymienione czynniki wpływają jednak na wyniki pracy (rys. 1), dlatego również należy określać stopień ich wpływu na pracownika [21].



Rys. 1. Czynniki wpływające na wydajność pracownika

W oparciu o wiedzę z zakresu psychologii, fizjologii, antropometrii, bezpieczeństwa i higieny pracy oraz innych obszarów stanowiących podstawę wiedzy o ergonomii, określono znormalizowane wartości czynników kształtujących środowisko pracy.

Zdaniem Gilbert i Matouseka [5] na wydajność pracowników wpływają następujące czynniki [5]:

a) **Zdolność sensomotoryczna** – przede wszystkim związana z funkcją widzenia i słyszenia. Zdolność widzenia jest określana przez:

- **Ostrość widzenia** – jest to zdolność oka do odróżniania obiektów i ich szczegółów z określonej odległości. Można ją określić wielkością kątową (około 5'–6') lub tzw. ostrością, czyli zdolnością oka do zidentyfikowania dwóch najbliższych punktów. Zdolność do ostrego postrzegania środowiska za pomocą wizji zależy od wielkości kąta widzenia, który może być mierzony po obwodzie. Optymalne pole widzenia w konstrukcji wynosi 20°, zwykle 60°, 120° i może osiągać do 220° [2].
- **Widzenie przestrzenne** – zjawisko wykorzystywane między innymi w systemach stereoskopowego wyświetlania obrazu, dzięki któremu człowiek jest w stanie dokładnie ustalić odległość obiektów w przestrzeni, zarówno w kierunku poziomym, jak i pionowym.
- **Akomodacja oka** – jest to zdolność dostosowania się oczu do obserwacji obiektów w jednakowej ostrości, znajdujących się w różnych odległościach od człowieka.
- **Zdolność rozróżniania kolorów** – zdolność do dostrzegania różnych barw światła w widzialnym promieniowaniu o długości fali 380–760 nm. Według badań, zdrowe oko ludzkie jest w stanie odróżnić od około 130 do 150 kolorów w przedziale 400–700 nm. Ze względu na ograniczone pole widzenia poziom wystarczającej odróżnialności kolorów znajduje się w płaszczyźnie poziomej oka w granicach 30°–60° po obu stronach oraz 30° nad osi i od 70° do 80° poniżej osi w płaszczyźnie pionowej [6].

- **Adaptacja oka** – oznacza dostosowanie oczu do zmian warunków oświetleniowych. Wymagania dotyczące szybkiego dostosowania oka są spełniane przez stosowanie równomiernego oświetlenia miejsc pracy i utrzymywanie podobnej jasności między miejscem pracy a otoczeniem.

- **Reakcja słuchu na dźwięki** – zdolność organu słuchowego do rozpoznawania bodźców dźwiękowych występujących w środowisku pracy. Dla człowieka istotny jest poziom ciśnienia akustycznego, częstotliwość dźwięku oraz skupienie uwagi na słyszanych dźwiękach. Największą czułość rozpoznawania dźwięków ludzie wykazują dla częstotliwości około 1000 Hz [2].

b) **Zdolność psychiczna** – zawiera zdolności psychiczne (sensomotoryczne, intelektualne i poznawcze), motywację, wolę i inne. Jego podstawą jest poziom intelektualny osoby, który można ocenić za pomocą różnych testów, ale mimo to, określenie zdolności umysłowych jest bardzo skomplikowane, a wynik jest jedynie przybliżony [4].

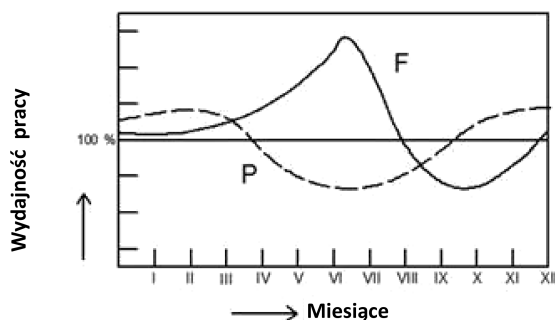
c) **Dostosowanie się człowieka do warunków pracy** – oznacza zdolność człowieka do przystosowania się do zmieniających się warunków. Działania związane z dostosowaniem się do zmian mają kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa pracy. Wpływają one na [2, 5]:

