

Aleksandra JASIAK\*

## CZWARTE OBLCZE MAKROERGONOMII

DOI: 10.21008/j.0239-9415.2016.071.13

Celem artykułu jest synteza znanych ujęć makroergonomii oraz wskazanie kierunku jej rozwoju w ujęciu autorki. W opracowaniu przedstawiono cztery koncepcje makroergonomii. Pierwsza koncepcja H.W. Hendricka odnosi się do systemów socjotechnicznych. Kolejne ujęcie jest autorstwa L. Pacholskiego i odnosi się do systemu makroergonomicznego – ergonomicznego systemu przemysłowego. Trzecia koncepcja jest syntezą podejścia H.W. Hendricka oraz B.M. Kleinera, w której autorzy utożsamiają makroergonomię z projektowaniem systemów pracy. Ponadto autorka zaproponowała kierunki rozwoju makroergonomii w systemach pracy, co stanowi kolejny etap rozwoju makroergonomii.

**Słowa kluczowe:** makroergonomia, projektowanie systemu pracy, ergonomiczny system przemysłowy, metoda Pareto, metoda *ideals*.

### 1. WPROWADZENIE

Na podstawie analiz materiałów z International Ergonomics Association oraz innych ważnych konferencji związanych z ergonomią można wskazać obszary rozwoju tej nauki. Przeprowadzone badania mieszczą się w publikacji *Makroergonomia* (Pacholski, Jasiak, 2012). Autorzy wykazali obszary koncentracji zainteresowań w obrębie współczesnej ergonomii. Są to (Pacholski, Jasiak, 2011):

- ergonomiczna analiza procesu pracy,
- ergonomia przetwarzania informacji,
- ergonomia organizacji stanowisk roboczych,
- projektowanie makroergonomiczne,

---

\* Politechnika Poznańska, Wydział Inżynierii Zarządzania, Katedra Ergonomii i Inżynierii Jakości.

- makroergonomia,
- ergonomia transportu,
- ergonomia wymagań specyficznych,
- ergonomia partycypacyjna.

Jednym z obszarów zainteresowań specjalistów ergonomii jest makroergonomia. Dlatego autorka artykułu przedstawiła syntezę znanych ujęć makroergonomii. W opracowaniu przedstawiono cztery koncepcje makroergonomii. Celem artykułu jest synteza znanych ujęć makroergonomii oraz wskazanie kierunku jej rozwoju w ujęciu zaproponowanym przez autorkę.

## 2. MAKROERGONOMIA W UJĘCIU H.W. HENDRICKA

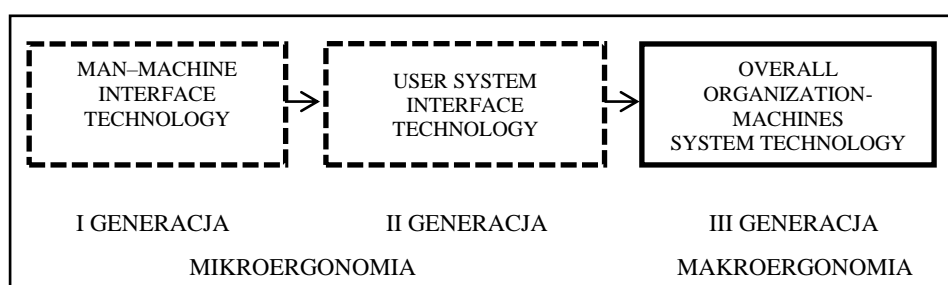
W historii *human factors/ergonomics* H.W. Hendrick wyróżnił trzy stadia rozwoju ergonomii. Twórca terminu makroergonomia założenia tej koncepcji sformułował i uzasadnił w artykule *Macroergonomics: A Concept whose Time has Come* (1987). Opisał tam trzy generacje makroergonomii. Pierwsze dwa stadia określił mianem projektowania mikroergonomicznego. W trzecim stadium rozwoju użył nazwy „projektowanie makroergonomiczne”, gdzie przedmiot projektowania – przedsiębiorstwo przemysłowe – jest traktowane jako system, którego struktura wewnętrzna i wewnętrzne związki zależą od zewnętrznego środowiska.

Ergonomia w pierwszym etapie rozwoju była ukierunkowana na badanie zjawisk percepcji, zagadnienia antropometrii oraz analizę i projektowanie systemów człowiek–obiekt techniczny. Poszerzenie tego zakresu o systemy człowiek–komputer stanowiło początek drugiego etapu rozwoju.

Jednym z rezultatów stopniowo wzrastającej automatyzacji w przedsiębiorstwach był wzrost świadomości społeczeństwa, że technologia wpływa na organizację. Nie można przygotować dobrego projektu mikroergonomicznego i jednocześnie osiągnąć dużej efektywności systemu, nie biorąc pod uwagę wymiaru makroergonomicznego. Dwie pierwsze generacje ergonomii były skierowane na szczególne procesy oraz grupy pracownicze i interfejs człowiek–maszyna. Zadania ergonomii były ukierunkowane na kwestie indywidualne, grupowe, a w najlepszym razie odnosiły się do podsystemu i ograniczały do poziomu mikroergonomii.

