

Wiesława Ł. Nowacka

Ergonomia i ergonomiczne projektowanie stanowisk pracy

Warszawa 2010



KAPITAŁ LUDZKI
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



UNIA EUROPEJSKA
EUROPEJSKI
FUNDUSZ SPOŁECZNY



Politechnika Warszawska
Wydział Samochodów i Maszyn Roboczych
Studia Podyplomowe dla Nauczycieli Przedmiotów Zawodowych
02-524 Warszawa, ul. Narbutta 84, tel 22 849 43 07, 22 234 83 48
ipbmvr.simr.pw.edu.pl/spin/, e-mail: sto@simr.pw.edu.pl

Opiniodawca: prof. dr hab. inż. Jerzy WRÓBEL

Projekt okładki: Norbert SKUMIAŁ, Stefan TOMASZEK

Projekt układu graficznego tekstu: Grzegorz LINKIEWICZ

Skład tekstu: Janusz BONAROWSKI

Publikacja bezpłatna, przeznaczona dla słuchaczy Studiów Podyplomowych dla Nauczycieli Przedmiotów Zawodowych.

Copyright © 2010 Politechnika Warszawska

Utwór w całości ani we fragmentach nie może być powielany ani rozpowszechniany za pomocą urządzeń elektronicznych, mechanicznych, kopiujących, nagrywających i innych bez pisemnej zgody posiadacza praw autorskich.

ISBN 83-89703-34-3

Druk i oprawa: Drukarnia Expol P. Rybiński, J. Dąbek Spółka Jawna,
87-800 Włocławek, ul. Brzeska 4

Spis treści

Wstęp.....	5
1. Przedmiot i zadania ergonomii.....	7
1.1. Rys historyczny	8
1.2. Obszary zainteresowań współczesnej ergonomii	13
1.3. Ergonomia korekcyjna i koncepcyjna	21
1.4. Struktura i przedmiot ergonomii.....	23
1.5. Obszary specjalizacji ergonomii.....	25
1.6. Ergonomia a higiena, bezpieczeństwo i ochrona pracy	27
1.7. Metodyka ergonomii	29
1.8. Narzędzia analityczne.....	35
2. Diagnoza ergonomiczna stanowisk pracy.....	39
2.1. Diagnoza ergonomiczna.....	40
2.2. Przedmiot diagnozy- człowiek	41
2.3. Przedmiot diagnozy- maszyna.....	43
2.4. Przedmiot diagnozy-środowisko	44
2.5. Ocena obciążenia fizycznego pracą.....	44
2.6. Ocena obciążenia psychicznego pracą.....	51
2.7. Ocena obciążenia środowiskowego pracą	53
3. Projektowanie ergonomiczne.....	57
3.1. Ergonomiczne założenia projektowe.....	58
3.2. Ergonomiczne kryteria projektowe	59
3.3. Antropometria w projektowaniu ergonomicznym	61
3.4. Komputerowe wspomaganie projektowania ergonomicznego.....	67
4. Ergonomiczne aspekty organizacji pracy.....	69
4.1. Ergonomia w optymalizacji pracy zmianowej	70
4.2. Obciążenie organizacyjne w pracy zawodowej	74
4.3. Przerwy w pracy	75

5. Społeczne i ekonomiczne aspekty ergonomii . 81

5.1. Uwarunkowania społeczne i ekonomiczne.....	82
5.2. Pożytki wymierne płynące z wdrożeń ergonomicznych	86
5.3. Pożytki niewymierne płynące z wdrożeń ergonomicznych.....	90
5.4. Ergonomia osób niepełnosprawnych.....	94

6. Podsumowanie 99

7. Literatura..... 103

Wstęp

*„Jakkolwiek jednak daleko sztuka inżynierska zdoła
uniezależnić maszynierie od potrzeby wtrącania się człowieka
w tok ich funkcjonowania, jakkolwiek daleko zatem posunie się homo faber
na drodze minimalizacji interwencji własnej,
nigdy maszyna nie stanie się przedmiotem, zawsze wymagać będzie
kierownictwa ze strony podmiotów działających.”*

Tadeusz Kotarbiński

Niniejsze materiały zostały opracowane w ramach realizacji projektu pn. „STUDIA PODYPLOMOWE DLA NAUCZYCIELI PRZEDMIOTÓW ZAWODOWYCH – mechatronika pojazdów i maszyn, komputerowo wspomagane projektowanie i wytwarzanie, bezpieczeństwo człowieka w środowisku pracy i ergonomia” współfinansowanego ze środków UNII EUROPEJSKIEJ w ramach PROGRAMU OPERACYJNEGO – KAPITAŁ LUDZKI. Materiały przeznaczone są dla słuchaczy tych studiów kierunku „Bezpieczeństwo człowieka w środowisku pracy i ergonomia” prowadzonych na Wydziale Samochodów i Maszyn Roboczych Politechniki Warszawskiej.

Niniejsze opracowanie przygotowano dla przedmiotu pt. „Ergonomia i ergonomiczne projektowanie stanowisk pracy” i stanowi część główną materiałów, na które składają się jeszcze dwa zeszyty ćwiczeniowe. Zawartość merytoryczna traktowanych łącznie materiałów w pełni odpowiada zakresowi opisanemu w sylabusie opracowanym dla tego przedmiotu.

Treść materiałów dydaktycznych w niniejszym opracowaniu zawarta została w 7 rozdziałach. Rozdział 1 poświęcono przedstawieniu podstawowych pojęć z zakresu ergonomii. Omówiono w skrócie rozwój ergonomii jako wiedzy stosowanej i syntetycznej. W rozdziale 2 omówiono podstawowe zasady diagnozy stanowisk pracy z zastosowaniem wiedzy ergonomicznej. Rozwinięcie zagadnień czytelnik znajdzie w zeszycie ćwiczeniowym „Ćwiczenie 1-Praktyczne zastosowanie Listy Dortmundzkiej jako narzędzia analitycznego w ergonomii” Rozdział 3 omawia założenia i kryteria projektowania ergonomicznego. Rozwinięcie zagadnień czytelnik znajdzie w zeszycie ćwiczeniowym „Ćwiczenie 2-analiza i ocena stanowiska komputerowego”. Rozdział 4 został poświę-

cony ergonomicznym aspektem organizacji pracy ze szczególnym uwzględnieniem znaczenia przerw w pracy. Rozdział 5 omawia wybrane społeczne i ekonomiczne aspekty ergonomii. Rozdział 6 to podsumowanie zaś ostatni rozdział 7 podaje zalecaną literaturę przedmiotu, zarówno wykorzystaną w treściach przekazywanych na zajęciach wykładowych i ćwiczeniach, jak i stanowiącą podstawę do samodzielnego studiowania przedmiotu przez uczestników kursu.

Zajęcia dydaktyczne z przedmiotu pt. „Ergonomia i ergonomiczne projektowanie stanowiska pracy” będą realizowane, oprócz wykładu, także w formie ćwiczeń laboratoryjnych, prac projektowych. Opracowany jest i udostępniony uczestnikom materiał ćwiczeniowy (Ćwiczenie 1. „Praktyczne zastosowanie Listy Dortmundzkiej jako narzędzia analitycznego w ergonomii”, Ćwiczenie 2. „Analiza i ocena stanowiska komputerowego”). Przygotowane materiały dydaktyczne pomogą słuchaczom w nabyciu praktycznych umiejętności z zakresu posługiwania się narzędziami analitycznymi stosowanymi w ergonomii, niezbędnymi w realizacji współczesnej aktywności pracowniczej, kierowaniu procesami pracy, nadzorze nad warunkami pracy, wartościowaniu i normowaniu pracy.

Zadania projektowe wykonywane są zespołowo (Ćwiczenie 1) bądź indywidualnie (Ćwiczenie 2). Dzięki zasobom sieciowym (uczestnicy mają dostęp do Internetu w czasie zajęć) słuchacze będą we własnych opracowaniach posilkować się narzędziami analitycznymi nie tylko udostępnionymi przez osobę prowadzącą zajęcia ale również osiągalnymi z podanych stron internetowych.

Materiały uzupełniające i aktualizujące do przedmiotu będą udostępniane studentom za pośrednictwem systemu e-learning.

1

Przedmiot i zadania ergonomii

W tym rozdziale

- Rys historyczny
- Obszary zainteresowań współczesnej ergonomii
- Ergonomia korekcyjna i koncepcyjna
- Struktura i przedmiot ergonomii
- Obszary specjalizacji ergonomii
- Ergonomia a higiena, bezpieczeństwo i ochrona pracy
- Metodyka ergonomii
- Narzędzia analityczne

1.1. Rys historyczny

Ergonomia jest tak stara jak świat narzędzi produkowanych przez człowieka. Do takich wniosków może prowadzić prześledzenie historii ewolucji człowieka i produkowanych przezeń narzędzi. Zapewne już przaprzodek człowieka, Homo habilis – człowiek zręczny, wykorzystywał w sposób właściwy ergonomiczne działania skierowane na tworzenie narzędzia. Podstawą do nadania nazwy Homo habilis była zaawansowana technologia obróbki kamienia, w rezultacie której powstawały powtarzalne narzędzia. Były to narzędzia podobne do siebie, bądź takie same, nie zaś przypadkowe, amorficzne, jak w poprzedzających milionach lat. Tak więc początek dolnego paleolitu, czas tworzenia narzędzi kamiennych, dobierania elementów kości jako narzędzi, przypadający na lata 2,6/2,4 mln lat temu, można określić jako czas narodzin ergonomii praktycznej.



Rysunek 1.1. Dolina Olduvai miejsce narodzin człowieka zręcznego tworzącego własne narzędzia miliony lat temu

|| UWAGA!

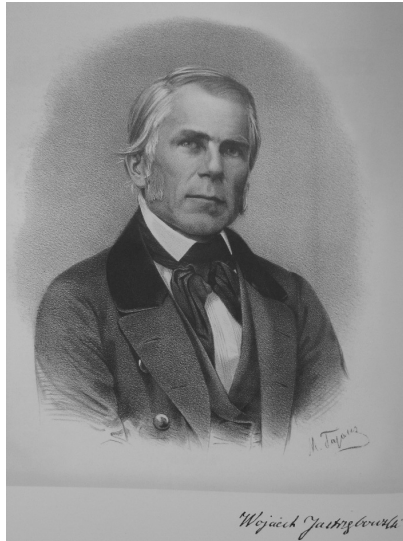
Homo habilis człowiek zręczny to kopalny gatunek człowieka z Afryki Wschodniej, który jak się przyjmuje żył 2,5-1 mln lat

temu. Po raz pierwszy Homo habilis został odkryty w 1959 roku przez Louisa i Mary Leakey'ów w wąwozie Olduvai (rysunek 1.1.). Gatunek ten wytwarzał narzędzia przeznaczone między innymi do polowania. Były to tak zwane „chopping tools”. Na ziemiach polskich znajdujemy narzędzia kamienne z okresu paleolitu (do 10 tys lat p.n.e), mezolitu i neolitu (Rysunek 1.2).