- Rodzaj i sposób działania pracownika – wynikający głównie z charakteru wykonywanych operacji, stosowanej technologii, maszyn, sprzętu i materiałów.
- Ryzyko związane z pracą – szkodliwe środowisko pracy, praca z niebezpiecznymi maszynami.
- Pracę i odpoczynek – system przerw w trakcie zmiany, nierównomierny nakład pracy i inne dodatkowe czynności.
- Klimat społeczny w miejscu pracy – relacje międzyludzkie, poziom wsparcia społecznego.

5. Krzywa wydajności

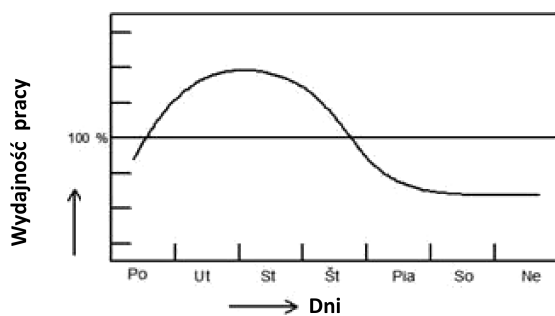
Gotowość człowieka do wykonywania pracy w ciągu dnia różni się w zależności od zdolności danej osoby. Fizjologiczna gotowość wydatku energetycznego jest najwyższa rano i stopniowo maleje w ciągu dnia. Dlatego zaleca się nie obciążać osoby po ciężkiej pracy po południu i wieczorem (z wyjątkiem pracy w nadgodzinach). Planując zadania pracownikom należy pamiętać o tym, że człowiek organizuje swoje życie w cyklu 24 godzinnym, czyli dziennym, ale również w cyklu tygodniowym i rocznym [18].

Roczne wahania wydajności – rysunek 2, przedstawia roczny cykl zmian osiąganych wyników wykonywanej pracy. Krzywa F ilustruje zdolności fizyczne, a krzywa P przebieg zmian sprawności umysłowej.



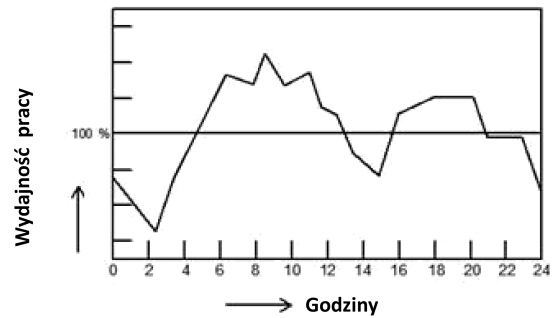
Rys. 2. Roczne wahania wydajności [18]

Tygodniowe wahania wydajności – wydajność w ciągu tygodnia zmienia się tak, jak przedstawiono to na rysunku 3. W poniedziałek jest najmniejsza ze względu na zmniejszenie koncentracji po weekendzie. Pod koniec tygodnia wydajność również spada nie ze względu na fizyczne zmęczenie, ale ze względu na czynniki psychologiczne (psychiczne przygotowywanie się do weekendu i obniżona koncentracja).



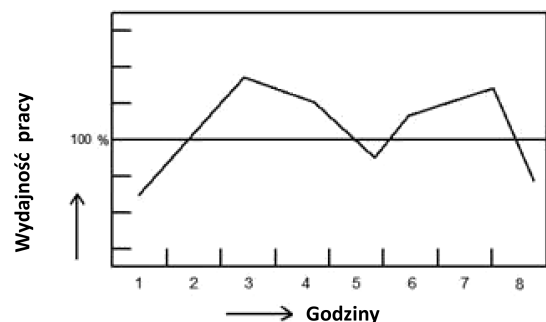
Rys. 3. Tygodniowe wahania wydajności [18]

Dzienne wahania wydajności – organizm ludzki zmienia się w ciągu dnia i nocy, od pracy (wydatkowania energii) do odpoczynku (regeneracji) tak, jak przedstawiono to na rysunku 4. Jednocześnie zmieniają się funkcje fizjologiczne (zmiana ciśnienia krwi, temperatura ciała, elastyczność skóry) oraz funkcje umysłowe (skoncentrowanie, czas reakcji). Wydajność zmniejsza się wraz z upływem czasu w stosunku do intensywności i trudności wykonywanej pracy.