Trzeci etap rozwoju ergonomii skupił się na podejściu makroergonomicznym w ujęciu holistycznym. W makroergonomii zaczęto oceniać organizację od góry do dołu, podchodzić systemowo do przedsiębiorstw i projektowania systemu (rys. 1). Zasadą jest to, że nie można efektywnie zaprojektować pewnych komponentów systemu wytwarzania bez wcześniejszego podjęcia naukowo uzasadnionych decyzji co do organizacji jako całości łącznie ze sposobem sterowania nią. Muszą być udzielone odpowiedzi na pytania dotyczące konkretnego stopnia złożoności, centralizacji i formalizacji. Dla wyjaśnienia – stopień złożoności, inaczej integracji, odnosi się do liczby mechanizmów wpisanych do systemu pracy zapewniających komuni-

kację między zróżnicowanymi elementami systemu. Stopień centralizacji odnosi się do stopnia, w jakim formalne podejmowanie decyzji skoncentrowane jest w rękach grup wysoko postawionych w organizacji. Stopień formalizacji to stopień, do którego stanowiska w systemie pracy zostają zestandaryzowane<sup>1</sup> (Hendrick, Kleiner, 2001).



Rys. 1. Stadia rozwoju ergonomii  
(opracowanie własne na podstawie (Pacholski, Jasiak, 2011))

Gdy wszystkie decyzje będą podjęte przez decydentów, można zapoczątkować projektowanie podsystemów, a także stanowisk roboczych i grup pracowniczych, które będą kompatybilne z całym makroprojektem systemu. Jeżeli nie wiemy, jaki jest optymalny stopień złożoności, centralizacji i formalizacji danej jednostki, nie będziemy wiedzieli, gdzie w hierarchii systemu są podejmowane specyficzne decyzje lub jakim decyzjom podlegał dany pracownik. Nie możemy w takiej sytuacji podejmować decyzji o projektowaniu informacji, systemu wspomagającego podejmowanie decyzji i operatora maszyny, zadań i interfejsu człowiek–maszyna. Najistotniejszymi czynnikami, które przyczyniły się do narodzin makroergonomii, są:

- nowe technologie i automatyzacja,
- demograficzne zmiany w uprzemysłowionych krajach,
- psychologiczne zmiany siły roboczej,
- globalna konkurencja,
- spory wynikające z ergonomii,
- ograniczony obszar mikroergonomii.

### 3. MAKROERGONOMIA W UJĘCIU L. PACHOLSKIEGO

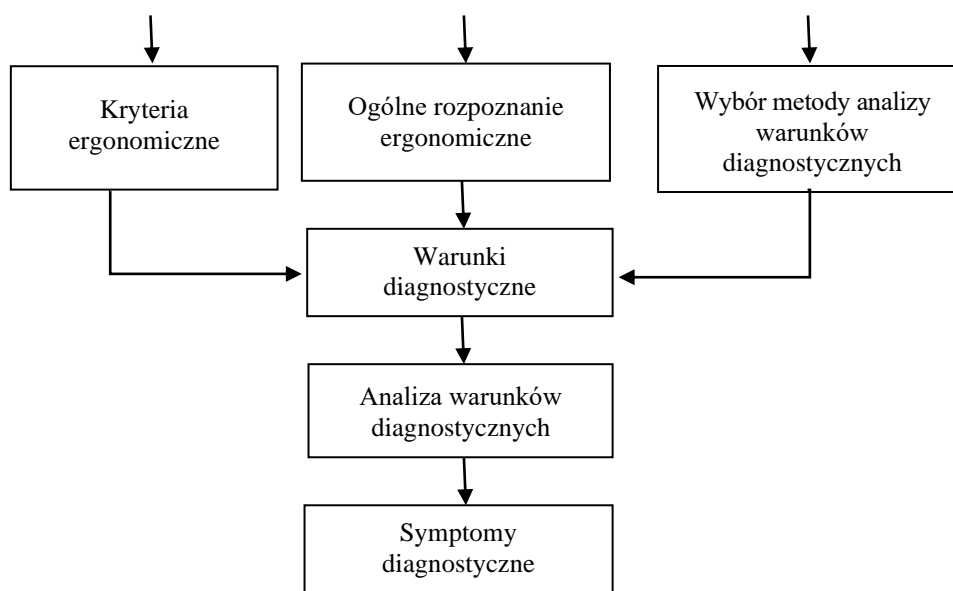
Makroergonomiczne zasady badania wieloobektowych systemów wytwarzania można odnaleźć we wczesnych pracach L. Pacholskiego. W swej rozprawie *Metodologia diagnozowania ergonomicznego w przedsiębiorstwie przemysłu meblowego*

<sup>1</sup> Terminologia używana przez H.W. Hendricka.

go (1977) opracował koncepcję makroergonomii, ale nie użył tego pojęcia w dosłownym znaczeniu (Jasiak, Misztal, 2004).