Rysunek 1.2 Ergonomiczne projektowanie produktu od czasu neolitu (nóż z krzemienia czekoladowego, 3 tys. lat p.n.e., obszar Polski, skala 1:3) do czasów współczesnych, XIX do XXI w. (znacznie pomniejszone)

Pojęcie ergonomii po raz pierwszy zostało użyte w dzisiejszym rozumieniu tego słowa i wprowadzone do piśmiennictwa światowego przez prof. Wojciecha Bogumiła Jastrzębowskiego (1799-1882). Prekursor działalności ergonomicznej na świecie i w Polsce (Rysunek 1.3) - był profesorem Instytutu Rolniczo- Leśnego w Marymoncie pod Warszawą (kontynuatorem tej jednostki naukowej i edukacyjnej jest dzisiejsza Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego w Warszawie). Profesor W. B. Jastrzębowski studiował na Wydziale Budownictwa i Miernictwa Uniwersytetu Warszawskiego, jak również na Wydziale Filozoficznym tej uczelni (Oddział Historii Naturalnej). Uczestniczył w wielu badaniach w zakresie biologii, zoologii, astronomii. Był twórcą kompasu Jastrzębowskiego, narzędzia niezbędnego do ustawiania zegarów słonecznych. Był patriotą, uczestnikiem powstania listopadowego, badaczem przyrody, nauczycielem i wychowawcą.



Rysunek 1.3. Prof. Wojciech Bogumił Jastrzębowski prekursor ergonomii

Jego pionierska rozprawa pt.: „Rys ergonomji czyli nauki o pracy, opartej na prawdach poczerpniętych z Nauki Przyrody” (1857r) zawiera po raz pierwszy użyte pojęcie ergonomia pochodzące od dwu greckich słów: ergon (praca) i nomos.(prawa). Rozprawa ukazała się w czterech kolejnych wydaniach tygodnika „Przyroda i Przemysł” (rysunek 1.4). Prof. W. B. Jastrzębowski wiele poświęcił w swoich opracowaniach pożytkom płynącym z pracy ludzkiej. Podkreślając konieczność widzenia pracy jako złożonej struktury pisał: „Żeby ta **Nauka o pracy**, ale rozumieć się ma o Pracy nie cząstkowej i nie jednostronnej – jak ją zwykle dotąd uważamy, (rozumiejąc przez nią samą tylko pracę fizyczną czyli Robotę); - lecz o Pracy całkowitej wszechstronnej, to jest zarazem o fizycznej, estetycznej, racjonalnej i moralnej, czyli o Robocie, Zabawie, Myśleniu i Poświęceniu. Nauka o Pracy czyli raczej o Pracach, (którą poważamy się nazywać, na wzór innych nauk, z greckiego języka Ergonomją, od wyrazu *εργον* praca i *νομος* prawo, zasada”.

Warunki pracy w przemyśle i innych działach pracy, przez wieki były bardzo trudne. Praca ludzka nadmiernie wyczerpująca siły pracowników, bardzo długie godziny pracy (pod koniec XIX wieku w Wielkiej Brytanii tygodniowy czas pracy, jeden z krótszych w Europie, sięgał 70 i więcej godzin), wykorzystywanie pracy dzieci, nieludzkie warunki pracy w kopalniach, hutach i innych zakładach pracy, średnia długość życia robotników nie wyższa od 35 lat, to obraz końca XIX wieku w Europie. Dopiero pod koniec I Wojny Światowej powstaje w Wielkiej

Brytanii komisja Industrial Fatigue Research Board-IFRB zajmująca się warunkami pracy i jej negatywnymi konsekwencjami dla pracowników. Był to pierwszy moment gdy naukowiec zajmujący się badaniem człowieka wkroczył do realnych zakładów przemysłowych celem badania pracy robotnika. Badania te różniły się od realizowanych w tym czasie badań Gilbretha w Stanach Zjednoczonych podejściem do badania jako eksperymentu.

Kolejnym etapem rozwoju, który doprowadził do powstania współczesnej ergonomii było powstanie w Wielkiej Brytanii National Institute of Industrial Psychology, który ściśle współpracował z IFRB.



Rysunek 1.4. Trzydziesty pierwszy numer tygodnika „Przyroda i Przemysł”, w którym ukazała się czwarta część rozprawy prof. W. B. Jastrzębowskiego na temat ergonomii

Poniższe zestawienie (tabela 1.1) podaje ważniejsze daty w rozwoju ergonomii na świecie i w Polsce.

Tabela 1.1. Rozwój ergonomii w Polsce i na świecie

Etapy rozwoju ergonomii w Polsce i na świecie	Rok
Dzieło prof. W .B. Jastrzębowskiiego: „Rys ergonomji czyli nauki o pracy, opartej na prawdach poczerpniętych z Nauki Przyrody”	1857 r.
Utworzenie w Wielkie Brytanii Industrial Fatigue Research Board- IFRB, który w 1929r. zmienił nazwę na Industrial Health Research Board	1918
National Institute of Industrial Psychology NIIP	1921
Towarzystwo Organizacji Naukowej w Warszawie wydaje wykłady z psychotechniki (rozdziały: O celowości urządzeń", „O celowości narzędzi")	1927 r.
Założenie Ergonomicznego Towarzystwa Naukowego w Anglii	lipiec- wrzesień 1949 r.
European Productivity Agency (EPA), gałąź Organization for European Economic Cooperation, powołuje do życia Human Factors Section	1955 r.
EPA organizuje międzynarodowe seminarium na temat "Fitting the Job to the Worker" na Uniwersytecie w Leyden	1957 r.
Komitet założycielski składający się z grupy profesorów: Prof. H.S. Belding, Prof. G.C.E. Burger, Prof. S. Forssman, Prof. E. Grandjean, Prof. G. Lehman, Prof. B. Metz, Prof. K.U. Smith i R.G. Stansfield podejmuje decyzję o założeniu Międzynarodowego Stowarzyszenia Ergonomicznego	Paryż, wrzesień 1958 r.
Konferencja EPA w Zurychu - podtrzymanie decyzji o nazwie Stowarzyszenia	Marzec 1959 r.
Oxford, Wielka Brytania, Prof. Prof. Grandjean ogłasza powstanie International Ergonomics Association- IEA	6 kwietnia 1959 r.
Sztokholm, Szwecja, pierwszy Kongres IEA	1961 r.
Drugi Kongres IEA, propozycja pierwszej Listy Kontrolnej (Ergonomics System Analysis Check-List -ESAC. Lista Dortmundzka)	1964 r.
Polski Komitet Ergonomii i Ochrony Pracy NOT	1967 r.
Komitet Ergonomii PAN	1974 r.
Polskie Towarzystwo Ergonomiczne – PTerg z jednoczesnym członkostwem w IEA	16 maja 1977 r.
VII Kongres IEA –Warszawa.	sierpień 1979 r.
Pierwszy Kongres Ergonomii w Polsce	20-22 września 2010 r.

1.2. Obszary zainteresowań współczesnej ergonomii

Ergonomia miała w swoim rozwoju okresy szczególnego przyśpieszenia. Jak zwykle w naszej historii wojny stanowią momenty przełomowe, decydujące zarówno o przyśpieszeniu działań innowacyjnych, jak i o powojennym przyśpieszeniu wdrażania nowoczesnej myśli do działań produkcyjnych. Taki zauważalny efekt sprowokowała Pierwsza Wojna Światowa, po której odczuwany był szczególny niedobór pracowników. Olbrzymie straty ludzkie musiały spowodować konieczność innego spojrzenia na pracowników, samą pracę, warunki jej przebiegu i efektywność działania. Zrodziły się działania naukowej organizacji pracy. Prekursorami tego kierunku badań naukowych i stosowanych był Frederick W. Taylor (1856-1915).

Frederick W. Taylor jako przedstawiciel naukowej organizacji koncentrował swą uwagę na organizacji procesów pracy (procesów produkcyjnych, usługowych) w różnych dziedzinach gospodarki. Podstawowy nacisk kładł na zwiększanie wydajności pracy osiąganej przez analizę i podział procesu pracy (specjalizacja), właściwe wykorzystanie czasu pracy. Podstawowym błędem Taylora i szkoły naukowego zarządzania ("Scientific Management"), w dzisiejszej ocenie tego kierunku, było przedmiotowe traktowanie czynnika ludzkiego w procesie pracy. Mówi się dzisiaj o „człowieku maszynowym” jakiego stworzył i widział Taylor. Koncepcja człowieka racjonalnego, kierującego się głównie dążeniem do korzyści materialnych, stanowiła pogląd powszechnie podzielany przez przedstawicieli tego kierunku, dzisiaj traktowanego jedynie jako cegiełka w rozwoju nowoczesnego zarządzania. Taylor był bardzo zainteresowany poszukiwaniem właściwych rozwiązań, oceną różnych zadań roboczych w celu znalezienia "jednego najlepszego sposobu" pracy, realizacji zadania. Opracował narzędzia w zakładach pracy sprawiające, że praca stała się mniej monotypowa i stresująca dla pracowników. Jednocześnie z wdrożeniem pomysłów Taylora, wzrastała efektywność pracy połączona ze zmniejszeniem liczby wypadków przy pracy.

Taylor wypracował cztery podstawowe zasady będące swego rodzaju esencją podejścia taylorizmu do pracy:

- ustalenie najlepszej metody wykonania każdego zadania

ROZDZIAŁ 1

- naukowy dobór pracowników, tak aby można było każdemu pracownikowi przydzielić pracę, do której najlepiej się nadaje (właściwy człowiek na właściwym miejscu)
- naukowe wykształcenie i doskonalenie pracowników
- bezpośrednia i przyjazna współpraca między kierownictwem i pracownikami.