Rys. 4. Dzielne wahania wydajności [18]

Wahania wydajności podczas zmiany roboczej – rysunek 5 pokazuje zmiany wydajność w kolejnych godzinach pracy. Ze względu na rodzaj pracy i indywidualne zdolności człowieka długość i czas trwania różnych faz mogą się różnić.



Rys. 5. Wahania wydajności podczas zmiany [18]

6. Ocena i kontrola wydajności pracy

Ocena wydajności pracowników, tj. ich zdolność do osiągnięcia wymaganych efektów pracy jest podstawą do podjęcia działań poprawiających funkcjonowanie przedsiębiorstwa, w efekcie do zwiększenia jego ogólnej wydajności

Wydajność wykonywanej przez człowieka pracy może być oceniana z wykorzystaniem następujących kryteriów [1]:

- Czas potrzebny do wykonania zadania.
- Maksymalny czas zarezerwowany dla zadania.
- Ilość wykonywanych prac w określonym czasie.
- Ilość wykonywanych prac bez względu na wydajność i czas.

Kryteria te nie są wystarczające do pełnej oceny wydajności pracy i konieczne jest ich uzupełnienie dodatkowymi i bardziej szczegółowymi kryteriami, takimi jak stabilność uzyskiwanych wyników w czasie, występowanie i częstość błędnych decyzji, jakość pracy, wypadkowość itp.

Zgodnie z warunkami pracy osiągnięte przez pracownika wyniki mogą być korygowane przez zmianę:

- Czasu trwania pracy (przedłużenie lub skrócenie czasu pracy, zmienne odstępy czasowe związane z pracą i odpoczynkiem).
- Szybkości wykonywania prac (skrócenie czasu wyznaczonego na odpoczynek lub wyznaczonego do wykonania pracy).

- Ilość i zakres wykonywanych prac (zmiana ciężaru ładunku, liczba ładunków).

W przypadku, gdy celem jest sterowanie wielkością produkcji, z ergonomicznego punktu widzenia, wymagane są następujące wskaźniki:

- Progi, które określają wartości funkcjonalne zdrowego organizmu.
- Powiązania cech, które są istotne dla wydajności pracy.
- Czynniki, które mogą ograniczać wydajność pracownika.

Czasami wykonanie zadanej pracy nie musi być kłopotliwe dla niektórych ludzi. Wysiłek, jaki ponosi osoba wykonując konkretne indywidualne zadanie, może różnić się w zależności od zmęczenia, choroby, stanu psychicznego, liczby przerw i wielu innych czynników. Pomędzy posiadaną wydajnością indywidualną a uzyskanymi wynikami pracy występuje jeszcze tzw. rezerwa mocy, która pomaga człowiekowi dobrze radzić sobie w sytuacjach, w których pojawiają się znacznie wyższe wymagania dotyczące pracy. Pomimo posiadanej rezerwy, zwiększone lub obniżone wyniki utrzymujące się w dłuższym okresie mogą powodować znaczne zmiany w organizmach ludzi

W pracy, która jest związana ze zmieniającymi się warunkami pracy ze względu na środowisko lub sprzęt roboczy, wydajność pracowników jest przeważnie większa. Pracodawca powinien wtedy ocenić intensywność pracy pracownika i powinien skoncentrować się na ocenie tego jak szkodliwe czynniki wpływają na wyniki, a w szczególności na zdrowie pracownika. Pracodawca jest zobowiązany spełniać prawne obowiązki, których celem jest ochrona zdrowia pracownika. Czynniki, które mają wpływ na wydajność i bezpieczeństwo pracy są wzajemnie ze sobą powiązane, mają inny stopień nasilenia, a stopień może oczywiście zmieniać się w zależności od czasu i aktualnych warunków. Należy zauważyć, że czynniki mające wpływ na wydajność mogą być zmieniane w połączeniu z innymi czynnikami i mogą dać efekt pozytywny lub negatywny. Pracodawca powinien być świadomy tego, a w niektórych przypadkach powinien zaakceptować zmianę wydajności pracownika. Większa wydajność czasami może spowodować więcej problemów dla pracownika niż można byłoby oczekiwać.

