

Agnieszka GRZELCZAK*

ERGONOMIA W ORGANIZACJI PRACY. ANALIZA WYBRANYCH ASPEKTÓW NA PRZYKŁADZIE METODY RUCHÓW ELEMENTARNYCH

Celem artykułu jest przedstawienie związków między ergonomią a organizacją pracy. Ponieważ zależności między tymi dwiema dziedzinami kształtowania pracy jest bardzo wiele, skoncentrowano się tylko na wybranych aspektach, a mianowicie na analizie antropometrycznej i organizatorskiej oraz na ergonomicznym kształtowaniu stanowiska pracy i ruchów pracownika na przykładzie metody ruchów elementarnych MTM.

Słowa kluczowe: organizacja pracy, zakres ergonomii, normowanie pracy, metoda ruchów elementarnych

1. WPROWADZENIE

Aby praca ludzka była skuteczna, powinna być właściwie zorganizowana. Właściwa organizacja pracy polega na takim zaplanowaniu przebiegu pracy, aby przy najmniejszym nakładzie pracy i środków technicznych oraz najmniejszej stracie czasu uzyskiwać maksymalne rezultaty działania. Zła organizacja prowadzi do bezcelowego zużycia środków produkcji oraz pracy człowieka, nie przynosząc efektów ekonomicznych współmiernych do nakładów, a także nie przyczyniając się do stworzenia optymalnych warunków dla pracującego człowieka, które powinny się przekładać na humanizację pracy.

Organizacja pracy stanowi sumę działań technicznych, ekonomicznych i organizacyjnych ukierunkowanych na zaprojektowanie optymalnego połączenia pracy człowieka i środków produkcji (przedmiotów i środków pracy) oraz zapewnienie

* Katedra Zarządzania Produkcją i Logistyki, Wydział Inżynierii Zarządzania Politechniki Poznańskiej.

właściwych warunków pracy dla człowieka. Podstawowym zadaniem organizacji pracy w procesie produkcji jest [10, s. 149-150]:

- wybór optymalnych metod pracy,
- zapewnienie bezpieczeństwa pracy,
- zapewnienie odpowiednich warunków materialnego środowiska pracy (ergonomia stanowiska pracy),
- właściwy dobór pracowników do wykonywanych zadań (z uwzględnieniem wymagań w zakresie ich kwalifikacji),
- zapewnienie najdogodniejszej organizacji czasu pracy,
- zapewnienie właściwej przemienności wysiłku i odpoczynku.

Metoda pracy jest to określony sposób wykonywania poszczególnych ruchów, czynności i operacji na danym stanowisku roboczym, zmierzających do osiągnięcia określonego celu. Prawidłowo dobrana metoda pracy powinna zapewnić wykonanie zadania przy możliwie małym koszcie biologicznym i z zapewnieniem warunków bezpieczeństwa pracy oraz powinna się przyczyniać do uzyskania jak największej produktywności, jak najlepszego wykorzystania maszyn i urządzeń oraz osiągnięcia korzyści ekonomicznych, a jednocześnie powinna uwzględniać zasady ergonomicznego kształtowania stanowiska pracy.

2. CHARAKTERYSTYKA ERGONOMII, ORGANIZACJI I NORMOWANIA PRACY

2.1. Obszar zainteresowań ergonomii

Ergonomię można zaliczyć do grupy nauk o pracy [10, s. 5]. Systematyczne badania naukowe nad zagadnieniem pracy człowieka zostały podjęte na przełomie XIX i XX wieku przez takich prekursorów zarządzania, jak F.W. Taylor czy F.B. Gilbreth. Ich tzw. badanie metod pracy można bowiem uznać za jedno ze źródeł dzisiejszej ergonomii, choć należy również pamiętać, że postrzegali oni pracę człowieka – poprzez zastosowanie odpowiednich działań organizacyjnych i bodźców materialnych – jako maksymalizację wydajności pracy w aspekcie ekonomicznym. Istota podejścia ergonomicznego polega na dążeniu do humanizacji pracy przez taką organizację układu człowiek–maszyna–warunki otoczenia, aby była ona wykonywana przy możliwie małym koszcie biologicznym i najbardziej efektywnie. Prowadzi to do ergonomicznego rozumienia pracy wydajnej prowadzącego do [11, s. 5]:

- wzajemnego dostosowania pracy do człowieka i człowieka do pracy z akcentem na pierwszą część tej formuły,
- optymalnego przystosowania procesu pracy do właściwości psychofizycznych człowieka,

- poprawy warunków pracy, przede wszystkim przez przystosowanie do właściwości człowieka,
- dostosowania warunków pracy do anatomicznych, fizjologicznych i psychicznych możliwości człowieka oraz człowieka do warunków pracy w celu zapewnienia możliwie jak największej wydajności pracy niepowodującej pogorszenia stanu zdrowia.