Badania Franka i Lilian Gilbreth (1868-1924, 1878-1972) wskazywały na właściwe, ekonomicznie uzasadnione ruchy robocze, cząstkowe zadania, właściwe kształtowanie toru ruchów roboczych. Według nich „zbędne ruchy to zbędne zmęczenie człowieka”. Według nich ostatecznym celem naukowej organizacji jest pomoc robotnikom w osiągnięciu pełni ich możliwości jako istot ludzkich. Przy wykorzystaniu kamery filmowej wyszukiwali najbardziej ekonomiczne ruchy składające się na każde zadanie. W ten sposób mieli wpływać na wydajność i ograniczać zmęczenie. Wypracowali wspólnie następujące zagadnienia:

- trójpozycyjny plan awansów. Co oznacza, iż pracownik wykonując swoją pracę jednocześnie przygotowuje się do awansu i szkoli swojego następcę
- zasady ekonomii ruchów roboczych
- metodę cyklograficzną i chronocyklograficzną
- Zidentyfikowali 18 podstawowych ruchów robotnika ("therbligów"), a także przyporządkowali im symbole graficzne (rysunek 1.5). Pozwoliło to na precyzyjne notowanie ruchów wykonywanych przez pracowników podczas wykonywania zadań - tzw. "stenografia organizacyjna".

Therblig	Symbol/Icon	Therblig	Symbol/Icon
szukanie		użycie	
znajdowanie		rozłożenie rozmontowanie	
wybijanie		kontrola	
chwytywanie		przedpozyjonowanie	
trzymanie		rozładunek	
przenoszenie		opóźnienie nieuniknione	
sięganie		opóźnienie do uniknięcia	
pozycjonowanie		planowanie	
składanie (uzbrajanie)		odpoczynek dla zniwelowania zmęczenia	

Rysunek 1.5 Therblig - zidentyfikowane przez F. L. Gilbreth podstawowe ruchy robotnika podczas wykonania zadań roboczych (na podstawie Stabryła, Trzcieniecki 1986)

Z kolei w trakcie działań na frontach Drugiej Wojny Światowej, okazało się na przykładzie kokpitu bombowca B 29, że samoloty bardziej skomplikowane technicznie, dysponujące dzięki temu większymi możliwościami bojowymi, częściej spadają (bez użycia siły wroga) niż maszyny dużo skromniej wyposażone, mniej skomplikowane, lepiej przestrzennie skonfigurowane. Podczas II wojny światowej w 1943 roku, będący oficerem Alphonse Chapanis (1917-2002), przekonał się, że jeżeli układ kontroli w kokpitach samolotów zostanie uproszczony, to pilot popełnia mniej błędów. Innymi słowy ten pionier współczesnej ergonomii przekonuje, że można pracę i jej warunki kształtować w taki sposób, który jednocześnie stwarza je bardziej bezpiecznymi, bardziej komfortowymi dla realizatora zadań, a równocześnie praca jest bardziej efektywna z punktu widzenia wydajności i jakości pracy. Był to czas narodzin psychologii inżynierskiej, czas tworzenia nowych metod badania

interakcji jakim podlega trójczłonowy układ „Człowiek – Technika – Środowisko”, badania skomplikowanego i zawodnego subsystemu, jakim jest człowiek.

II Wojna Światowa to przełom w traktowaniu pracy człowieka ze względu na gwałtowny postęp techniczny, w którym człowiek albo „nie nadążał” za maszynami, nie wykorzystując ich możliwości, albo kompletnie załamywał się w swych funkcjach roboczych. Zrodziła się potrzeba poznania ludzkich ograniczeń, zdolności, charakterystyk decydujących o możliwości aktywacji człowieka. Badania realizowane równolegle przez zespoły psychologów, fizjologów, lekarzy przemysłowych, projektantów, architektów, badaczy metod pracy i wydajności pracy, organizacji pracy, ujawniły konieczność działań interdyscyplinarnych. Po II Wojnie Światowej ergonomia rozwija się w kierunku przede wszystkim kształtowania bezpiecznych warunków pracy. Badania dotyczyły różnych dziedzin m.in.: zależności między wielkością obciążenia mięśni a pracą układu krążenia i serca; granic maksymalnych obciążeń, jakim może podlegać człowiek w trakcie pracy zawodowej, wielkości sił, jakie pracownik może angażować w pracę wykonywaną rękami, nogami, praca przy transportowaniu ręcznym towarów, obciążenia statyczne w różnorodnych rodzajach aktywności, zagrożenia pracą monotypową, obciążenia układu mięśniowo-szkieletowego przy pracy powtarzalnej.

Współcześnie więcej badań ergonomicznych ukierunkowane jest na badania w zakresie organizacji pracy, procesów decyzyjnych realizowanych przez człowieka, ergonomii procesów poznawczych, niż w zakresie ergonomii technicznej.

Definicje ergonomii

Wraz z rozwojem ergonomii zmieniała się definicja tej nauki. Jej początki sytuowały ją w naukach o pracy zawodowej, zaś aktualnie tendencje są do wkraczania ergonomii w różnorodne aktywności człowieka: nauczanie, sport, rekreacja, warunki zamieszkania, podróży itp. Stąd różnorodność definicji i coraz obszerniejsze ujmowanie świata aktywności człowieka przy stałym jednak punkcie odniesienia, jakim jest dążenie do przystosowania otoczenia aktywnego człowieka do jego zróżnicowanych oczekiwań, możliwości, ograniczeń, potrzeb.

|| UWAGA! DEFINICJA ERGONOMII WEDŁUG IEA

Ergonomics (or human factors) is the scientific discipline concerned with the understanding of the interactions among humans and other elements of a system, and the profession that applies theoretical principles, data and methods to design in order to optimize human well being and overall system performance.

Practitioners of ergonomics, ergonomists, contribute to the planning, design and evaluation of tasks, jobs, products, organizations, environments and systems in order to make them compatible with the needs, abilities and limitations of people.

Ergonomia (lub czynnik ludzki), według powyższej definicji (aktualnej od 2000r.) zaproponowanej przez Międzynarodowe Stowarzyszenie Ergonomicznego IEA, to dyscyplina naukowa zajmująca się badaniem interakcji zachodzących między ludźmi i pozostałymi elementami systemu. Ergonomista w swych działaniach stosuje zasady teoretyczne, dane i metody niezbędne dla projektowania efektywnych systemów pracy uwzględniających dobrostan człowieka.

Praktycy działający w ergonomii, ergonomiści przyczyniają się do tworzenia, wdrażania i przetwarzania systemów pracy, zadań roboczych, produktów, organizacji, środowiska i warunków pracy z myślą, by były one jak najbardziej przystosowane do potrzeb, oczekiwań, możliwości, ograniczeń ludzi, wykonawców, pracowników, konsumentów, potencjalnych użytkowników.

UWAGA!

DEFINICJA ERGONOMII WEDŁUG PALUSZKIEWICZA

Ergonomia jest syntetyczną wiedzą stosowaną, która zajmuje się dostosowaniem pracy do fizycznych i psychicznych możliwości człowieka dla zapewnienia mu warunków do pracy możliwie sprawnej, nie zagrażającej zdrowiu i wykonywanej możliwie niskim kosztem biologicznym, a równocześnie zajmuje się ona dostosowaniem człowieka do pracy w tak ukształtowanych dla jego potrzeb warunkach.

Podejście prezentowane w definicji ergonomii, jaką przedstawiamy powyżej, obejmuje dwa podstawowe kierunki działań ergonomicznych. Należą tu zarówno działania ukierunkowane na przystosowanie wszelakich elementów naszego otoczenia i samej pracy do naszych potrzeb, jak i te obejmujące (w sensie historycznym wcześniejszy kierunek), przystosowanie samego człowieka do pracy w ukształtowanych dla jego potrzeb warunkach. W tym drugim aspekcie należy podkreślać znaczenie akceptacji jak i adaptacji pracownika (koncepcja „2XA”).

Bez akceptacji nowych rozwiązań przez pracowników, bez zrozumienia i przyjęcia nowych idei, ładu czasowego, przestrzennego, nowej organizacji pracy nie może być mowy o pełnym i efektywnym wdrożeniu jakiegokolwiek nowego rozwiązania ergonomicznego, podobnie jak dotyczy to każdego innego wdrożenia technicznego bądź technologicznego.

Bez adaptacji, rozumianej jako doszkolenie, przeszkolenie, nabycie nowych umiejętności i technik pracy, oduczenie stereotypów ruchowych, wykształcenie nowych przyzwyczajzeń w tym także nawyków i stereotypów ruchowych, osiągnięcie zamierzonych efektów w zakresie wydajności i jakości pracy nie będzie możliwe.

Należy pamiętać, iż współcześnie obowiązuje w nowoczesnym zarządzaniu podejście zgodne z zasadą „3XE” rozumianą jako: „Enlarge+Enrichment+Empowerment”. Zgodnie z tym podejściem włączanie pracowników w proces zmian, wdrażania nowego ergonomicznego podejścia i organizacji pracy, pozwoli na osiągnięcie zamierzeń w dużo pewniejszy i bezkonfliktowy sposób.

UWAGA!

CELE POLSKIEGO TOWARZYSTWA ERGONOMICZNEGO PTERG WEDŁUG JEGO STATUTU (STAN AKTUALNY NA 2007R.)

Celem PTErg jest rozwijanie i upowszechnianie nauki ergonomii w Polsce oraz popularyzowanie jej zasad i osiągnięć, zmierzającej do optymalnego dostosowania narzędzi, maszyn, urządzeń, technologii, organizacji i materialnego środowiska pracy oraz przedmiotów powszechnego użytku do wymagań i potrzeb psychofizycznych i społecznych człowieka a zwłaszcza do wymagań związanych z ograniczeniem uciążliwości i szkodliwości.

Współczesne kierunki w ergonomii

Pierwotne działania i zastosowania ergonomii odnosiły się do wojska, przemysłu, pracy zawodowej. W ten sposób tworzone były ergonomiczne narzędzia, maszyny, systemy pracy, organizacja przestrzeni roboczej, itp. Aktualnie znacząco wzrastają oczekiwania ludzi w stosunku do spełniania ich potrzeb w każdym rodzaju aktywności pozazawodowej, między innymi:

- w warunkach przemieszczania się (transport publiczny, drogi, różnorodne środki komunikacji),
- w warunkach mieszkania (meble, sprzęty wyposażenia wnętrz, design w architekturze, itp.),
- w warunkach edukacji (szkolnictwo na każdym etapie edukacji),
- w warunkach odpoczynku (warunki hotelowe, wypoczynek zbiorowy i indywidualny, zróżnicowana aktywność sportowa),
- w warunkach aktywności ludzi starszych (zwłaszcza w sytuacji zwiększania się dobrobytu pokolenia emerytów),
- w warunkach aktywności ludzi niepełnosprawnych i chorych (uwarunkowania zakładów opieki zdrowotnej, domów pobytu dla ludzi starych. Sytuacja ma tendencję narastających oczekiwań wraz ze wzrastającym udziałem niepełnosprawnych we wszystkich społecznościach),
- ergonomia wyrobów masowego użytku,
- ergonomia dla sportu wyczynowego i niekomercyjnego,
- ergonomia w sprzętach wojskowych.

UWAGA!