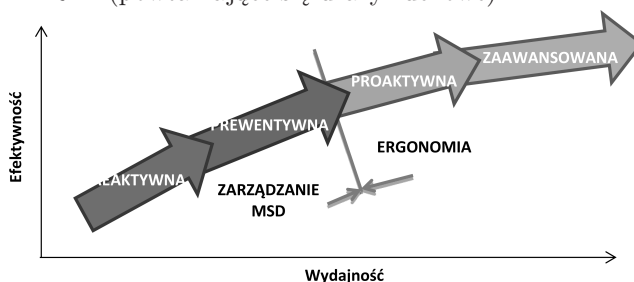
7. Program prewencji ergonomicznej

Warunki pracy w przedsiębiorstwach poprawiane są przeważnie w wyjątkowych sytuacjach. Obecnie, w większości przypadków ludzie nie zgłaszają problemów i samodzielnie poprawiają swoje stanowisko pracy. Najczęściej ze względu na różne obawy dotyczące np. utraty premii czy nawet utraty pracy.

Z praktycznego punktu widzenia ergonomię można traktować jako naukę, która dąży do zapewnienia komfortu pracownikowi, przynosząc tym samym korzyści przedsiębiorstwu [14]. Gdy wymagania dotyczące warunków pracy lub miejsce pracy nie jest dostosowane

do zdolności fizycznych pracownika (rys. 6), często pojawiają się urazy mięśniowo-szkieletowe (MSD). MSD są również znane w kontekście innych nazw:

- CTD (skumulowane zaburzenia traumy).
- RSI (stres powtarzalny lub powtarzające się urazy).
- RMI (powtarzające się urazy ruchowe).



Rys. 6. Podejścia do ergonomicznych programów prewencyjnych

W celu osiągnięcia optymalnej wydajności i zapewnienia minimalnego zagrożenia dla pracowników, należy zastosować ergonomiczny program prewencyjny. Celem programu jest zidentyfikowanie i wyeliminowanie ergonomicznych czynników ryzyka, a tym samym poprawienie warunków pracy. Należy jednak zauważyć, że kompleksowe i zintegrowane podejście przyniesie najlepsze rezultaty w perspektywie długoterminowej. Kompleksowe podejście to takie, które zapewnia:

- poprawę warunków w miejscu pracy, poprzez systematyczny proces poprawy ergonomii,
- tworzenie bezpiecznych miejsc pracy dzięki systematycznemu szkoleniu, wcześniejszym działaniom i zaangażowaniu pracowników w proces poprawy ergonomii.

Podobnie, jak w przypadku kwestii dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, pracownicy powinni być kluczowym elementem w opracowywaniu i wdrażaniu ergonomicznego programu prewencyjnego. Dlatego ważne jest, aby kierownictwo rozumiało zalety skutecznego ergonomicznego programu prewencyjnego i wspierało go. Autorzy na podstawie własnego doświadczenia proponują metodykę opracowywania i stosowania ergonomicznych programów prewencyjnych, którą ilustruje schemat przedstawiony na rysunku 7.

W przygotowanym rozwiązaniu zaproponowano sześć następujących faz:

1. Faza przygotowawcza. Aby osiągnąć maksymalną wydajność pracownika należy stosować strategię poprawy bezpieczeństwa pracowników, której kluczowymi elementami są:

- zaangażowanie i wsparcie kierownictwa,
- dokumentacja z procedurami zapobiegania zagrożeniom dostępna dla wszystkich pracowników,
- udział pracowników w procesie profilaktyki,
- szkolenie w zakresie zapobiegania urazom mięśniowo-szkieletowym,
- zrozumienie zagrożeń związanych z występowaniem urazów.