W ramach ergonomii wyróżnia się trzy dominujące zakresy wiedzy specjalistycznej [11, s. 7]:

- ergonomię fizyczną (*physical ergonomics*), skoncentrowaną na wyznaczaniu anatomicznych, antropometrycznych, fizjologicznych i biomechanicznych charakterystyk ludzi,
- ergonomię poznawczą (*cognitive ergonomics*), skoncentrowaną na procesach mentalnych, takich jak percepcja, pamięć i rozumowanie, na współpracy człowiek–komputer, na stresie w pracy itd.,
- ergonomię organizatorską (*organizational ergonomics*), skoncentrowaną na zagadnieniach optymalizacji systemów (makroergonomia), w tym na komunikacji w systemach zarządzania potencjałem ludzkim, na projektowaniu pracy i czasu pracy, na kulturze organizacji, organizacji wirtualnej, zarządzaniu jakością itd.

2.2. Istota i cele organizowania pracy

Organizacja pracy jest to system zasad, metod i działań mających na celu zespolenie ludzi, środków pracy i przedmiotów pracy w procesie pracy, a także ukształtowanie wewnętrznych stosunków między jego uczestnikami. Obejmuje problematykę dotyczącą człowieka, czynników rzeczowych (wyrób, narzędzia, materiały) oraz organizacyjnych aspektów procesów pracy (metody pracy, kierownictwo) [12]. Organizowanie pracy jest celowym kształtowaniem rzeczywistości. Jest to pojęcie nadrzędne wobec czynności związanych z przygotowaniem (planowaniem), porządkiem (projektowaniem, kształtowaniem), realizacją (sterowaniem rozumianym jako zlecenie i zabezpieczenie), weryfikacją (kontrolą i oceną efektów powyższych czynności). Efektem tych działań powinno być dostosowanie się do nowych wymagań, czyli wejście w kolejny cykl poprawiania istniejącej organizacji (czyli reorganizacja) [13, s. 40].

Podstawowym celem organizowania procesów pracy jest osiągnięcie większej sprawności działania, to jest otrzymywanie większej ilości produktów użytecznych na jednostkę włożonej pracy. Tak więc celem przedsięwzięcia organizacyjnego może być przykładowo [6, s. 24-25]:

- zmniejszenie do minimum nakładu pracy ludzkiej, środków trwałych, narzędzi, materiałów i energii na jednostkę wyrobu,
- podwyższenie stopnia wykorzystania czasu pracy pracownika, środków trwałych i materiałów (surowców),

- zwiększenie ilości wytwarzanych produktów,
 - polepszenie jakości wytwarzanych produktów,
 - zmniejszenie kosztów własnych produktu,
 - lepsze wykorzystanie powierzchni produkcyjnych i pomocniczych,
 - zmniejszenie nakładów na inwestycje,
 - polepszenie warunków bezpieczeństwa i higieny pracy.
- Cele te osiąga się zazwyczaj przez [6, s. 25]:
- eliminowanie czynności zbędnych,
 - łączenie czynności koniecznych,
 - upraszczanie sposobu wykonywania czynności koniecznych,
 - porządkowanie kolejności wykonywania czynności,
 - skracanie drogi, jaką przebywają w toku pracy człowiek, materiał lub dokument,
 - harmonizowanie prac zespołowych itp.