Badania kosmosu wymagają zupełnie odrębnego spojrzenia na pracę ludzką i jej ograniczenia. Zrodził się nowy kierunek w badaniach ergonomicznych- ergonomia dla kosmosu. Sytuacja człowieka przebywającego w długich okresach czasu w nieważkości, przy bardzo dużych i długotrwałych przyśpieszeniach wymaga specyficznych rozwiązań i podejścia badawczego. Psychologia pracy poświęca dużo uwagi zagadnieniom pracy w samotności, długotrwałego oddalenia od ludzi, .w dużym stresie psychicznym. Projekt kokpitu w statku kosmicznym to jeszcze bardziej skomplikowane zadanie projektowe niż to jest w odniesieniu do przestrzeni pracy pilota samolotu.

Zadania ergonomii

Działania ergonomii ukierunkowane są z jednej strony na doskonalenie techniki i otoczenia aktywności człowieka, z drugiej zaś na wychowanie, kształtowanie, doskonalenie człowieka. Zadania nacelowane na usprawnianie techniki i środowiska można ująć w kilka grup:

- zagwarantowanie bezpieczeństwa pracy,
- tworzenie warunków do wysokiej efektywności pracy (wysoka wydajność i jakość pracy),
- zmniejszenie uciążliwości pracy i każdej aktywności człowieka,
- zwiększanie niezawodności techniki w otoczeniu aktywnego człowieka,
- tworzenie komfortu fizycznego, psychicznego, społecznego, estetycznego dla aktywnego człowieka.

Za Franusem [13] można stwierdzić, że ergonomia powinna mieć na względzie pięć haseł istotnych w każdym rozważanym rodzaju aktywności ludzkiej (pracowniczej, pozazawodowej, wypoczynkowej, itp.): bezpieczeństwo, brak uciążliwości, niezawodność, efektywność, estetyka.

W zadaniach doskonalących samego człowieka, realizatora działań technicznych i organizacyjnych, można z kolei wyróżnić następujące grupy:

- kształtowanie wiedzy i wychowanie ergonomiczne zarówno użytkowników techniki, jak i jej twórców, umożliwianie prawidłowego doboru do zawodu i pracy,
- ułatwianie adaptacji do zmieniających się technik, technologii,
- szkolenie ustawiczne i wieloaspektowe pracowników (również społeczeństwa),
- organizowanie korzystnych warunków i klimatu społecznego,
- właściwa organizacja pracy i kierowania, nadzorowania jej,

- wzmacnianie zrozumienia idei ergonomii i jej szerokiej akceptacji.

1.3. Ergonomia korekcyjna i koncepcyjna

Powiedziane zostało wcześniej, iż podstawowym celem działalności ergonomicznej w aspekcie wiedzy stosowanej jest usprawnianie pracy w różnorodnych jej przejawach. Poprawę istniejących warunków pracy określamy pojęciem ergonomii korekcyjnej zaś tworzenie, kreowanie nowych, ergonomicznych już w punkcie startu uwarunkowań, określamy pojęciem ergonomii koncepcyjnej. Taki podział na dwa nurty działalności ergonomicznej stworzył w 1964r francuski lekarz G. Coppée w celach czysto poglądowych.

W praktyce oba nurty w mniejszym bądź większym stopniu przeplatają się.

Ergonomia korekcyjna

Przedmiotem jej zainteresowań jest analiza już istniejących stanowisk pracy. Podstawowe elementy podlegające sprawdzeniu i ewentualnej korekcie to w pierwszej kolejności zgodność z fizjologicznymi, anatomicznymi, biomechanicznymi, antropometrycznymi i psychologicznymi uwarunkowaniami potencjalnego użytkownika. Wszelkie uchwycone nieprawidłowości, niezgodności i niedopasowania mają być usuwane. Działalność tego typu ma naturalne ograniczenia wynikające z możliwości technicznych, dostępności technologii, możliwości ich stosowania w konkretnych warunkach. Analizy warunków pracy mają wyłonić czynniki ograniczające sprawny i bezpieczny przebieg pracy i ustalić harmonogram działań zgodnie z przyjętymi priorytetem korekty. Korekcyjne działania powinny, zgodnie z metodyką ergonomii, być wdrażane pod nadzorem zespołu autorskiego, tak by ewentualne niezrozumienie, bądź oszczędnościowe posunięcia nie wprowadziły nowych niedogodności i nie zaprzęściły przewidywanych i postulowanych korzyści.

Analizy stanowisk pracy obejmują między innymi badanie parametrów materialnego środowiska pracy (czynniki fizyczne np. hałas, mikroklimat, pyły, wibracje; czynniki chemiczne np. stosowane smary, paliwa itp., czynniki mechaniczne i czynniki biologiczne). Kolejnym elementem wartościowanym jest obciążenie fizyczne i psychiczne w celu eliminacji nadmiernego obciążenia człowieka, które mogą być źródłem poważnych zagrożeń dla zdrowia czy życia pracowników. Usprawnianie polega między innymi na wdrażaniu mechanizacji pracy, poprawie pozycji przy pracy, poprawie warunków odbioru informacji, usprawnieniu organizacji czasu pracy. Ergonomia korekcyjna jest procesem ustawicznym, na co w dużej mierze wpływ ma wprowadzanie nowych rozwiązań prawnych wymuszających tego typu korekty (na przykład zmiana wartości NDS - Najwyższe Dopuszczalne Stężenie, NDN - Najwyższe Dopuszczalne Natężenie wymusza na organizatorach pracy właściwą korektę warunków pracy i doprowadzenie ich do zgodnych z normatywami). Ergonomia korekcyjna, co zrozumiale, korzysta z projektów zmian tworzonych w obszarze koncepcji.

Warunkiem osiągnięcia pozytywnych rezultatów wdrożeń ergonomii korekcyjnej jest umiejętność przewidywania skutków wniesienia zmian, tak by likwidując dotychczasowe niedogodności i zagrożenia nie spowodować nowych.

Ergonomia koncepcyjna

Ergonomia koncepcyjna ma za zadanie wносить w projektowane konstrukcje techniczne prawidłowych rozwiązań już w fazie przygotowania projektów narzędzi, maszyn, urządzeń, stanowisk pracy, hal i budynków, a także wszelkich innych pomieszczeń, szkół, środków transportu i wszelkich innych środków wykorzystywanych przez człowieka w ramach jego różnorodnej aktywności. Właściwe z punktu widzenia ergonomii koncepcyjnej projektowanie uwzględnienia wszelkie dostępne dane odnoszące się do charakterystyk człowieka (dane antropometryczne, fizjologiczne i psychologiczne, dane normatywne w zakresie środowiska pracy, itp.). Ergonomia koncepcyjna ma zasadnicze znaczenie przy planowaniu, organizowaniu, koordynowaniu i nadzorowaniu procesu produkcyjnego. Działalność w zakresie ergonomii korekcyjnej jest aktywnością innowacyjną i wymusza myślenie perspektywne. Wymaga od realizatorów umiejętności interdyscyplinarnego myślenia i działania. Wymaga również odwagi w proponowaniu nowatorskich, niestereotypowych rozwiązań.

Ergonomia koncepcyjna, podobnie jak korekcyjna jest i powinna być procesem ustawicznym. Wplatanie w działania koncepcyjne nurtu działania korekcyjnego wiąże się w fazie tworzenia i sprawdzania prototypów z wykorzystaniem diagnostycznych metod ergonomii korekcyjnej.

UWAGA!

KONCEPCJA PRZED KOREKTA

Przyjmuje się założenie, iż działalność koncepcyjna jest w stosunku do działalności korekcyjnej, bardziej obciążająca ekonomicznie, jako, że jednostkowy koszt ewentualnych usprawnień jest nieporównywalnie mały w stosunku do wniesienia nowej koncepcji. Jest to jednak myślenie krótkowzroczne Ergonomia koncepcyjna zastosowana we wczesnej fazie opracowywania rozwiązań technicznych jest o wiele bardziej racjonalna i skuteczna niż konieczność późniejszego usuwania usterek multiplikująca się przez wielość wytworzonych urządzeń, maszyn, narzędzi, z których każde będzie wymagało wprowadzenia korekty, zmiany, poprawienia.

1.4. Struktura i przedmiot ergonomii

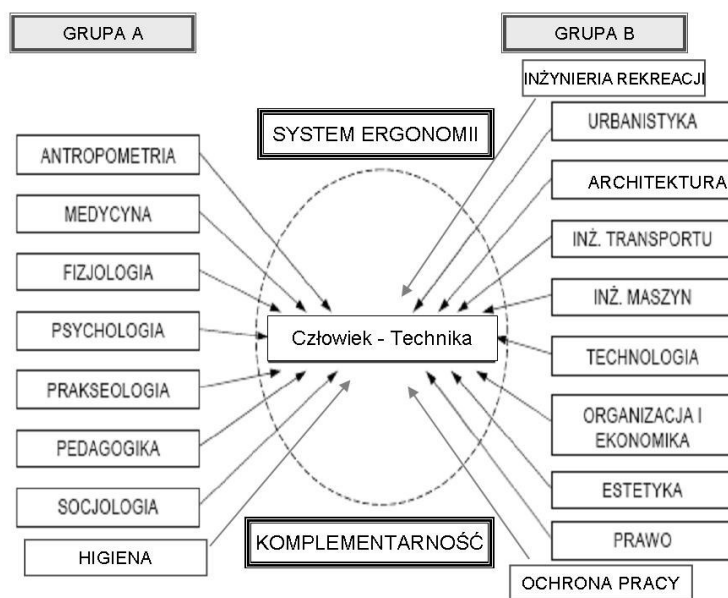
Ergonomia ma strukturę złożoną, kompleksową. W jej tworzeniu na różnych etapach brały udział zespoły wielodyscyplinarne. Wynikało to w dużej mierze ze zmieniających się potrzeb rozwijającej się cywilizacji, potrzeb społecznych, uwarunkowań ekonomicznych, wdrożeń naukowo-technicznych, oczekiwań człowieka-pracownika.

Ergonomia jest odrębną syntetyczną nauką, a nie tylko zbiorem, konglomeratem wiedzy podawanej przez nauki szczegółowe. Stara się opisać cały trójczłonowy system „Człowiek – Technika – Środowisko” poznając jego części, podsystemy i ich rolę w całości. Mówimy o zespole dwu grup dyscyplin składowych ergonomii wyspecjalizowanych w badaniach jednoaspektowych ale zintegrowanych w całość.