Rys. 7. Zaproponowana metodyka funkcjonowania ergonomicznego programu prewencyjnego

2. Analiza obecnej sytuacji i identyfikacja zagrożeń wystąpienia urazów. Należy stworzyć procedurę identyfikacji czynności wykonywanych na stanowisku pracy, które mogą prowadzić do wystąpienia zagrożeń związanych z powstaniem urazów. Procedura ta powinna zostać utworzona, nawet jeśli jeszcze nie zarejestrowano żadnych wypadków. Na niektórych stanowiskach mogą być wykorzystywane maszyny i narzędzia, na których jest wykonywana praca i można przypuszczać, że mogą wystąpić urazy układu mięśniowo-szkieletowego. Regularne monitorowanie danych dotyczących wypadków w miejscu pracy, danych dotyczących zasobów ludzkich i danych pochodzących z produkcji, umożliwi identyfikację działań, w przypadku których istnieje ryzyko wystąpienia urazów. Dodatkowo można tu wykorzystać kwestionariusz postrzegania trudności i dyskomfortu w miejscu pracy. Jest on dobrym źródłem informacji i może pomóc w określeniu miejsc, w których konieczne jest zaproponowanie ulepszeń.
3. Ocena ryzyka wystąpienia urazów. Metody oceny ryzyka umożliwiającą dokładną ocenę jego poziomu w szczególności dla pracowników wykonujących pra-

cę, w której istnieje ryzyko wystąpienia urazu układu mięśniowo-szkieletowego.

4. Wybór metody zarządzania ryzykiem i implementacja zaproponowanych usprawnień ergonomicznych. Celem ergonomicznego programu profilaktycznego powinno być przeprowadzanie kontroli ryzyka wystąpienia zagrożeń urazami. Różnorodność podejść, pomysłów i sugestii może być pomocna w eliminowaniu zagrożeń, na jakie narażeni są pracownicy.
5. Monitorowanie i ewaluacja zaproponowanych ergonomicznych rozwiązań. Wprowadzenie kontroli nie jest ostatnim krokiem w zapobieganiu zagrożeniom. Po procesie selekcji, wdrożeniu i wstępnej ocenie wdrożenia, w następnej kolejności należy monitorować stanowiska, by w końcu ocenić skuteczność wprowadzonych zmian [19, 20].
6. Informowanie o sukcesie wdrożonego rozwiązania. Osiągane wyniki powinny być omawiane przez pracowników, a w szczególności osiągnięte sukcesy powinny być nagłośnione. Wykorzystanie różnych narzędzi komunikacji jest ważne dla utrzymania zaangażowania zainteresowanych pracowników w realizację ergonomicznego programu prewencyjnego.

Następnym krokiem powinien być powrót do rozpoznania zagrożeń związanych z możliwością wystąpienia urazów. Po wdrożeniu i pierwszym zastosowaniu ergonomicznego programu prewencyjnego proces ten powinien stać się procesem ciągłym. Po poinformowaniu o osiągniętych rezultatach należy powrócić do analizy innych zagrożeń i poszukiwania możliwości poprawy.

Po rozpoznaniu zagrożeń konieczne jest nadanie im priorytetów. W większości przypadków najwyższy priorytet jest przyznawany stanowiskom z największym zagrożeniem wystąpienia wypadku. Może się jednak zdarzyć sytuacja, w której stanowiska bardziej obciążone, ale z niższym ryzykiem wystąpienia zagrożeń uzyskują wyższy priorytet. W tym przypadku firma osiągnie większe korzyści, zwłaszcza finansowe [8, 21].

Skutecznym narzędziem do określania priorytetów proponowanych ergonomicznych usprawnień jest **CID** (tab. 1). Symbole skrótu oznaczają trzy następujące czynniki, które należy rozważyć przy ustalaniu priorytetów:

- **Koszt (Cost)** – uwzględniając ograniczenia finansowe kierownictwo firmy często musi wybrać jeden z kilku możliwych wariantów. Często najlepsze rozwiązanie jest bardzo trudne do wdrożenia, jeśli jego cena jest za wysoka.
- **Wpływ (Impact)** – można go zmierzyć za pomocą wskaźników takich, jak stopień obniżenia kosztów, które mogłyby zostać poniesione np. na leczenie pracownika, usunięcie szkody, zwiększenie wydajności, poprawę jakości i osiągnięcie innych korzyści.
- **Trudność (Difficult)** – należy ocenić trudność wdrożenia pod kątem dostępnych zasobów i czasu potrzebnego na realizację zaproponowanych rozwiązań.