2.3. Normowanie pracy jako czynnik organizowania pracy

Jednym z podstawowych czynników doskonalenia organizacji pracy jest techniczne normowanie pracy, czyli ustalenie jej optymalnego nakładu potrzebnego do wykonania danego zadania roboczego w określonych warunkach organizacyjno-technicznych. Praktycznie ujmując, normowanie pracy oznacza zespół działań prowadzących do ustalenia normy pracy, czyli ilości czasu niezbędnego i wystarczającego do wykonania przez pracownika (lub zespół pracowników) określonej operacji [3, s. 10]. Dokonuje się tego przez analizę związków między poszczególnymi składnikami czasu roboczego a organizacją pracy i metodami pracy, charakterystyką procesu technologicznego i wyposażeniem stanowiska pracy w środki pracy, a także z uwzględnieniem zasad ergonomicznego kształtowania stanowiska pracy. Jednocześnie normowanie pracy dostarcza danych wyjściowych niezbędnych do [3, s. 10-11]:

- właściwej oceny poziomu organizacji pracy,
- ustalenia warunków i możliwości dalszego zwiększania wydajności pracy,
- oceny poziomu kosztów własnych produkcji,
- usprawnienia organizacji zarządzania,
- poprawy warunków pracy,
- opracowania i stosowania właściwych bodźców motywacyjnych wobec pracowników.

Stosowanie normy technicznie uzasadnionej nie oznacza bynajmniej podporządkowania człowieka technicznym wymaganiom stanowiska pracy. Wręcz przeciwnie, w procesie normowania uwzględnia się biologiczno-psychiczne możliwości człowieka oraz społeczne cele przedsiębiorstwa produkcyjnego. Warunkiem ustalenia i wprowadzenia właściwych norm pracy jest zoptymalizowanie pod względem organizacyjnym, technicznym i ergonomicznym warunków pracy na poszczególnych stanowiskach roboczych. Dopiero po wdrożeniu usprawnień ma sens ustalenie

i wprowadzanie norm pracy. Wprowadzenie właściwych norm pracy nie oznacza wcale zakończenia procesu doskonalenia organizacji pracy i produkcji. Analiza przestrzegania norm czasu w warunkach postępu techniczno-organizacyjnego oraz wzrostu kwalifikacji pracowników otwiera drogę do dalszych usprawnień organizacyjnych, technicznych i ergonomicznych poszczególnych stanowisk pracy [3, s. 11-12].

3. ANALIZA ZWIĄZKU ERGONOMII I ORGANIZACJI PRACY W METODZE RUCHÓW ELEMENTARNYCH

3.1. Metoda ruchów elementarnych

Metody czasów i ruchów elementarnych są oparte na normach czasu określonych z góry. Normy te powstają na podstawie badania ruchów kończyn i oczu, a składają się z elementów trwających ułamek sekundy. Z tych elementów buduje się, jak z cegiełek, ciągi czynności – operacje. Jest to norma analityczna, bardzo pracochłonna. Metody czasów i ruchów elementarnych stosuje się do badania i planowania właściwej organizacji miejsca pracy i wykonywania samej pracy. Metody te jednoczą w sobie elementy ruchu i czasu. Opierają się na stwierdzeniu, że w pracy ręcznej istnieją pewne określone ruchy elementarne, których różnorodne kombinacje tworzą każdą pracę. Podział ruchów roboczych na ruchy elementarne stanowi właśnie punkt wyjścia tych metod. Ruch roboczy jest to krótki, zamknięty przebieg ruchu, który w typowej formie często się powtarza i dotyczy bezpośrednio przebiegu pracy albo dowolnej czynności. Ruch elementarny stanowi odosobnioną część ruchu, która niezależnie od przebiegu pracy wynika z mechaniki ruchów ludzkiego ciała. F.B. Gilbreth na podstawie swoich doświadczeń ustalił 17 ruchów elementarnych, zwanych – od anagramu jego nazwiska – therbligami [15, s. 23-25; 1, s. 65-66].

Spośród całej rodziny metod normatywów elementarnych największą popularność zdobyła metoda o nazwie MTM, będącej skrótem od słów: *methods-time measurement*. Podstawę tego podejścia stanowi założenie, że czas potrzebny, aby wykonać określoną pracę, zależy od wybranej metody wykonania czynności. Metoda MTM została zastosowana po raz pierwszy w 1948 r., a później była wielokrotnie modyfikowana. Jej twórcy (H.B. Maynard, G.J. Stegemerton i J.L. Schwab) przyjęli za podstawę [7, s. 45-47]:

- osiem ruchów elementarnych ręki: sięganie, chwytanie, przenoszenie, łączenie i puszczenie (jako najczęstsze ruchy elementarne, stanowiące 70–80% całego przebiegu) oraz naciśnięcie, rozdzielanie i obracanie,
- dwie funkcje wzrokowe: przesunięcie wzroku i kontrolowanie,
- dziewięć ruchów ciała (nóg i tułowia), w tym ruch stopy i nogi, ruchy ciała z przesunięciem i pochylem jego osi.