Pacholski koncentruje się na badaniu zależności w układzie człowiek–maszyna, a potem w odniesieniu do zgrupowań stanowisk roboczych prowadzi badania diagnostyczne. Przeprowadzona na podstawie uzyskanych informacji analiza i ocena miały spowodować to, żeby stanowiska pracy funkcjonowały w sposób sprawny i bezpieczny dla człowieka i jego zdrowia bez powodowania negatywnych zmian w otoczeniu diagnozowanego systemu.

Metoda diagnozowania ergonomicznego dotyczyła specyficznego przedmiotu badań, jakim jest ergonomiczny system przemysłowy. Badania obejmujące zakres tego diagnozowania stanowiły bardzo ważny element procedur analitycznych w koncepcji metodycznej diagnostyki ESP. Kolejnym ogniwem wynikającym z podejścia metodycznego jest prognozowanie, planowanie i programowanie ergonomiczne (rys. 2).



Rys. 2. Fragment postępowania badawczego (Jasiak, 2015)

Ważnym elementem koncepcji metodologicznej L. Pacholskiego jest to, że metoda diagnozowania ergonomicznego w przedstawionej postaci polega przede wszystkim na ścisłym połączeniu poszczególnych etapów badań. Metoda ta spełnia metodologiczny postulat wzajemnego uwarunkowania takich etapów, jak:

- opis,
- ocena,
- konkluzja,
- tłumaczenie,

- zalecenia,
- hipotezy.

W ramach nauk organizacji i zarządzania analizowany system ergonomiczny został scharakteryzowany jako złożony system probabilistyczny. Przyczyną takiej kwalifikacji tego systemu jest możliwość opisanego prawdopodobieństwa jego zachowania w określonych warunkach.

Prowadzona analiza ergonomicznego systemu przemysłowego opiera się w głównej mierze na metodzie stanowiskowej analizy warunków diagnostycznych za pomocą listy kontrolnej. Dzięki temu narzędziu powstała koncepcja ergonomicznej listy problemowej. Składające się na nią zagadnienia są ujęte w czterech grupach tematycznych:

- przestrzeń pracy i elementy wyposażenia stanowiska roboczego,
- łączność w układzie ludzie–maszyny,
- czynniki materialnego środowiska pracy,
- praca i jej organizacja.

Wynikiem tego rodzaju analizy warunków diagnostycznych jest zestaw ocen problemowych pozwalających na określenie symptomów diagnostycznych. Informacje o nich są podstawą do prowadzenia dalszych badań o charakterze szczegółowym. Diagnoza tych symptomów stanowi punkt wyjścia działań korekcyjnych. Elementem wspierającym analizę z użyciem ergonomicznej listy problemowej jest macierz powiązań. Celem stosowania macierzy powiązań jest określenie stopnia obciążenia poszczególnych powiązań między elementami człowiek–praca.

Najistotniejszym elementem badań analitycznych jest zebranie i przetwarzanie informacji o ergonomicznym systemie przemysłowym. Element ten składa się z trzech etapów:

- obserwacji,
- badań podmiotowych,
- badań przedmiotowych.

Obserwacji dokonuje się za pomocą obserwacji migawkowych procesu pracy. Badania podmiotowe polegają na pozyskaniu informacji o przyczynach nieprzystosowania sprzętu lub środowiska do człowieka. Natomiast badania przedmiotowe polegają na dokonaniu pomiarów na terenie miejsca pracy i zarejestrowaniu wyników tych pomiarów.

Badania analityczne prowadzone z wykorzystaniem metody list kontrolnych umożliwiają sformułowanie pierwotnej postaci ergonomicznej diagnozy podstawowej. Stanowią one punkt wyjścia do weryfikacji ustaleń i formułowania diagnoz szczegółowych. Autor metody przedstawił koncepcję metodyczną składającą się z trzech elementów reprezentujących trzy kolejne stopnie pogłębiania osądu diagnostycznego (Hendrick, 1987).

– Pierwszym z nich jest diagnoza szczegółowa. Badania szczegółowe dotyczą poszczególnych elementów diagnozy podstawowej będącej wynikiem analizy warunków diagnostycznych.

– Drugi stopień pogłębiania diagnozy podstawowej to diagnoza przyczynowa. Polega ona na zidentyfikowaniu przyczyn powstania niezgodności z podstawowymi kryteriami ergonomicznymi.

– Trzeci stopień pogłębiania osądu diagnostycznego określony jest mianem diagnozy porównawczej. Istotą tego etapu jest porównanie analizowanego ergonomicznego systemu przemysłowego z innymi systemami o zbliżonych cechach funkcjonalnych.

Analizowanymi elementami systemu makroergonomicznego są poszczególne stanowiska robocze – pojedyncze układy człowiek–maszyna. Zespół ergonomiczny formułuje 22 oceny problemowe pojedynczych układów człowiek–maszyna, tworzących system makroergonomiczny. Koncepcja L. Pacholskiego zawiera unikalną metodologię, która umożliwia modernizację systemu.