CID to narzędzie, które wykorzystuje wstępnie określone wartości dla każdego z wymienionych czynników, w celu określenia obiektywnej wartości prioryte-

tu (tabela 1). Proponowane wartości można w razie potrzeby skorygować. Jeśli suma wartości cząstkowych jest wyższa, to priorytet proponowanego rozwiązania jest wyższy.

Tab. 1. CID z przeddefiniowanymi wartościami priorytetu ergonomicznego rozwiązania

CID	Koszt (Cost)	Wpływ (Impact)	Trudność (Difficult)	Razem
Wysoki	0	2	0	
Niski	1	0	1	

Do oceny priorytetu wykorzystywana jest macierz, w której kolejne kolumny stanowią kryteria: kosztu, wpływu i trudności wdrożenia. Każdy z tych czynników musi zostać oceniony i sklasyfikowany jako wysoki lub niski (konieczne jest jednoznaczne określenie możliwych wartości). Jeśli cena wdrożenia proponowanego rozwiązania jest wysoka, przyjmuje wartość 0, jeśli jest niska, przyjmuje wartość 1.

W drugiej kolumnie, jeśli wpływ proponowanego rozwiązania na eliminację zagrożeń urazami układu mięśniowo-szkieletowego jest wysoki, przyjmuje wartość 2. Jeśli jest niski, wartość wynosi 0.

W trzeciej kolumnie, jeśli trudność wdrożenia proponowanego rozwiązania jest wysoka, wartość liczbowa wynosi 0. Jeśli jest ona niska, wartość liczbowa wynosi 1. Wartość kryterium „wpływ” jest wyższa niż wartość kryteriów „koszt” i „trudność”, ponieważ kryterium to ma największe znaczenie z punktu widzenia ergonomii. Kryterium to powinno decydować o decyzjach biznesowych bardziej niż inne czynniki. Określenie wartości liczbowej powiązanej z każdym z trzech istotnych kryteriów może dostarczyć pięć różnych wartości wyników finalnych pokazanych w ostatniej kolumnie tabeli.

Jeśli ogólny wynik to 4 (tab. 2), to zaproponowane rozwiązanie można sklasyfikować jako nadzwyczajną szansę. Dzieje się tak dlatego, że możliwe jest wytworzenie dużego wpływu proponowanego rozwiązania przy niskich kosztach i łatwym wdrożeniu. Takie możliwości nie pojawiają się często, więc negocjacje powinny być krótkie, a decyzja natychmiastowa.

Tab. 2. Narzędzie CID – wynik 4

CID	Koszt (Cost)	Wpływ (Impact)	Trudność (Difficult)	Razem
Wysoki	0	<u>2</u>	0	4
Niski	<u>1</u>	0	<u>1</u>	

Wariant z oceną 3 (tab. 3) można uznać za znaczącą szansę, która może wywierać duży wpływ i jest łatwa do wdrożenia, ale jej koszt jest wysoki. Może również wywierać duży wpływ na wysokie koszty. Zaleca się również skorzystać z takiej szansy.

Tab. 3. Narzędzie CID – wynik 3

CID	Koszt (Cost)	Wpływ (Impact)	Trudność (Difficult)	Razem
Wysoki	<u>0</u>	<u>2</u>	0	3
Niski	1	0	<u>1</u>	

Wariant z wynikiem 2 (tab. 4) jest szansą, która może mieć duży wpływ, ale wiąże się z wysokimi kosztami i jest trudna do realizacji.