Wartości czasowe ruchów ustalono na podstawie analizy filmu w konkretnych warunkach produkcyjnych. Jednostką jest TMU (*time measurement unit*) – 1/100 000 części godziny (0,036 s).

Procesy pracy są za pomocą metody MTM rozkładane na ruchy elementarne konieczne do jej wykonania. Dla każdego ruchu elementarnego istnieją, w zależności od wielkości wpływających, ustalone wartości czasowe (moduły czasu), z których można złożyć metodę pracy. Wielkości wpływające na każdy ruch elementarny są podstawą kształtowania metod pracy oraz procesów pracy, a także stanowisk pracy. Na podstawie szczegółowej analizy zadania roboczego z użyciem metody MTM określa się czas, sposób oraz jakość wykonanej pracy i uzyskuje się pełen obraz metody wykonania wraz z wnikliwym określeniem czynności przynoszących wartość, uwidocznieniem wąskich gardeł oraz wskazaniem kierunku optymalizacji. Przez wykonanie analizy planowania można dokładnie określić potencjał danego obszaru. Z zastosowaniem metody MTM można spostrzec i wykorzystać możliwości kształtowania wzdłuż całego łańcucha tworzenia wartości. Narzędzia MTM umożliwiają określanie najlepszych metod wykonania, co pozwala na maksymalne zwiększanie produktywności przez upraszczanie lub eliminację ruchów elementarnych nieprzynoszących wartości dodanej [15, s. 25; 1, s. 67].

3.2. Aspekt antropometryczny i organizatorski w metodzie ruchów elementarnych

Istotnym elementem dostosowania pracy do człowieka jest projektowanie prawidłowych stosunków przestrzennych na stanowisku roboczym, czyli zapewnienie człowiekowi pracy z uwzględnieniem dogodnego dla niego zasięgu rąk (obszar pracy) i dogodnej pozycji ciała, tak aby mógł wykonywać ruchy swobodnie i bez zbędnego wysiłku, a co za tym idzie, bez zmęczenia, bezpiecznie i wydajnie [10, s. 110]. Celem kształtowania przebiegu ruchów z użyciem metody ruchów elementarnych jest znalezienie ich prostszych odpowiedników, tzn. mniej obciążających i męczących, a także zagęszczenie ruchów przez przejście na pracę oburęczną, która jest postrzegana przez pracowników jako bardziej rytmiczna i przyjemniejsza. Charakterystyczną cechą zastosowania metod MTM w przedsiębiorstwach jest wzrost dążenia do bezinwestycyjnej racjonalizacji, czyli do polepszania warunków systemów pracy przy stosunkowo małych nakładach inwestycyjnych przez zastosowanie urządzeń, narzędzi i innych środków pracy, które mają doprowadzić do zmniejszenia obciążenia pracownika [7, s. 367].

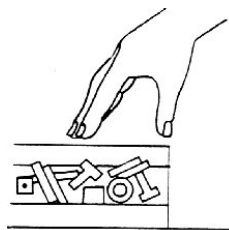
Ruchy pobierania (sięganie, chwytanie i puszczenie) w metodzie ruchów elementarnych zależą przede wszystkim od długości ruchu, przypadku ruchu oraz typu przebiegu ruchu. Uproszczenie tych ruchów osiąga się przez zmniejszenie wielkości wpływających, czyli ruchy zabierające więcej czasu zamienia się na mniej czasochłonne.

Redukcję długości ruchu osiąga się przez przysunięcie (zmniejszenie odległości) przedmiotów pracy i narzędzi do miejsca wykonywania czynności. Przykładowo sięganie na odległość 65 cm po przedmiot leżący oddzielnie (kod ruchu R65B) wymaga czasu 22,6 TMU, a sięganie po ten sam przedmiot leżący w odległości 30 cm (R30B) trwa już tylko 12,8 TMU, czyli prawie o połowę krócej. Długości ruchów powinno się zredukować na tyle, by zachować ich naturalny rytm. Zbyt małe długości ruchów prowadzą do jednostronnego obciążenia i wcześniejszego zmęczenia pracownika.