#### **4. MAKROERGONOMIA W UJĘCIU H.W. HENDRICKA ORAZ B.M. KLEINERA**

Trzecie podejście do makroergonomii H.W. Hendricka i B.M. Kleinera zawarte jest w pracy *Macroergonomics an introduction to work system design* (2001). Autorzy koncepcji makroergonomii rozpoczęli od wskazania koncepcyjnej definicji makroergonomii. „Macroergonomics is a top-down sociotechnical systems approach to the design of work systems and the application of the overall work system design to the design of the human–job, human–machine and human–software interfaces” (Hendrick, Kleiner, 2001).

Makroergonomia „jest ogólnym podejściem systemów socjotechnicznych do projektowania systemów pracy i zastosowania ogólnego projektowania systemów pracy do projektowania interfejsów człowiek–praca, człowiek–maszyna i człowiek–oprogramowanie”<sup>2</sup>.

Autorzy rozwijają wiele metod używanych obecnie w celu optymalizacji projektowania systemów pracy. Dla makroergonomii istotne jest to, aby analiza i projektowanie systemów pracy było partycypacyjne. Ergonomia partycypacyjna według autorów jest postrzegana jako zasadnicza metoda w makroergonomii. Ergonomię partycypacyjną definiuje się, jako „zaangażowanie ludzi w planowanie i kontrolowanie poważnej części ich pracy z wystarczającą ich wiedzą i władzą, aby wpływać tak na procesy, jak i rezultaty celem osiągnięcia pożądaných celów”<sup>3</sup> (Hendrick, Kleiner, 2001).

Po podjęciu decyzji o wdrożeniu w organizacji ergonomii partycypacyjnej następuje konieczność strukturyzacji planu jej włączenia. Następnie dokonuje się

---

<sup>2</sup> Przedstawiona w opracowaniu definicja jest sformułowana przez H.W. Hendricka oraz B.M. Kleinera.

<sup>3</sup> Jw.

wyboru metody implementacji ergonomii partycypacyjnej w organizacji. Na końcu występuje pętla sprzężenia zwrotnego podobnie jak w spirali Deminga. Ogólne ramy opracowania i wdrożenia ergonomii partycypacyjnej wypunktowano poniżej:

- decyzja o wdrożeniu ergonomii partycypacyjnej,
- struktura planu wdrożenia ergonomii partycypacyjnej,
- proces wdrożenia,
- ocena.

Ponadto, gdy kierownictwo w organizacji podjęło decyzję o implementacji ergonomii partycypacyjnej, zespół ergonomistów musi zwrócić uwagę na czynniki przedstawione poniżej:

- czynniki motywujące organizację do wdrożenia ergonomii partycypacyjnej,
- czynniki wpływające na strukturę planu implementacji inicjatywy,
- czynniki wpływające na wybór metody wdrożenia ergonomii partycypacyjnej,
- otoczenie,
- czynniki socjalne, prawne, ekonomiczne i techniczne.

Ergonomia partycypacyjna w organizacji może zmieniać się także w zależności od:

- celu,
- ciągłości,
- zaangażowania,
- sformalizowania,
- wymagań,
- podejmowania decyzji,
- sposobu wprowadzania.

Autorzy wskazali również możliwość zastosowania ergonomii partycypacyjnej na etapie podejmowania decyzji i rozwiązywania problemów, w projektowaniu produktu i systemu oraz w projektowaniu szkoleń. Istotny jest udział ergonomisty w analizie i projektowaniu systemu pracy. Udział pracownika w przeprojektowaniu pracy może poprawić jej jakość. Makroergonomia pomaga mu wkroczyć na wyższy szczebel zaangażowania, gdzie pracownik pomaga analizować i projektować na poziomie indywidualnym oraz grupowym.

Według autorów prócz ergonomii partycypacyjnej istnieje szereg metod, które zostały zaadaptowane do analiz i ocen makroergonomicznych. Wykorzystywane metody to:

- eksperyment laboratoryjny,
- badanie terenowe,
- eksperyment terenowy,
- ankietowy przegląd organizacyjny,
- wywiad,
- grupa fokusowa.

Grupa fokusowa to odmiana wywiadu, która polega na zebraniu ludzi celem wspólnego przeprowadzenia wywiadu w grupie na jeden lub więcej tematów.

Autorzy oprócz metod przedstawili modele empiryczne, które mogą być używane jako narzędzia makoergonomiczne w analizie i budowaniu lub modyfikowaniu projektu systemu pracy.

Aby opisać projekt systemu pracy, należy rozpatrywać go w kontekście systemu socjotechnicznego<sup>4</sup>, który składa się z wykorzystywanej w organizacji technologii, systemu kadrowego oraz otoczenia zewnętrznego.

Technologia jako element determinujący strukturę systemu pracy została sklasyfikowana na szereg różnych sposobów, które okazały się użyteczne dla makroergonomii, czyli według:

- sposobu produkcji lub technologii produkcji,
- działań, jakie podejmują jednostki w stosunku do obiektu, aby go zmienić, lub do technologii opartej na wiedzy,
- stopnia automatyzacji.