Tab. 4. Narzędzie CID – wynik 2 (opcja 1)

CID	Koszt (Cost)	Wpływ (Impact)	Trudność (Difficult)	Razem
Wysoki	<u>0</u>	<u>2</u>	<u>0</u>	2
Niski	1	0	1	

Drugi przypadek z wynikiem 2 może mieć niewielki wpływ, który będzie osiągnięty przy niskich kosztach i niemal bez trudności (tab. 5).

Tab. 5. Narzędzie CID – wynik 2 (opcja 2)

CID	Koszt (Cost)	Wpływ (Impact)	Trudność (Difficult)	Razem
Wysoki	0	2	0	2
Niski	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	

Wszystkie pozostałe rozwiązania, które osiągną wynik końcowy 1, powinny jeszcze zostać skontrolowane i, jeżeli wynik się nie zmienia, nie powinny być wdrażane. Nie należy natomiast już sprawdzać rozwiązań, które osiągnęły wynik 0.

Narzędzie CID może być użyteczne i może pomagać firmie w selekcji zidentyfikowanych ergonomicznych możliwości poprawy stanowisk pracy. Narzędzie to należy włączyć do procedury ergonomicznego programu zapobiegawczego.

Za pomocą prewencyjnego programu poprawy ergonomii stanowisk pracy można w określonych odstępach czasu przeanalizować efekty wdrożonych rozwiązań, mających na celu poprawę zdrowia pracowników i osiągnięte korzyści w stosunku do poniesionych kosztów. Dopóki będzie poprawiał się stan zdrowia pracowników i firma będzie osiągała korzyści ekonomiczne, należy przeprowadzać dalsze analizy, a także należy poszukiwać coraz bardziej ergonomicznych rozwiązań.

8. Podsumowanie

Prewencyjne programy ergonomiczne można uznać za proaktywne programy poprawiające bezpieczeństwo pracy, które promują ergonomię i ochronę zdrowia w pracy. Wszyscy pracownicy powinni współpracować w takim programie, aby zapewnić bezpieczeństwo sobie i współpracownikom. Dlatego bardzo ważne jest rozwijanie wykwalifikowanej siły roboczej, która będzie stosować zasady ergonomicznego i zdrowego stylu życia, przy jednoczesnym zapewnieniu zmniejszenia liczby wypadków związanych z pracą.

Wraz z rozwojem nauki następuje rozwój technologiczny środków produkcji. Firmy starają się osiągnąć najlepsze wyniki, aby uzyskać zysk. Dzięki rozwojowi technologii wytwarzania wydajność pracownika staje się najsłabszym ogniwem w procesie produkcyjnym, dlatego pracownikom stawiane są coraz większe wymagania w celu wykorzystania ich maksymalnych możli-

wości. Z punktu widzenia zdrowia jest to możliwe przez krótki czas, ale tylko wtedy, gdy następuje wystarczająco długi odpoczynek. Pracodawca powinien poradzić sobie z wynikającą z tego sprzecznością, która ma miejsce w przypadku ograniczonej wydajności człowieka i coraz większych możliwości nowoczesnej technologii.

Artykuł powstał jako efekt realizacji projektu badawczego VEGA no. 1/0936/16 Wykorzystanie narzędzi cyfrowej fabryki do opracowywania ergonomicznych programów prewencyjnych.