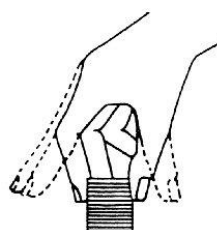
Analizując wpływ przypadku ruchu, czyli natężenia uwagi (koncentracji) potrzebnego do wykonywania ruchu, dąży się również do uproszczenia ruchu. W pięciu przypadkach ruchu sięgania na tę samą odległość (np. 30 cm) występują następujące relacje czasu:

- przypadek ruchu A – nieznaczne natężenie uwagi, przedmiot znajduje się zawsze w dokładnie określonym miejscu (kod ruchu R30A) – czas 9,5 TMU, przyjęte jako wielkość bazowa (100%),
- przypadek ruchu B – umiarkowane natężenie uwagi, przedmiot leży oddzielnie (R30B) – czas 12,8 TMU (135%),
- przypadek ruchów C i D – duże natężenie uwagi, przedmiot wymieszany z innymi (R30C) lub przedmiot mały (R30D) – czas 14,1 TMU (148%),
- przypadek ruchu E – małe natężenie uwagi, przeniesienie ręki w nieoznaczone położenie (R30E) – czas 11,7 TMU (123%).

Upraszczenie ruchów w przypadku sięgania następuje przez przekształcenie ruchów C i D w ruchy B albo A. Można tego dokonać przez zastosowanie mechanizmów podawania lub przez umiejscowienie części. Przypadek ruchu D dotyczy przedmiotów bardzo małych lub takich, którymi trudno manipulować, zatem pomaga tu odpowiednie ukształtowanie przedmiotu. Podobna sytuacja występuje w przypadku ruchu chwytania. Istotną wielkością wpływającą na ten ruch elementarny jest sposób chwytania, który przekłada się na czas potrzebny, aby wykonać ruch (rys. 1).



chwyt wybiórczy – chwytanie przedmiotu wymieszanego z innymi
G4 = 7,6–12,9 TMU



chwyt podnoszący – chwytanie przedmiotu leżącego osobno
G1A = 2,0 TMU

Rys. 1. Porównanie czasów wykonania ruchu chwytania [7, s. 67]

Chwył wybiórczy przedmiotu wymieszanego z innymi przedmiotami (G4) zajmuje czterokrotnie więcej czasu niż chwycenie przedmiotu leżącego oddzielnie (chwyt G1A). Chwyty G4 można przekształcić w przypadki G1A i G1B przez zastosowanie pojemników chwytakowych. Oszczędność czasu jest szczególnie widoczna przy eliminowaniu chwytu wybiórczego podczas czynności oburęcznych. Niekiedy chwyt G1 albo G4 można przekształcić w chwyt dotykowy G5 przez ułożenie części i inne ukształtowanie urządzenia podawczego, co pozwala na wysuwanie pojedynczych przedmiotów. Warto również zwrócić uwagę na prawidłowe umiejscowienie pojemników chwytakowych z uwzględnieniem stref zasięgu rąk oraz zasad ekonomii ruchów roboczych.

W przypadku ruchów umieszczania (przenoszenie, łączenie) w metodzie ruchów elementarnych uproszczenie ruchów osiąga się podobnymi metodami jak w przypadku ruchów pobierania. Przy ruchu przenoszenia wielkością wpływającą jest nakład siły, który należy eliminować szczególnie wtedy, gdy prowadzi on do statycznego obciążenia pracownika oraz występuje cyklicznie. Można to osiągnąć przez wspomaganie przenoszenia ciężarów urządzeniem transportowym.