Z każdego z tych elementów klasyfikacyjnych wynika główny model uogólniający relację technologia–projektowanie organizacyjne.

Z analizy podsystemu kadrowego wynika, że co najmniej trzy cechy charakterystyczne tego systemu są krytyczne dla projektowania systemu pracy w organizacji. Według autorów są to: stopień profesjonalizmu, charakterystyka demograficzna oraz aspekty psychosocjalne siły roboczej.

Jednak rzeczywiste przetrwanie organizacji zależy od jej zdolności do adaptacji do otoczenia zewnętrznego. Organizacje potrzebują mechanizmów monitorowania i informacji zwrotnej, aby nadać za zmianami w otoczeniu. Otoczenie istotnych zadań dotyczy tej części otoczenia zewnętrznego firmy, które może pozytywnie lub negatywnie wpływać na efektywność organizacji – krytyczne otoczenie organizacji.

W makroergonomicznym projektowaniu systemu pracy ważne jest, aby zdawać sobie sprawę z tego, jakie decyzje mają wpływ na projekt indywidualnych stanowisk pracy. Hackman i Oldham<sup>5</sup> empirycznie ustalili pięć cech charakterystycznych stanowiska pracy w organizacji, które są istotne dla wewnętrznej motywacji do pracy, poczucia własnej wartości, redukcji stresu i zadowolenia; są to:

- zmienność zadań,
- utożsamienie,
- znaczenie,
- autonomia
- informacje zwrotne.

Z perspektywy makroergonomii analiza strukturalna obejmuje więcej niż tylko rozważania o tym, jak zmienne systemu winny kształtować podstawowe wymiary systemu pracy.

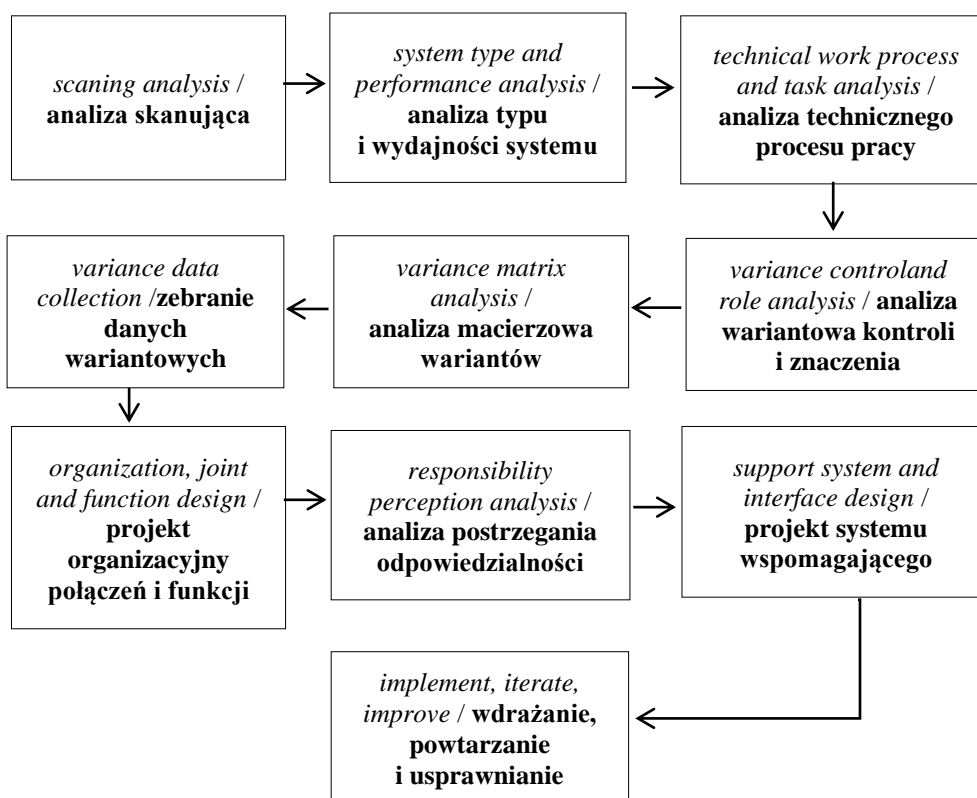
---

<sup>4</sup> Przedstawione w opracowaniu sformułowanie jest autorstwa H.W. Hendricka oraz B.M. Kleintera.

<sup>5</sup> Richard Hackman i Grieg Oldham stworzyli model cech pracy model służący do opisu pracy.



Autorzy przedstawili metodologię, która jest zaadaptowanym i zmodyfikowanym socjotechnicznym modelem analitycznym F. Emery'ego i E. Trista<sup>6</sup>. Może ona być wykorzystywana do oceny zarówno produkcyjnych, jak i nieprodukcyjnych procesów pracy. Metodologia może być najlepiej wykorzystana po wdrożeniu ergonomii partycypacyjnej. Na rysunku 3 przedstawiono fazy analizy i projektowania systemu procesu pracy.