Literatura

- [1] Babelova Z., *Vplyv výkonnosti zamestnancov na výkonnosť podniku*. VUT Juniorstav Brno 2004.
- [2] Chundela L., *Ergonomie*. ČVUT Praha 2000, pp. 55–57.
- [3] Ďurica L., Mičieta B., Bubeník P., Biňasová V., *Manufacturing multi-agent system with bio-inspired techniques: CODESA-Prime*. “MM Science Journal”. Volume 2015, December 2015, pp. 829–837.
- [4] Gaso M., Micieta B., *Application of stereoscopic records in ergonomics* [w:] *5th International Ergonomics Conference: ERGONOMICS 2013*. Croatian Ergonomics Society, Zagreb 2013, pp. 223–228.
- [5] Gilbertova S., Matousek O., *Ergonomie. Optimalizace lidské činnosti*. Grada Publishing, Praha 2002.
- [6] Gregor M., Stefanik A., Hromada J., *Lean Manufacturing Systems Optimisation Supported by Metamodeling*. “IFIP International Federation for Information Processing”, 2008, Vol. 257.
- [7] Hatiar K., *Moderná ergonomia*. “Produktivita a Inovácie” 2008, Vol. IX, No. 6, pp. 22–24.
- [8] Hatiar K., *Ergonomics programs and health (in Slovak)*, [w:] *Ergonomics-health and productivity*, Zilina 2012, pp. 20–32.
- [9] Hladky A., *Ergonomie zvyšuje motivaci a výkon. Česká ergonomická společnost*. “Human Resources Management” 2007, Vol. III., No. 6, pp. 10–12.
- [10] Kall F., Krajcovic M., Hnat J., *Tracking Systems in Ergonomics*. InvEnt 2014 – Industrial engineering navigating the future, Zilina 2014.
- [11] Kovac J., Szombathyová E., *Vplyv vybraných ergonomických faktorov na výkonnosť človeka pri práci*. Inovačné centrum automobilovej výroby. “Transfer Inovácií” 8/2005, pp. 76–77.
- [12] Kovac J., Szombathyová E., *Ergonómia*. TU v Košiciach. Sjf. Edícia študijnej literatúry Košice 2010.
- [13] Krajcovic M., Bulej V., Sapietová A., Kuric I., *Intelligent manufacturing systems in concept of digital factory*. “Communications” 2013, Vol. 15, Issue 2, pp. 77–87.
- [14] Krajcovic M., Furmann R., *Modern Approach of 3D Layout Design*. Transcom 2011: 9-the European conference of young research and scientific workers, EDIS: University of Zilina, Zilina 2011, pp. 43–46.
- [15] Krajčovič M., Gabajová G., Mičieta B., *Order picking using augmented reality*. “Communications – Scientific letters of the University of Žilina” 2014, Vol. 16, no. 3A, pp. 106–111.
- [16] Kralova Z., Krajcovic M., *Variance in a second language pronouction quality*. “Communications” 2009, Vol. 11, Issue 4, pp. 15–23.
- [17] Kubani V., *Psychológia práce*. FHPV PU v Prešove, Prešov 2005.
- [18] Lorko M., *Ergonómia vo výrobe*. Technická univerzita, Košice 2001.
- [19] Palajova S., Gregor M., *Simulation metamodelling of manufacturing processes*. “Communications” 2011, Vol. 13, Issue 4, pp. 51–54.
- [20] Plinta D., Krajčovič M., *Production system designing with the use of digital factory and augmented reality technologies*. “Advances in Intelligent Systems and Computing” 2016, Vol. 350, pp. 187–196.
- [21] Plinta D., Kubica S., *Analyze of production processes aided by the modelling and simulation tools* [w:] *InvEnt 2012: Industrial Engineering Moves the World*, Zubrec, 27.6.–29.6.2012 / University of Zilina, Faculty of Mechanical Engineering. Department of Industrial Engineering. EDIS, Žilina 2012, pp. 136–139.
- [22] Rakyta M., Fusko M., Haluška M., Grznár P., *Maintenance support system for reconfigurable manufacturing systems*, [w:] *Annals of DAAAM Proceedings of the 26-th DAAAM International symposium on intelligent manufacturing and automation*. DAAAM International Vienna, Vienna 2016, pp. 1102–1108.
- [23] Skrehot P., Marek J., *Základy aplikované ergonomie: Bezpečný podnik*. VÚBP, Praha 2009.
- [24] Smutna M., Dulina L., *Advanced Access to Detailed Workplaces Design Using the Principles of Ergonomics*. Ergonomics 2013, Zagreb: Croatian Ergonomics Society, 2013, pp. 81–86.
- [25] Stefanik A., Grznar P., Micieta B., *Tools for continual process improvement – Simulation and benchmarking* [w:] *Annals of DAAAM for 2003 & Proceedings of the 14th International DAAAM Symposium: Intelligent manufacturing & automation: Focus on reconstruction and development*, 2003. pp. 443–444.
- [26] Vrablova L., Gregor M., *Company in Crisis*. “Communications” 2011, Vol. 13, Issue 4, pp. 78–81.