Wielkościami wpływającymi na ruch elementarny łączenia są: klasa pasowania, warunki symetrii oraz manipulowanie. Uproszczenie tego ruchu zawsze jest związane z kształtowaniem produktu. Dokładność łączenia można zredukować przez powiększenie tolerancji (luzu między łączonymi przedmiotami), zastosowanie sfazowania, ograniczenie ruchu (szyna prowadząca, ogranicznik) lub nawet wyeliminowanie ruchu łączenia. Możliwość redukcji czasów przez wprowadzenie warunków symetrii polega na zmianie konstrukcji łączonych przedmiotów. Przykładowo: łączenie przedmiotów o przekroju kwadratowym (kod ruchu P2SSE) wymaga czasu 19,7 TMU, a ten sam ruch łączenia w przypadku przekroju kołowego (P2SE) trwa tylko 5,6 TMU (oszczędność czasu na poziomie prawie 75%).

3.3. Zasady ekonomiki ruchów i ich wpływ na organizowanie pracy w metodzie ruchów elementarnych

Zasady ekonomiki ruchów wykonywanych przez człowieka sprowadzają się do takiego organizowania pracy, aby unikać ruchów zbędnych, czyli aby drogi ruchów koniecznych były jak najkrótsze oraz aby ruchy następowały w optymalny sposób pod względem kolejności, pewności i trudności. Zasady te zostały sformułowane w 1911 r. przez F. i L. Gilbrethów i rozwinięte przez R.M. Barnes'a. Można je podzielić na trzy grupy [6, s. 55-58]:

1. Zasady pracy człowieka (doboru ruchów) polegające na maksymalnym wykorzystaniu możliwości ciała ludzkiego:
 - obie ręce powinny brać czynny udział w wykonywaniu pracy,
 - ruchy obu rąk powinny się rozpoczynać i kończyć jednocześnie,

- ręce nie powinny pozostawać bezczynne w tym samym czasie (z wyjątkiem przerw na odpoczynek),
 - należy unikać tzw. pracy statycznej, którą można wyeliminować przez zastosowanie odpowiednich przyrządów i podpórek,
 - ruchy rąk powinny być wykonywane jednocześnie, symetrycznie i w kierunkach przeciwnych względem siebie,
 - ruchy rąk powinny być wykonywane z zaangażowaniem najmniejszej grupy mięśni wystarczającej do prawidłowego wykonania czynności,
 - należy wykorzystywać siłę grawitacji, zwłaszcza przy manipulowaniu ciężkimi przedmiotami,
 - ruchy ciągłe, płynne i łagodne są korzystniejsze od ruchów z wyraźnie zaznaczonymi zmianami kierunku,
 - ruchy balistyczne są szybsze, łatwiejsze i bardziej dokładne niż ruchy kontrolowane i ograniczone przestrzenią,
 - podstawą sprawnego i automatycznego wykonywania pracy jest swobodny i naturalny rytm pracy,
 - drogi ruchów rąk powinny mieścić się w normalnym zasięgu rąk.
2. Zasady dotyczące stanowiska roboczego:
- narzędzia i materiały powinny być układane na stałym, ściśle określonym i widocznym miejscu,
 - narzędzia, materiały i przyrządy powinny być umieszczane możliwie blisko i na wprost wykonawcy (w zasięgu jego rąk),
 - do przechowywania przedmiotów należy używać skrzynek i pojemników o pochylonym ukształtowaniu dna, które podają je pod działaniem siły ciężkości,
 - materiały i narzędzia należy tak umieszczać, aby umożliwiły optymalną kolejność ruchów,
 - odprowadzenie wyrobów ze stanowiska powinno się odbywać z wykorzystaniem siły ciężkości,
 - powinno się stosować odpowiednie środki w celu zapewnienia dobrej widoczności oraz należyte oświetlenie, które jest podstawowym warunkiem dobrej i wydajnej pracy,
 - stanowisko pracy powinno być dostosowane do przebiegu ruchów i wzrostu pracownika,
 - tam, gdzie rodzaj pracy na to pozwala, należy wyposażyć stanowisko w krzesło z oparciem dla pleców i nóg,
 - kolor powierzchni roboczej powinien kontrastować z kolorem obrabianego przedmiotu (mniejsze zmęczenie oczu).
3. Zasady dotyczące doboru narzędzi i wyposażenia:
- należy uwalniać ręce od czynności, które mogą być wykonywane w inny sposób (np. z użyciem przyrządów i uchwytów),
 - należy stosować narzędzia wieloczynnościowe,
 - obciążenie palców pracą powinno być zgodne z możliwościami fizycznymi każdego z nich,

- uchwyty i rękojeści powinny być wykonane w sposób zapewniający maksymalną powierzchnię przylegania dłoni,
- dźwignie, koła zamachowe i kołowroty powinny być umieszczone w taki sposób, aby pracownik mógł nimi manipulować przy minimalnym poruszeniu ciała i z największą wydajnością,
- odkładanym narzędziom i przedmiotom należy nadawać określone położenie, narzucające sposób ich późniejszego podejmowania.