Rys. 3. Fazy analizy i projektowania systemu procesu pracy (opracowanie własne na podstawie (Hendrick, Kleiner, 2001))

Analiza i projektowanie procesu systemu pracy składa się z dziesięciu faz, w ramach których dokonuje się konkretnych zadań. Poniżej przedstawiono fazy wraz z ich rozwinięciem.

1. Analiza skanująca, w której mieści się:
  - przeprowadzenie analiz misji, wizji i zasad organizacji,
  - przeprowadzenie skanowania systemu pracy,

<sup>6</sup> Eric Trist – brytyjski psycholog zajmujący się teorią systemów. Fred Emery – australijski psycholog. Sformułowali ideę systemu socjotechnicznego.

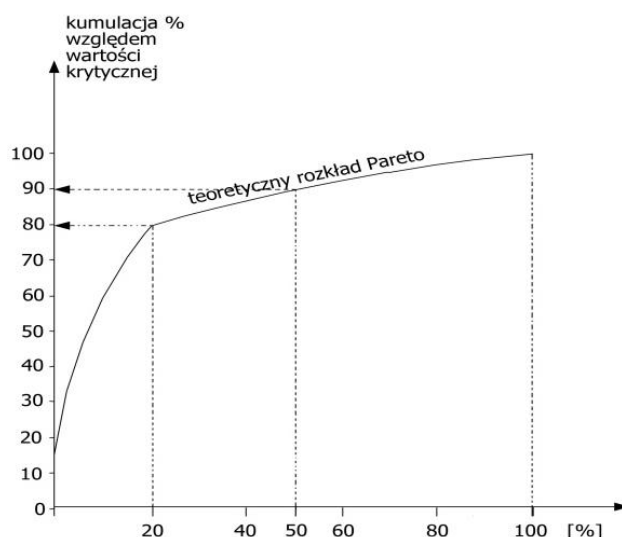
- przeprowadzenie skanowania otoczenia zewnętrznego,
  - sprecyzowanie wstępnych wymiarów projektu organizacji.
2. Analiza typu i wydajności systemu obejmuje:
    - zdefiniowanie typu systemu produkcyjnego,
    - zdefiniowanie oczekiwań dotyczących wydajności,
    - sprecyzowanie wymiarów projektu organizacyjnego,
    - zdefiniowanie wymagań w zakresie alokacji funkcji systemu.
  3. Analiza technicznego procesu pracy określa:
    - zdefiniowanie operacji jednostkowych,
    - sporządzenie schematu blokowego procesu.
  4. Zebranie danych wariantowych uwzględnia:
    - zebranie danych dotyczących niezgodności,
    - rozróżnienie między niezgodnościami wejściowymi a wydajnością.
  5. Analiza macierzowa wariantów obejmuje:
    - zdefiniowanie związków między niezgodnościami systemu,
    - zdefiniowanie niezgodności kluczowych.
  6. Analiza wariantowa kontroli i znaczenia uwzględnia:
    - zbudowanie tabeli kontrolnej niezgodności kluczowych,
    - zbudowanie siatki ról,
    - ocenę efektywności siatki ról,
    - wyspecyfikowanie wymiarów projektu organizacyjnego.
  7. Projekt organizacyjny połączeń i funkcji uwzględnia:
    - przeprowadzenie alokacji funkcji,
    - zaprojektowanie zmian podsystemu technicznego,
    - zaprojektowanie zmian kadrowych,
    - określenie ostatecznego projektu organizacyjnego.
  8. Analiza postrzegania odpowiedzialności obejmuje:
    - ocenę postrzegania ról i odpowiedzialności,
    - zapewnienie wsparcia szkoleniowego.
  9. Projekt systemu wspomagającego i interfejsów określa:
    - projektowanie podsystemów wspierających system pracy,
    - projektowanie powiązań i funkcji,
    - projektowanie wewnętrznego środowiska fizycznego.
  10. Wdrożenie, powtarzanie i usprawnianie.

## 5. PODSUMOWANIE

Istnieje niewiele opracowań o makroergonomii o charakterze syntetycznym. W artykule przedstawiono trzy znane koncepcje makroergonomii. Dokonano syntezy ujęć makroergonomii. Trzecia koncepcja, autorstwa H.W. Hendricka oraz B.M. Kleinera, opisywana najszerzej, nasuwa wniosek, że dalszy rozwój makroer-

gonomii oscyluje w kierunku systemu pracy oraz jakości życia (A. Jasiak). W czwartym podejściu do makroergonomii zaproponowanym przez autorkę makroergonomia w ramach rozwoju systemu pracy powinna kształtować operacyjne metody naliczania kosztów. Intencją autorki było rozwinięcie metodologii makroergonomicznej poprzez zastosowanie metody analizy wartości w połączeniu z trójką Nadlera (metoda *ideals* G. Nadlera) i rachunku kosztów ekonomicznych.

Prawidłowość opisana przez Pareto bywa określana mianem tzw. prawa 20–80 (rys. 4), zgodnie z którym w zbiorowości niejednorodnej 20% elementów reprezentuje 80% skumulowanej wartości cechy, która służy jako kryterium analizy (Lisiński, Martyniak, 1981).