Różni autorzy podają jako składowe dyscypliny w strukturze ergonomii z reguły ten sam zestaw, który można podzielić na dwie grupy. Do grupy A wchodzi te dyscypliny, które zajmują się człowiekiem i jego charakterystykami fizjologicznymi, psychologicznymi, socjologicznymi, społecz-

nymi. Z racji specjalistycznego podejścia do problematyki badawczej, nauki te powinnyśmy uzupełnić określeniem „ergonomiczna”. Tak więc należy mówić o fizjologii ergonomicznej, socjologii ergonomicznej, itd. Zamiennie używane są również określenia- fizjologia pracy, socjologia pracy, itd.

Do grupy B włączamy nauki ściśle powiązane z praktyką, czyli nauki techniczne, organizacyjne, ekonomiczne, itp. Schemat struktury ergonomii rozumianej jako model jedynie strukturalny, pokazano na rysunku 1.6. Należy rozpatrywać tę strukturę jako układ w pełni komplementarny, współdziałający nie zaś zatowizowany system odrębnych, samodzielnych nauk. Układ kolisty przedstawiony na schemacie uzmysławia brak zróżnicowania wagi poszczególnych składowych, które mają znaczenie nauk równorzędnych wzajemnie się przenikających i uzupełniających.



Rysunek 1.6 Struktura wielodyscyplinarna nauki ergonomii (na podstawie Franus 1992)

W praktycznej działalności ergonomicznej dobór i liczba dyscyplin cząstkowych w konkretnych badaniach jest różna i zależna od problemu i konkretnego zadania badawczego. Każdy problem wymagający analizy i praktycznej korekty, jest indywidualny w swej odrębności i charakterze.

Wiedza stosowana

Ergonomia jest traktowana jako wiedza stosowana, która ma służyć człowiekowi natychmiast gdy napotka trudności w realizacji pracy, sytuacje stwarzające realną groźbę niepomyślnych skutków – przemęczenia, zagrożenia chorobą, wypadkiem.

UWAGA!

Ergonomię wyróżnia od wielu innych nauk kompleksowych (np. teorii gier, cybernetyki, teorii informacji) jej nastawienie na praktykę, programowe wpisanie doskonalenia techniki, organizacji pracy oraz wszelkich form aktywności człowieka, ich usprawnianie dla racjonalnej działalności technicznej człowieka, dla dobra człowieka.

1.5. Obszary specjalizacji ergonomii

Przyjmuje się współcześnie, że istnieją trzy obszary specjalizacji w ergonomii. Podział ten ma odniesienie zarówno do badań naukowych jak i do działalności praktycznej w obszarze ergonomii korekcyjnej i koncepcyjnej. Możemy więc mówić o ergonomii fizycznej, kognitywnej (poznawczej) i organizacyjnej.

Ergonomia fizyczna

UWAGA!

Ergonomia fizyczna zajmuje się charakterystykami człowieka w aspekcie anatomicznym, antropometrycznym, fizjologicznym i biomechanicznym w relacji do jego aktywności fizycznej. (Tematyka: pozycja pracy, czynności transportowe wykonywane ręcznie, czynności monotypowe, Work Related Musculo Skeletal Disorders, kształtowanie przestrzeni pracy i stanowiska roboczego, zdrowie i bezpieczeństwo zatrudnionych).

Ergonomia kognitywna

UWAGA!

Ergonomia kognitywna (poznawcza) koncentruje się na procesach umysłowych takich jak percepcja, postrzeganie, rozumienie, zapamiętywanie, wnioskowanie i podejmowanie decyzji, aktywność motoryczna - w takim zakresie, w jakim wpływają one na interakcje międzyludzkie, wzajemne oddziaływania człowieka i innych elementów systemu.

(Tematyka: obciążenie psychiczne i mentalne, decyzje, wydajność i efektywność pracy, sprawność działania, niezawodność - pewność działania i reakcji, interakcje na specyficznych stanowiskach pracy, stres w pracy, uczenie się w pracy, możliwości usprawniania procesów pracy przez poprawę designu).

Ergonomia organizacji i zarządzania

UWAGA!

Ergonomia organizacji i zarządzania

Organizacyjna optymalizacja systemów socjotechnicznych włączając w to struktury organizacyjne, politykę i procedury.

(Tematy: komunikacja i zarządzanie personelem, zarządzanie i sterowanie pracą, czasem pracy, pracą zespołową, współudziałem pracowniczym, ergonomia zespołów ludzkich i ich współpracy, nowe wzorce zachowań, działań i współpracy, organizacje wirtualne, praca na odległość, zarządzanie jakością, e-learning, itp.)

1.6. Ergonomia a higiena, bezpieczeństwo i ochrona pracy

Pojęcia użyte w tytule czyli bezpieczeństwo pracy, ochrona pracy, również higiena pracy są w języku codziennym traktowane zamiennie. Jedno jest pewne, że cele stawiane przez wszystkie te dziedziny są spójne. Łączy je dążność do stwarzania warunków działania człowieka zabezpieczających jego zdrowie, wręcz nawet życie, niezależnie od tego czy to

warunki dotyczące aktywności zawodowej czy pozazawodowej. Poza elementami wspólnymi należy podkreślić podstawową różnicę, która dotyczy sfery działania. I tak ochrona pracy, bezpieczeństwo i higiena pracy ograniczają się do sfery produkcyjnej korzystając z prawnych narzędzi realizacji swoich postulatów. Ergonomia natomiast w swoim horyzoncie zainteresowań ma również warunki pracy i życia nie tylko pracowniczego.

Ochrona pracy, bezpieczeństwo pracy to zinstytucjonalizowane formy działań w praktyce produkcyjnej. Poniżej podane są próby zdefiniowania tych pojęć i określenia ich wzajemnych relacji.

|| UWAGA!

Higiena pracy to dział higieny ogólnej zajmujący się badaniami działalności roboczej człowieka w powiązaniu z warunkami Materialnego Środowiska Pracy i w aspekcie ich możliwego szkodliwego wpływu na ustrój pracującego człowieka. Podobnie jak ergonomia jest to nauka stosowana. Dla podkreślenia jej znaczenia w schemacie na rysunku 1.6 ujęta jest jako jedna z nauk w grupie A.

Cele jakie stawia sobie higiena pracy to między innymi:

- empiryczne badania pracy ludzkiej w konkretnych warunkach materialnego środowiska pracy,
- tworzenie wytycznych dla projektantów nowych (modernizowanych) technologii, wyrobów,
- określanie kryteriów do oceny warunków pracy,
- wspieranie systematycznych badań stanu zdrowia pracowników,
- opracowanie norm, środków i przedsięwzięć zapewniających optymalizację warunków pracy,
- wspieranie działań zmierzających nie tylko przystosowanie warunków MŚP – Materialne Środowisko Pracy do człowieka ale również człowieka do pracy w tych warunkach,
- proponowanie podstawy do prowadzenia planowej działalności profilaktycznej w zakładach pracy w zakresie zapobiegania chorobom zawodowym, zatruciom przemysłowym.

|| UWAGA!

Ochrona pracy to zespół środków i metod zabezpieczających pracowników przed zagrożeniami dla zdrowia i życia, określonych w aktach normatywnych a przeznaczonych do realizacji przez organizatorów pracy.

Określane w ramach ochrony pracy warunki jej przebiegu pozwalają nie tylko na zabezpieczenie pracownika przed zagrożeniami niesionymi w trakcie pracy ale także kształtować warunki na regenerację sił w jej trakcie i umożliwienie sprawnego funkcjonowania człowieka w jego pozazawodowej aktywności w sensie spojrzenia długofalowego.

UWAGA!

Bezpieczeństwo i higiena pracy (BHP) to zespół warunków zapewniających wyeliminowanie lub maksymalnie możliwe ograniczenie negatywnego wpływu samej pracy i środowiska pracy na organizm pracowników.

Można również mówić o organizacyjnym elemencie zakładu pracy prowadzącym formalne działania wdrażające i nadzorujące przebieg realizacji pracy w zgodzie z wymaganiami prawnymi, zasadami pracy, środkami bezpieczeństwa wypracowanymi przez higienę i ochronę pracy.

BHP określa minimalne warunki pracy, jakie muszą być realizowane przez pracodawcę i pracownika w celu uchronienia organizmu wykonawcy pracy przed zagrożeniami niesionymi przez urządzenia, maszyny, procesy pracy, wszelkie zróżnicowane elementy MŚP. Bezpieczeństwo i higiena pracy określa warunki ilościowo i jakościowo odbiegające od tych określanych w ramach ergonomii, która wychodzi znacząco w przód ze swoimi propozycjami. Kompromis jaki musi mieć miejsce między tym „co być powinno” a „co trzeba” jest w warunkach krajowych a nawet regionalnych ty m co widzimy w zasadach i regulach bhp.

UWAGA!

Podsumowując zależności między ergonomią, ochroną pracy, higieną i bezpieczeństwem pracy można cytując Franusa (1992) powiedzieć:

„Do uwolnienia człowieka od zagrożeń i do stworzenia mu optymalnych warunków do pracy prowadzą dwie odrębne drogi: bezpośrednia i pośrednia. Pierwszą z nich, polegającą na walce z zagrożeniami w praktyce, wybrała ochrona pracy i bhp, drugą, polegającą na naukowo-teoretycznym wsparciu walki, wybrała ergonomia. Obie drogi prowadzą do jednego celu i obie są niezbędne, ponieważ rozwój cywilizacji technicznej nie oszczędzi człowiekowi zagrożeń i nie uwolni go od nich w przy-

|| szołści. Wspólne działania mogą go jednak w znacznym stopniu uchronić.”

1.7. Metodyka ergonomii

Metodyka ergonomii, czyli zasady postępowania badawczego, wdrożeniowego jest wynikiem tego, iż ergonomia ma szczególną wielodyscyplinarną strukturę i charakter. Metodologia w ergonomii przyjmuje wagę i znaczenie dziewięciu zasad: (patrz uwaga). W praktycznym działaniu ergonomii można wyłonić cztery podstawowe reguły, wedle których działalność ergonomiczna przebiega zarówno w obszarze korekty jak i koncepcji. Są to zasady godne polecenia przy wyborze kierunku działania, przy organizacji działania, przy ostatecznym uzasadnianiu procesu wdrażania pomysłu ergonomicznego, innowacji.