Standaryzacja metod pracy zgodnych z zasadami ekonomiki ruchów elementarnych jest ukierunkowana na wykonanie zadania przy jak najmniejszej liczbie ruchów jak najmniej czasochłonnych, wykonywanych równocześnie obiema rękami. Zasady te znajdują zastosowanie przy organizowaniu pracy z wykorzystaniem metody MTM, przy czym podstawą są następujące założenia:

- równoczesność ruchów – kształtowanie metod pracy w taki sposób, aby pracę wykonywać równocześnie obiema rękami z uwzględnieniem wszelkich zasad ergonomii,
- upraszczanie ruchów – dążenie do tego, aby wykonywanie niezbędnych ruchów elementarnych było jak najmniej czasochłonne,
- redukcja zbędnych ruchów – eliminacja zbędnych ruchów, które nie dodają wartości w danym procesie; przykładem może być ruch polegający na kilkukrotnym pobraniu i odłożeniu tej samej części,
- skracanie odległości ruchów sięgania i przenoszenia – optymalne kształtowanie stanowiska i metody pracy w połączeniu z zasadami ergonomicznego kształtowania pracy.

3.4. Planowanie ruchów roboczych przez ergonomiczne ukształtowanie stanowiska pracy

Punktem wyjścia do projektowania stanowiska pracy są informacje dotyczące przedmiotu pracy, sposobu i miejsca jej wykonania. Na usprawnienie stanowiska roboczego składa się wiele przedsięwzięć technologicznych, organizacyjnych, antropometrycznych, fizjologicznych i psychicznych. Jednak w tym miejscu analiza zostanie ograniczona tylko do kwestii ergonomicznego kształtowania ruchów człowieka przy pracy. Spełnienie tego warunku wymaga od osoby projektującej stanowisko pracy uwzględnienia czynników fizjologicznych i psychologicznych, od których zależą ruchy ciała człowieka, tak aby doprowadziło to do uzyskania określonego rodzaju korzyści: oszczędności czasu i energii (mięśni i systemu nerwowego) lub do zwiększenia precyzji ruchów.

Podczas projektowania stanowiska pracy należy przestrzegać określonych zasad. Pierwsza z nich dotyczy wzajemnego stosunku między wykonywanym ruchem a oczekiwanym rezultatem i powinna uwzględniać [9, s. 85]:

- odległość (optymalny stosunek między odległością zamierzoną a docelową),
- kierunek ruchu (naturalny, zgodny z przyzwyczajeniami pracownika),
- czas wykonania, który winien stanowić minimalną różnicę między czasem wykonania ruchu zamierzonego i czasem wykonania ruchu docelowego.

Druga zasada polega na zoptymalizowaniu wysiłku fizycznego (pracy mięśni). Zgodnie z tą zasadą należy tak zaprojektować stanowiska pracy, aby [9, s. 85]:

- raczej przesuwać przedmioty pracy, niż je transportować,
- dzielić przedmioty pracy na mniejsze części (jeżeli jest to technicznie możliwe) oraz zwiększać szybkość ruchu,
- zmniejszać różnicę między obciążeniem na początku i na końcu cyklu pracy.

Trzecia zasada polega na minimalizowaniu wysiłku mięśni antagonistycznych przez [9, s. 85]:

- automatyzowanie ruchów od skurczowych do rozkurczowych,
- unikanie gwałtownych zmian oraz wprowadzenie ruchów kołowych i eliptycznych.

Istotnym zagadnieniem jest zaprojektowanie na stanowisku pracy warunków zapewniających w miarę dużą dokładność ruchów. Największą dokładność ruchów osiąga się wtedy, gdy czynności są wykonywane na wysokości łokcia i w jak najmniejszej odległości od pracownika.