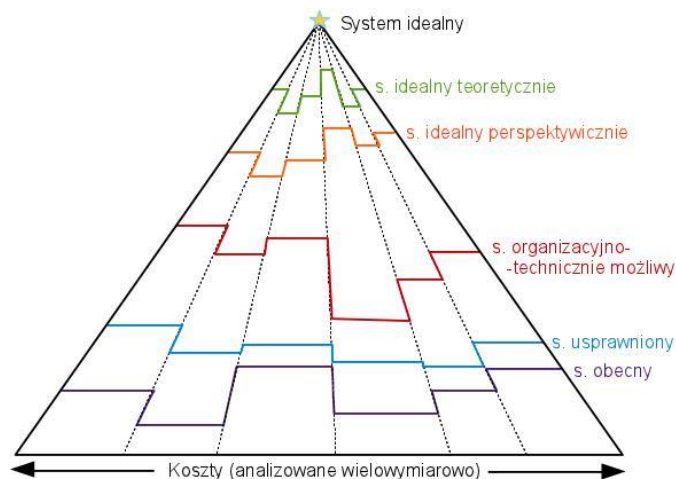
Rys. 4. Teoretyczny rozkład Pareto (Jasiak, 2015)

Metoda „wzorująca” G. Nadlera w przeciwieństwie do zaproponowanej przez klasyków metody „ulepszania” opartej na aktualnych obserwacjach i analizach, ma za zadanie wyjście od systemu idealnego, a następnie stopniowe zbliżanie się do koncepcji, która spełnia warunki ograniczające określonego procesu (rys. 5). W podejściu G. Nadlera nie jest istotne poszukiwanie poszczególnych usprawnień wariantów, lecz poszukiwanie całościowej koncepcji rozpatrywanego procesu.

Ogólna charakterystyka systemu według Nadlera obejmuje wskazanie:

- 1) funkcji,
- 2) wejść,
- 3) procesu,
- 4) otoczenia,
- 5) wyposażenia,
- 6) wielkości zasobów ludzkich.

Według koncepcji takie przedstawienie systemu sprawia, że istnieje możliwość przekształceń danych wejściowych, takich jak materiały, informacje czy osoby. Istnienie danego systemu prezentuje się jako jego funkcje, ujętą w kategorii celu, któremu ma służyć dany system (Tytyk, 2001).



Rys. 5. Metoda *ideals* – trójkąt G. Nadlera (Tytyk, 2001)

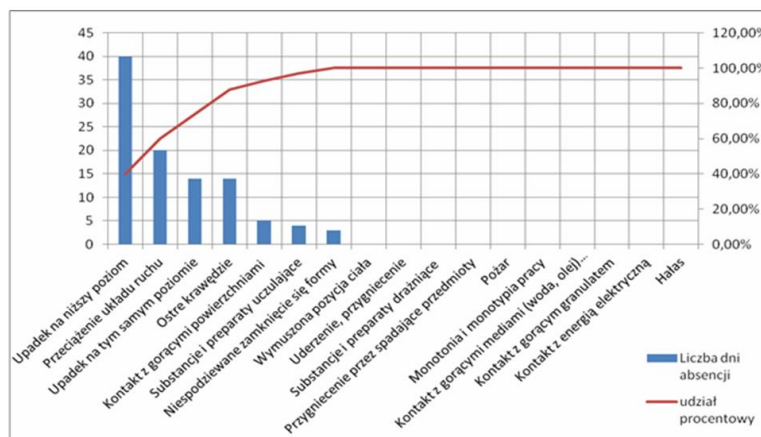
Badane przedsiębiorstwo zatrudnia pracowników na stanowiskach operatorów wtryskarek ślimakowych, odpowiedzialnych za ilościowe oraz jakościowe wykonanie elementów tworzyw sztucznych do produkcji mebli, lamp, wycieraczek oraz wkładek do betonu.

Analiza procesów pracy operatorów wtryskarek, wykazała, że wykonywana przez nich praca stwarza 17 potencjalnych zagrożeń, z czego – zgodnie z BS 8800:2004 – 4 zakwalifikowano do poziomu małego ryzyka, 10 do poziomu ryzyka średniego, a 3 do poziomu ryzyka dużego. Zgodnie z tą analizą można wnioskować, że praca operatora wtryskarki w systemie wytwarzania należy do prac potencjalnie niebezpiecznych, mogących powodować chwilowy lub trwały uszczerbek na zdrowiu i życiu pracowników. Zanalizowany poziom ryzyka wymaga wprowadzenia i zastosowania odpowiednich środków profilaktycznych i zapobiegawczych w najbardziej newralgicznych punktach systemu pracy.

Stosując opisaną w artykule metodę analizy wartości V. Pareto oraz dane na temat łącznego czasu absencji pracowników spowodowanej wypadkami lub zdarzeniami potencjalnie wypadkowymi w latach 2010-2013, autorki zbadały ważność czynników determinujących poziom zagrożenia na analizowanych stanowiskach pracy.