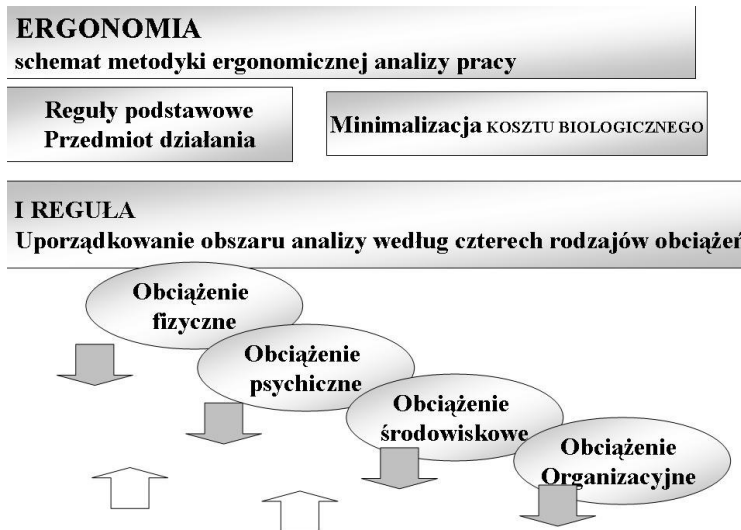
Wszelkie szczegóły metodyczne i warsztatowe analizy ergonomicznej wynikają z następujących przesłanek:

1. potrzeba analizy ergonomicznej powstaje wówczas, gdy warunki pracy w odniesieniu do jej części (złe narzędzia czy maszyna) lub pewnej całości (wadliwy proces technologiczny) uległy wyraźnemu pogorszeniu, a organizatorzy, w normalnym trybie pełnienia swych obowiązków, nie mogą znaleźć rozwiązania,
2. analizę wykonuje się zespołowo, czyli prowadzi ją zespół ergonomiczny będący grupą ekspertów, w składzie zależnym od tematyki i rozmiaru postawionego zadania,
3. działanie zespołowe specjalistów z różnych dziedzin wiedzy ergonomicznej pozwala na ocenę badanych kwestii równocześnie ze wszystkich niezbędnych punktów widzenia, co umożliwia znalezienie rozwiązania nieosiągalnego dla jednej osoby,
4. zależnie od tego, czy zadanie dotyczy ulepszenia już istniejącego rozwiązania, np. udoskonalenia narzędzia, czy zaprojektowania nowego rozwiązania, np. skonstruowania maszyny zamiast narzędzia ręcznego, mówimy wówczas o ergonomicznej działalności korekcyjnej bądź koncepcyjnej.

Z uwagi na wielką ilość i różnorodność niezbędnych do zbadania spraw metodyka analizy ergonomicznej składa się z dwóch części: pierwszą

stanowi zestaw czterech reguł o charakterze podstawowym, drugą zaś zbiór technik laboratoryjnych i analitycznych.

Podstawowe reguły działania ergonomicznego są zbiorem informacji pozwalających rozpoznać i uporządkować wszystkie szczegóły analizowanego problemu w taki sposób, aby powstała pewność osiągnięcia pożądanego rozwiązania i aby to rozwiązanie było najlepsze z możliwych.



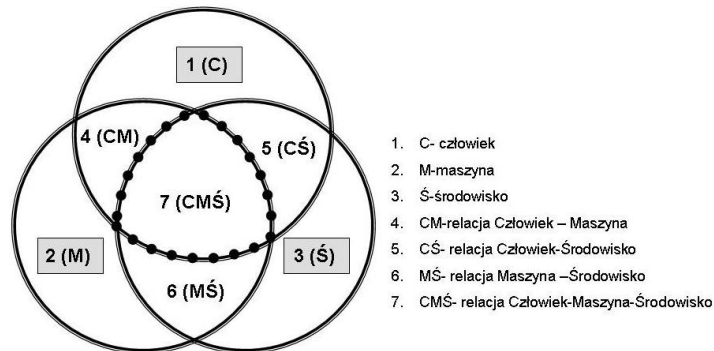
Rysunek 1. 7. Pierwsza reguła metodyki ergonomicznej. Minimalizacja kosztu biologicznego nie zawsze oznacza minimalizację kosztów częściowych (m.in. zapobieganie hipokinezji)

Pierwsza reguła nakazuje zespołowi uporządkowanie obszaru analizy według czterech rodzajów obciążeń człowieka pracującego, czyli obciążenia fizycznego, psychicznego, środowiskowego i organizacyjnego. W praktyce oznacza to, iż wszelkie materiały będą zbierane i wartościowane w czterech grupach.

Druga reguła nakazuje dokonanie identyfikacji konkretnego układu „człowiek - środki pracy - środowisko”. Układ taki jest ergonomycznym przedstawieniem istoty każdej pracy (rysunek 1. 8).

Trójczłonowy układ obejmujący człowieka (ludzi), elementy jego otoczenia (środowisko, otoczenie) i stosowane narzędzia, maszyny, określany jest zamiennie skrótami: C-T-O, C-T-Ś, C-M-Ś.

W praktyce zawsze istnieje konkretny, trójczłonowy układ zależny od składowych charakterystycznych dla danej pracy, uwarunkowań technicznych, technologicznych, zróżnicowanego środowiska pracy. Każdy z trzech członów tego układu ma wiele właściwych sobie cech. Cechy te (czynniki) uzewnętrzniają się i wchodzi z sobą we współzależności podczas wykonywania czynności roboczych, stanowiąc o tym, na ile poprawny ergonomicznie jest cały układ. Im więcej będzie cech (czynników) wpływających niekorzystnie na człowieka, także jego własnych cech wrodzonych, np. niemożność przerzutności uwagi, lub nabytych, np. zbyt mała dokładność wykonywanych czynności, tym bardziej pogorszą się warunki przebiegu pracy.



Rysunek 1. 8. Schemat układu Człowiek-Technika-Środowisko (C-T-O)

Omawiana reguła nakazuje więc wyłonienie i odpowiednie zgrupowanie tych wszystkich czynników pracy, które w sposób ewidentny mają ujemny wpływ na pracownika, np. masa narzędzia. Następnie czynniki te należy poddać wartościowaniu (pomiar, szacunek) i ocenie oraz zaproponować odpowiednie zmiany. Na rysunku 1.9 pokazano złożony system Człowiek- Maszyna-Środowisko na przykładzie wybranego stanowiska operatora maszyny specjalistycznej stosowanej w pozyskiwaniu drewna. Ten przykład znajduje odzwierciedlenie praktycznie na każdym stanowisku operatorskim w kabinie maszyny pracującej na przykład w budownictwie czy rolnictwie.

Postępowanie wynikające z drugiej reguły jest niezwykle istotną częścią analizy. Wielka liczba i różnorodność cech każdego układu rodzą przy tym obawy omyłki lub przeoczenia czynników, których ocena i korekta są niezbędne. Stąd trzecia reguła metodyki nakazuje zespołowi skorzystanie z ergonomicznej listy kontrolnej, czyli ze szczegółowego zbioru i spisu cech układu C-T-O. Informacje szczegółowe znajdują się w czę-

ści opracowania „Ćwiczenie 1-Praktyczne zastosowanie Listy Dortmundzkiej jako narzędzia analitycznego w ergonomii”.



Rysunek 1. 9. Złożony system C-T-O na przykładzie stanowiska operatora specjalistycznej maszyny typu Harvester

Czwarta reguła metodyki określa tok działania zespołu ergonomicznego. Zespół ergonomiczny musi wiedzieć, jakie czynności i w jakiej kolejności powinny być wykonane w trakcie analizy. W klasycznym ujęciu czwarta reguła metodyki określa siedem etapów działania. Można je jednak ująć bardziej syntetycznie w pięciu punktach:

1. określenie tematu analizy i dobór zespołu ergonomicznego (część organizacyjna analizy),
2. przygotowanie metodycznego schematu analizy, czyli wyłonienie z badanego układu zagrożeń wymagających sprawdzenia i oceny (posiłkując się ergonomiczną listą kontrolną) oraz ustalenie rodzajów oznaczeń szczegółowych i niezbędnych technik pomiarowo-laboratoryjnych,
3. zebranie materiałów,

4. krytyczna analiza i ocena materiałów oraz sformułowanie wniosków,
5. sporządzenie opracowania zawierającego założenia, treść i wyniki analizy oraz wnioski.

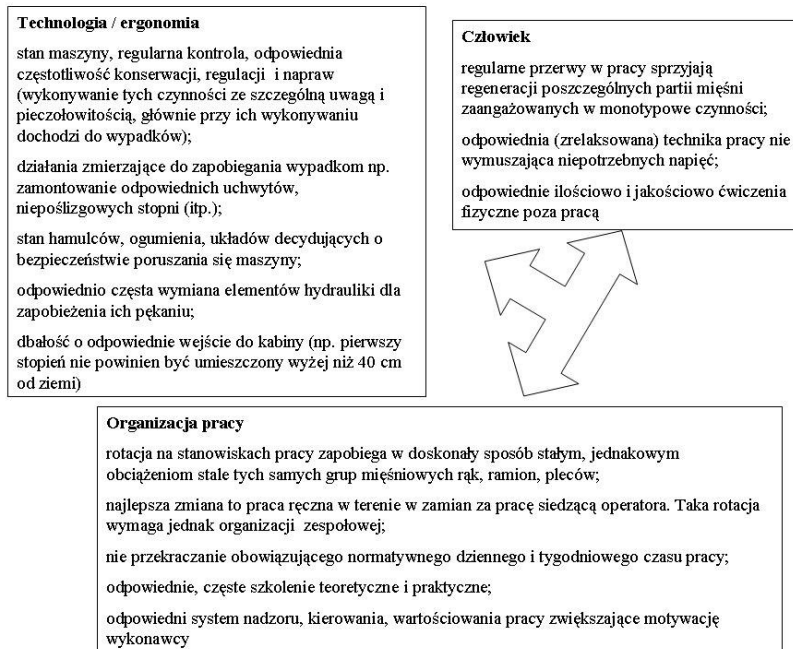
Realizacja tak określonej części podstawowej metodyki powoduje, iż zespół natrafia na wiele konkretnych zagadnień niemożliwych do oceny bez ich szczegółowego zbadania. Na przykład stwierdza się, że robotnik posługuje się narzędziem emitującym hałas, lecz nie wiadomo, czy poziom tego hałasu jest zbyt wysoki i należy go obniżyć, czy też czynnik ten można pozostawić bez zmian. Trzeba wówczas zmierzyć natężenie hałasu wraz z niezbędnymi innymi parametrami i na podstawie uzyskanych wyników ocenić działanie tego czynnika.

Dlatego też drugą, szczegółową częścią metodyki ergonomicznej są zbiory wszelkich konkretnych technik badawczych (analitycznych, pomiarowych, szacunkowych), ujętych w normach, opisanych w podręcznikach, pracach badawczych, broszurach specjalistycznych itp. Pojęcie „zbiór technik badawczych” jest umowne, nie ma bowiem takiego miejsca, gdzie byłby dostępny pełny zestaw tych opisów. Każdy specjalista w zespole ergonomicznym zna techniki badawcze ze swego zakresu, dysponuje ich opisem i potrzebną aparaturą lub wie, skąd je można uzyskać, np. fizjolog wie, jak i czym pomierzyć wydatek energetyczny pracownika. We współczesnym świecie, gdzie rozwój technik, również badawczych jest bardzo szybki, zaś dostęp do nowoczesnych technik ułatwiony dzięki wymianie międzynarodowej, możliwości analizy i wartościowania zróżnicowanych stanowisk pracy są bardzo duże.