4. ZAKOŃCZENIE

Celem organizowania pracy z punktu widzenia ergonomii jest zwiększanie sprawności i wydajności człowieka (cel ekonomiczny) oraz eliminowanie uciążliwości przez redukcję obciążenia (cel humanizacyjny). Aby zapewnić optymalne ukształtowanie stanowiska pracy, należy przestrzegać następujących zasad [10, s. 150]:

- stanowisko robocze musi zapewniać wygodny i bezpieczny dostęp obsługującym pracownikom,
- należy ustalić stałe miejsce na materiały i narzędzia,
- materiały i narzędzia winny być umieszczone w funkcjonalnym polu pracownika, przy czym przedmioty ciężkie i najczęściej używane powinny się znajdować w polu optymalnym i na wysokości powierzchni roboczej,
- materiały i narzędzia muszą być rozmieszczone w taki sposób, aby zapewniały ustaloną kolejność ruchów,
- odległości między przedmiotami na stanowisku roboczym winny być jak najmniejsze,
- ułożenie przedmiotu powinno umożliwiać szybkie i łatwe uchwycenie,
- należy używać pojemników stołowych, przenośników grawitacyjnych, uchwytów itp. w celu ułatwienia pracy i odciążenia rąk,

- obrabiane przedmioty powinny spadać przez otwór w stole lub być układane w pojemniku ustawionym tak, aby wymagany ruch ręki był minimalny.

Warto na zakończenie zwrócić uwagę, aby poza analizą zależności między ergonomią i organizowaniem pracy stosować rozwiązania w ramach koncepcji *lean*. Połączenie zasad ergonomicznego organizowania pracy z zasadami *lean manufacturing* pozwala w procesie optymalizacji i standaryzacji metod pracy na bardziej precyzyjne zdefiniowanie czynności dodających wartość i czynności będących marnotrawstwem. Określenie czynności dodających wartość na poziomie ruchów elementarnych umożliwi lepsze kształtowanie optymalnych metod pracy i w wyniku tego redukcję kosztów wytwarzania. W standaryzacji metod pracy istotne jest również postępowanie według metody 5S. Dzięki temu można uzyskać w procesie optymalizacji unikatowy efekt, polegający na wzroście wydajności pracy przy jednoczesnej redukcji obciążenia pracą.

LITERATURA

- [1] Grzelczak A., Projektowanie procesów pracy, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2013.
- [2] Jasiński Z. (red.), Zarządzanie pracą, Agencja Wydawnicza Placet, Warszawa 1999.
- [3] Kurek S., Lach J., Pronobis L., Grzeszczuk A., Metodyka technicznego normowania pracy. Poradnik, ODKKiS, Blachownia 1974.
- [4] Martyniak Z., Metody organizowania procesów pracy, PWE, Warszawa 1996.
- [5] Mikołajczyk Z., Techniki organizatorskie w rozwiązywaniu problemów zarządzania, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2001.
- [6] Mreła H., Technika organizowania pracy, Wiedza Powszechna, Warszawa 1975.
- [7] MTM – Metoda podstawowa, Deutsche MTM-Vereinigung e.V., Hamburg 2004.
- [8] MTM – Metoda UAS, Deutsche MTM-Vereinigung e.V., Hamburg 2004.
- [9] Olszewski J., Podstawy ergonomii i fizjologii pracy, Wyd. Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1993.
- [10] Pacholski L. (red.), Ergonomia, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1986.
- [11] Pacholski L., Jasiak A., Makroergonomia, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2011.
- [12] Pasieczny L. (red.), Encyklopedia organizacji i zarządzania, PWE, Warszawa 1981.
- [13] Rzeszotarska-Wyrwicka M., Organizowanie systemów pracy, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 1998.
- [14] Wołk R., Analiza i normowanie czynności ręcznych wg systemu MTM, Mechanik, 1958, nr 12.
- [15] Wyrwicka M., Grzelczak A., Audyt personalny, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2010.

**ERGONOMICS AND THE ORGANIZATION OF WORK – ANALYSIS OF
SELECTED ASPECTS ON THE METHODS-TIME MEASUREMENT EXAMPLE**

Summary

This article presents the relations existing between ergonomics and work organization. In view of numerous dependences between the two domains of work forming the focus is put only on selected aspects, namely the anthropometric and organizational analysis, as well as ergonomic shaping of the workspace and workers movements on the example of the Methods-Time Measurements (MTM).