Po określeniu ważności czynników determinujących zagrożenia w procesach pracy operatorów wtryskarek w badanym przedsiębiorstwie wykreślono krzywą Pareto-Lorenza. Dzięki niej można określić, które z zarejestrowanych trudności

i niebezpieczeństw należy usunąć w pierwszej kolejności, aby uzyskać zasadnicze pozytywne efekty dla zaprojektowanego systemu makroergonomicznego.



Rys. 6. Krzywa Pareto-Lorenza (Jasiak, Dewicka, 2015)

Z rysunku 6 wynika, że największymi zagrożeniami dla systemu są trzy kryteria: upadki na niższy poziom, przeciążenia układu ruchu oraz upadki na tym samym poziomie. Zagrożenia te w latach 2010-2013 generowały 80% ogólnej niezdolności do pracy w analizowanym systemie socjotechnicznym.

Dokonując porównania wyników przeprowadzonej oceny ryzyka za pomocą BS 8800:2004 z wynikami analizy wartości uzyskanymi metodą Pareto można zauważyć, że zagrożenia, które oceniano jako najniebezpieczniejsze, nie spowodowały znaczącej absencji pracowników w badanym przedsiębiorstwie.

W celu eliminacji newralgicznych zagrożeń opisanych dzięki BS 8800:2004 i krzywej Pareto-Lorenza, tj. poparzeń, upadków i przeciążenia układu ruchu, powodujących częstą absencję pracowników, autorki zaproponowały wprowadzenie w analizowanym systemie socjotechnicznym kilku korekt makroergonomicznych poprawiających stan bezpieczeństwa pracy. Wśród proponowanych zmian znalazły się:

- dbałość o porządek na stanowisku pracy,
- stosowanie przez przedsiębiorcę oświetlenia hali produkcyjnej w zakresach od 300 lx do 1000 lx,
- zakup ognioodpornych ochron osobistych,
- zakup obuwia antypoślizgowego.

Analiza wartości wykazała, że w celu zapewnienia ciągłej makroergonomicznej optymalizacji prac projektowo-konstrukcyjnych w pracy operatorów wtryskarek ślimakowych należy zwrócić dużą uwagę na minimalizację lub likwidację wszystkich potencjalnych niebezpiecznych zdarzeń, a nie tylko tych o realnie dużym stopniu zagrożenia (Jasiak, Dewicka, 2015).

Wykorzystanie analizy wartości, metody *ideals* oraz rachunku kosztów przedsiębiorstwa może pozytywnie wpłynąć na gospodarowanie finansami przedsiębiorstwa.

#### LITERATURA

1. *Encyklopedia organizacji i zarządzania* (1982). Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Ekonomiczne.
2. Górską, K., Martyniak, Z. (1972). *Analiza wartości i jej zastosowanie. Wypisy*. Kraków: Polskie Towarzystwo Ekonomiczne.
3. Hendrick, H.W. (1987). Macroergonomics. A concept whose time has come. *Human Factors Society Bulletin*, 30, 2.
4. Hendrick, H.W., Kleiner, B.M. (2001). Macroergonomics. An introduction to work system design, Santa Monica, *Human Factors and Ergonomics Society Bulletin*.
5. Jasiak, A. (2015). *Makroergonomiczne podejście do kształtowania środowiska pracy i jakości życia*. Poznań: Wyd. Politechniki Poznańskiej.
6. Jasiak, A., Dewicka, A. (2015). *Application of selected quantitative analysis methods in the design of an ergonomic system*. In: 6. International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics AHFE.
7. Jasiak, A., Misztal, A. (2004). *Makroergonomia i projektowanie makroergonomiczne*. Poznań: Wyd. Politechniki Poznańskiej.
8. Kowal, E. (2002). *Ekonomiczno-społeczne aspekty ergonomii*. Warszawa–Poznań: Wyd. Naukowe PWN.
9. Lisiński, M., Martyniak, Z. (1981). *Analiza wartości organizacji*. Warszawa: Wydawnictwo Książka i Wiedza.
10. Pacholski, L. Jasiak, A. (2011). *Makroergonomia*. Poznań: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej.
11. Tytyk, E. (2001). *Projektowanie ergonomiczne*. Poznań: Wydawnictwo Naukowe PWN.

#### THE FOURTH FACE OF MACROERGONOMICS

The aim of the article is a synthesis of known approaches to macroergonomics and an indication of the direction of its development, according to the author. The paper presents three concepts of macroergonomics. The first concept by H.W. Hendrick refers to systems of social engineering. Another approach, by L. Pacholski, refers to a macroergonomic system – an ergonomic industrial system. The last concept is a synthesis of approaches by H.W. Hendrick and B.M. Kleiner, in which the authors identify macroergonomics as the design of work systems. In addition, the author proposes the developmental direction of macroergonomics in work systems, which is another approach to macroergonomics.

**Keywords:** macroergonomics, work system design, ergonomic industrial system, Pareto method, Ideals method