UWAGA!

Zainteresowany czytelnik znajdzie doskonałe uzupełnienie wiedzy w zakresie omówienia metod badawczych stosowanych w ergonomii w opracowaniu autorstwa Stanton N., Hedge A., Brookhuis K., Salas E., Hendricks H. 2005. Handbook of human factors and ergonomics methods.

Usprawnianie stanowiska pracy będące celem działania w ramach ergonomii korekcyjnej ma za zadanie uwzględnienie trzech komponentów pracy, elementów systemu C-T-O. Przykładowy układ usprawnień na stanowisku operatorskim w Harwesterze z punktu widzenia komponentów systemu przedstawia rysunek 1.10.



Rysunek 1. 10. Usprawnianie procesu pracy operatora maszyny typu Harvester widziane z punktu widzenia trzech elementów składowych systemu C-T-O

UWAGA!

Metodologia w ergonomii przyjmuje wagę i znaczenie następujących dziewięciu zasad: podejście kompleksowe, podejście systemowe, antropocentryzm, optymalizacja, bilateralne dostosowanie członów układu człowiek – technika, dominanta, parsimona (zasada zwięzłości, ekonomii środków), integracja teorii z praktyką, asymilacja nowych teorii. Wymienione zasady metodologiczne należy traktować jako najbardziej ogólne przesłanki przy planowaniu i realizacji badań ergonomicznych, konstruowaniu rozwiązań technicznych, wdrażaniu rozwiązań ergonomicznych. Zainteresowani problematyką metodologii znajdą frapującą wiedzę i dyskusję na ten temat w licznych pracach między innymi Franusa, Karwowskiego, Tytyka.

1.8. Narzędzia analityczne

Warsztat narzędziowy ergonomii rośnie w tempie takim jak rozwijają się różnorodne techniki badawcze, jak szybko elektroniczne rozwiązania są wdrażane do aparatury pomiarowej, jak szybko rodzą się potrzeby w zakresie badania, analizowania cech subsystemów pracy. Zgodnie z przyjętym wcześniej w niniejszym opracowaniu podejściem do ergonomii, można przyjąć, że domenę, która znajduje się w zainteresowaniu ergonomii można podzielić na następujące obszary, użyteczne z punktu widzenia metod pomiarowych w nich stosowanych:

1. Człowiek - jego możliwości i ograniczenia,
2. Interakcje człowiek-maszyna,
3. Praca zespołowa,
4. Narzędzia, maszyny - projektowanie,
5. Czynniki MŚP,
6. Organizacja pracy i jej kształtowanie,
7. Zadowolenie człowieka-pracownika,

Z punktu widzenia jakości analiz ergonomicznych zmierzających do praktycznego usprawniania procesów pracy istotne jest by zespół ergonomiczny, o którym wcześniej była mowa, nie ograniczał się do starych, wypracowanych technik pomiarowych i analitycznych. Częstym błędem ergonomistów z ugruntowaną praktyką i statusem, jest zawężanie liczby stosowanych przez nich metod do tych, co do których badacz jest, mówiąc prosto przekonany bądź przyzwyczajony do ich stosowania. Zgodnie z regułami, jakie panują w świecie menedżerskim, również ergonomiczne działania powinny posiłkować się benchmarkingiem. Autorka już wcześniej poleciła czytelnikowi doskonałe opracowanie Stanton'a i in. (2005).

Zespół ergonomiczny przygotowując realizację problemu badawczego, a zatem dobierając właściwe metody analityczne musi odpowiedzieć na zasadnicze pytania:

1. Jak głębokie i szczegółowe analizy są potrzebne ze względu na oczekiwane rezultaty? Na ile dokładna jest zastosowana metoda?

ROZDZIAŁ 1

2. Jakich metod należy użyć dla uzyskania konkretnych danych?
3. W jaki sposób wykorzystać wyniki analizy?
4. Jak wiele czasu i środków powinno/może być zaangażowane w uzyskanie danych i informacji?
5. Jak dużego doświadczenia i umiejętności wymagają poszczególne metody analityczne? Na ile łatwa/trudna jest wybrana metoda?
6. Jakie metody badawcze i narzędzia analityczne znajdują zastosowanie w danym przypadku ze względu na badanych ludzi, ich otwartość, chęć współpracy, przekonanie co do potrzeby badań?
7. Jakie należy zrobić wcześniejsze przygotowania dla wykorzystania danego narzędzia?
8. Na ile dostępna jest metoda i na ile sprawdzona w polskich warunkach z punktu widzenia ekonomii badań?
9. Jakie etyczne problemy wynikną podczas badań i po uzyskaniu danych?
10. Czy zastosowana metoda jest tylko poznawcza czy również pozwala zwartościować sytuację, ułatwić modelowanie pracy, przewidywać wydajność procesu?

Jak widać z powyższego zestawienia ilość pytań jest bardzo duża już na starcie samego procesu badawczego. Znacząco więcej pytań powstaje na poziomie działań koncepcyjnych, choć i w tym obszarze oczekuje się metod, które będą otwierały proces tworzenia dla zróżnicowanych badaczy, nie zaś tylko wykształconych twórców, designerów.

Wybrane narzędzia analityczne w ergonomii

Poniższe zestawienie (tabela 1.2.) przedstawia wybrane przykłady narzędzi analitycznych stosowanych we współczesnych badaniach ergonomicznych. Podział podstawowy dotyczy sześciu głównych grup metod badawczych: fizyczne, psychofizyczne, behawioralne i poznawcze, badania zespołów, środowiskowe, metody makroergonomii.

Tabela 1.2. Wybrane narzędzia w badaniach ergonomicznych

Grupa metod	Metoda
Metody fizyczne	PLIBEL- A Method for Identification of Ergonomic Hazards
	NIOSH - wskaźnik zalecanej wartości granicznej RWL.
	RULA- Rapie Upper Limb Assessment
	REBA- Rapid Entire Body Assessment
	Muscle Fatigue Assessment-Functional Job Amnalysis Technique
	The Occupational Repetitive Action (OCRA) Methods, OCRA Index, OCRA Checklist
	OWAS
	The Strain Index
Metody psychofizyczne	EMG- elektromiografia
	EEG- ambulatoryjna elektroencefalografia
	ABPM- Ambulatory Assessment of Blod Pressure to Evaluate Workload
	EDA- Electrodermal Activity Measurement
Metody behawioralne i kognitywne	HTA - Hierarchical Task Analysis
	CDM-Critical Decision Method
	Mental Workload
	SAGAT-Situation Awareness Measurement and the Situation Awareness Global Assessment Technique
Badanie zespołów	Team Training
	Distributed Team Training
	EBAT- Event –Based Approach to Training
Metody środowiskowe	Thermal Condition Measurement
	Heat Stress Indices
	Thermal Comfort Indices
	Noise Reaction Indices
Metody makroergonomii	MOQS- Macroergonomic Organizational Questionnaire Survey
	PE- Participatory Ergonomics
	TOP-Modeler

UWAGA!

Wraz z rozwojem potrzeb badania systemu C-T-O i tempem wdrażania nowinek technicznych w aparaturze badawczej, rosną możliwości pomiarowo-analityczne ergonomii. Zainteresowani problematyką narzędzi analitycznych należy

ROZDZIAŁ 1

|| odesłać do cytowanej już pozycji Stanton i in. (2005) oraz licznych opracowań autorstwa Karwowskiego, Anett, Borga, Corletta, Kirwana, Shepherd a i wielu innych autorów.

2

Diagnoza ergonomiczna stanowisk pracy

W tym rozdziale

- Diagnoza ergonomiczna
- Przedmiot diagnozy – człowiek
- Przedmiot diagnozy- maszyna
- Przedmiot diagnozy-środowisko
- Ocena obciążenia fizycznego pracą
- Ocena obciążenia psychicznego pracą
- Ocena obciążenia środowiskowego pracą

2.1. Diagnoza ergonomiczna

Definicja diagnozy wywodzi się z greckiego słowa diagnosis, oznaczającego rozpoznanie. Pojęcie stosowane jest przez różnych autorów w różnie zróżnicowany sposób jak sama definicja ergonomii. Istotą diagnozy ergonomicznej, tej która stanowi najpowszechniej realizowaną i rozpoznawaną formę działań w zakresie ergonomii, jest zgromadzenie wszelkich danych o elementach systemu C-T-O i jego podsystemach składowych. Jej powiązanie z działalnością zawodową, z poznaniem nie tylko dla celów praktycznych lecz naukowych, z tworzeniem nowych rozwiązań i propozycji kierunków działania, stwarza sytuację, że w powszechnym oglądzie diagnoza ergonomiczna jest synonimem samej ergonomii.

W zależności od przedmiotu diagnozy zmienia się metodyka badania. Diagnoza w ergonomii nastawiona jest na rozpoznanie i określenie poziomu ergonomicznej jakości, zgodności systemu człowiek - technika – środowisko. Identyfikacja wszelkich elementów trójczłonowego systemu, ich wzajemnych relacji, sprawność subsystemów, czynniki dyskomfortujące układ pracy to podstawowy cel diagnozy ergonomicznej stanowisk pracy. Jest to ten przejaw działań, który jest najlepszym obrazem działalności ergonomicznej.

W zależności od przedmiotu diagnozy dobierana jest właściwa metodyka badania. Z jednej strony mamy do łącznego wykorzystania w ergonomii metody stosowane w naukach o człowieku, naukach technicznych, naukach przyrodniczych. Z drugiej strony istnieje konieczność zastosowania metodyki szczegółowej odnoszącej się tylko do podmiotu jakim jest człowiek, bądź obiekt techniczny, bądź technologia. Tak więc w zależności od postawionego problemu metodyka będzie różna również w zakresie poziomu szczegółowości.

UWAGA!

Przedmiotem diagnozy ergonomicznej są charakterystyki: człowieka, maszyny, urządzeń, MŚP, stanowiska pracy.

Rozszerzenie informacji z zakresu diagnozy ergonomicznej czytelnik znajdzie w zeszycie do Ćwiczeń: „Ćwiczenie 1-Praktyczne zastosowanie Listy Dortmundzkiej jako narzędzia analitycznego w ergonomii”.

2.2. Przedmiot diagnozy- człowiek

W stosunku do człowieka diagnoza ergonomiczna ma określić:

1. charakterystyki człowieka istotne z punktu widzenia realizatora procesu produkcyjnego w sensie fizycznym:
 - sprawność,
 - siła,
 - wydolność,
 - wytrzymałość,
 - odporność na stres fizjologiczny,
 - adaptacja organizmu do wysiłku, akceptacja wysiłku fizycznego,
 - odporność na wysiłek statyczny i powtarzalność pracy,
 - odporność na czynniki środowiskowe MŚP,
 - wrażliwość na warunki pracy ograniczające sprawność funkcjonalną,
 - charakterystyki antropometryczne w powiązaniu z przestrzenią pracy
2. charakterystyki człowieka istotne z punktu widzenia realizatora procesu produkcyjnego w sensie psychologicznym:
 - zdolności poszczególnych zmysłów, odbiór informacji z otoczenia pracy,
 - przetwarzanie informacji i podejmowanie decyzji,
 - zdolności poszczególnych aktywatorów,
 - odporność na monotonię,

ROZDZIAŁ 2

- reakcje na stres psychiczny,
 - inteligencja,
 - pamięć,
 - reakcja prosta i złożona,
 - uwaga i jej charakterystyki.
3. charakterystyki człowieka istotne z punktu widzenia realizatora procesu produkcyjnego w sensie socjologicznym i społecznym:
- umiejętność pracy w zespole,
 - właściwości przywódcze,
 - poziom motywacji wewnętrznej,
 - podział zadań i przyjmowanie zróżnicowanych ról w zespołach roboczych,
 - umiejętności adaptacyjne w pracy zespołowej,
 - postawy z zakresu bezpieczeństwa pracy, używanie środków ochrony indywidualnej -postawy indywidualne, zachowania w grupie,
 - postawy wobec zagrożeń dla siebie i współpracowników,
 - wiedza, umiejętności, przyzwyczajenia
 - poziom edukacji i wykształcenia,
 - system kierownictwa, nadzoru nad pracą,
 - wartościowanie pracy wewnętrzne systemy motywacji w przedsiębiorstwie,
 - stan zdrowia, chorobowość,
 - wypadkowość, absencja chorobowa i powypadkowa.

2.3. Przedmiot diagnozy- maszyna

W stosunku do maszyny, urządzeń diagnoza ergonomiczna ma określić:

1. przystosowanie do potrzeb i możliwości człowieka - realizatora pracy-cechy ogólne,
2. relacje przestrzenne między elementami obiektu technicznego a cechami antropometrycznymi i biomechanicznymi człowieka
3. możliwości regulacji, adaptacji do zróżnicowanego odbiorcy,
4. charakterystyki interfejsu, przepływ informacji i działań sterowniczych,
5. spełnianie wymagań prawnych w zakresie charakterystyk z zakresu uciążliwości i szkodliwości w pracy,
6. zróżnicowanie funkcjonalne urządzeń i maszyn w zależności od czynników otoczenia takich jak temperatura, wilgotność, itp.,
7. oddziaływanie maszyn i urządzeń w warunkach pracy normalnej i awarii,
8. zagrożenia dla środowiska pracy i środowiska naturalnego (praca warunkach normy i awarii),
9. ekspozycja człowieka na stres pracy, i tolerancja osobnicza,
10. organizacja pracy,
11. procedury awaryjne i ich sygnalizowanie, czas pracy, system pracy, zmienowość,
12. rytmika cirkadialna a proces pracy.

2.4. Przedmiot diagnozy- środowisko

W stosunku do środowiska, diagnoza ergonomiczna ma określić:

1. warunki pracy punktu widzenia czynników MŚP (czynniki fizyczne, chemiczne, mechaniczne i biologiczne) i zgodności z normatywami (NDN, NDS, NDSCH, NDSP),
2. procedury zapobiegające zagrożeniom ze strony środowiska pracy,
3. częstość badania warunków środowiska pracy, monitoring,
4. zanieczyszczenia powietrza na stanowiskach pracy w warunkach pracy normalnej i awaryjnej,
5. odporność człowieka na zmienność środowiska pracy,
6. system pracy, przemienność, zmianowość pracy a zagrożenia środowiskowe- rytmika cirkadiana,
7. oddziaływanie skumulowane różnorodnych czynników MŚP,
8. wpływ MŚP na zachorowalność, chorobowość w przedsiębiorstwie, choroby zawodowe, parazawodowe,
9. absencja chorobowa powypadkowa.

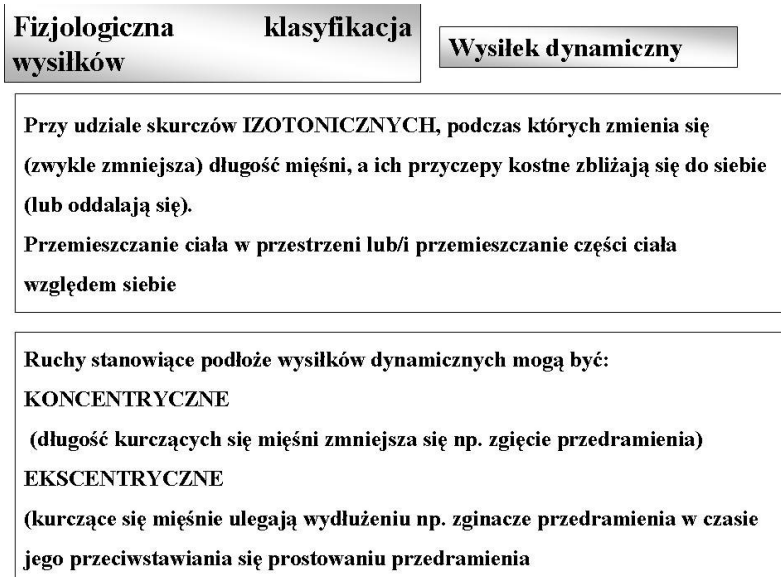
2.5. Ocena obciążenia fizycznego pracą

Ocena obciążenia fizycznego pracującego człowieka dotyczy jego czterech składowych. Są to następujące elementy:

1. obciążenie pracą dynamiczną-wielkość wydatku energetycznego,

2. obciążenie pracą dynamiczną-obciążenie wysiłkami szczytowymi,
3. udział wysiłków o charakterze statycznym,
4. stopień monotypowości ruchów roboczych.

Kryterium podziału wysiłków fizycznych na dynamiczne i statyczne stanowi charakter skurczów mięśniowych, dzięki którym są one wykonywane. Skurcze izotoniczne są charakterystyczne dla pracy dynamicznej (rysunek 2.1)



Rysunek 2.1. Wysiłek o charakterze dynamicznym

Skurcze izometryczne to czynność mięśni charakterystyczna dla pracy statycznej (rysunek 2.2).

W trakcie badań naukowych każdy z wymienionych elementów jest badany odpowiednimi metodami. W warunkach zaś praktyki zawodowej wiele z tych elementów podlega szacowaniu. Metody szacunkowe, które wyrosły z dokładnych metod pomiarowych są w zupełności wystarczające dla celów diagnozy ergonomicznej i dla podstawowego celu w organizacji pracy jakim jest usprawnianie procesu pracy.

**Fizjologiczna
wysiłeków** **klasyfikacja**

Wysiłek statyczny

Przy udziale skurczów **IZOMETRYCZNYCH**, podczas których
wzrasta napięcie mięśni (tonus) natomiast ich długość nie ulega zmianom
i nie zmienia się odległość między przyczepami kostnymi tych mięśni

„Czyste” skurcze izometryczne mięśni w ustroju ludzkim nie występują, zwykle
wzrostowi tonusu towarzyszy przynajmniej niewielka zmiana ich długości.
Taką mieszaną formę skurczów nazywam się **AUKSOTONICZNĄ**

Podtrzymywanie ciężaru, naciskanie na jakiś przedmiot stawiający zbyt duży opór

Skurcze izometryczne mięśni wywierają większy wpływ na przyrost siły mięśni niż
skurcze izotoniczne (szybki efekt treningowy)

Rysunek 2.2. Wysiłek o charakterze statycznym

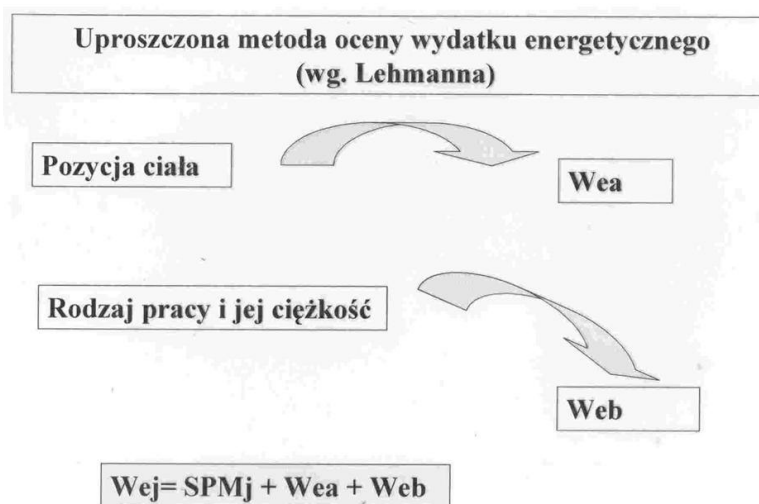
Obciążenie pracą dynamiczną- wielkość wydatku energetycznego

Podstawowe metody pomiaru wydatku energii to kalorymetria bezpośrednia i kalorymetria pośrednia. Możliwe jest również szacowanie wydatku energii na podstawie reakcji parametrów fizjologicznych organizmu pracownika (tętno pracy, ciśnienie krwi, HWI współczynnik pracy serca, pojemność minutowa serca, poziom enzymów we krwi, poziom glukozy we krwi, natlenienie krwi, temperatura wewnętrzna ciała, pomiar utraty wody przez organizm, EMG, EKG, EEG, wentylacja minutowa płuc, częstość oddechów, głębokość oddechów).

Metodą powszechnie wykorzystywaną w diagnozie dla organizacji pracy jest metoda chronometrażowo-tabelaryczna. Chronometraż to jedno z narzędzi często stosowane w analizach z zakresu organizacji pracy. Współcześnie jest to metoda prosta w wykonaniu z racji możliwości wykorzystania dostępnych sprzętów elektronicznych służących do rejestrowania konkretnych czynności w funkcji czasu. Łatwość stosowania tej techniki sprawia, że może być stosowana w prawie każdych warunkach. Główną zaletą jest to, że nie stosuje się żadnej aparatury, a dokonywanie ocen nie wpływa na przebieg czynności badanego pracownika. Obserwacja może odbywać się w sposób zdalny, bez angażowania i absorbowa-

nia pracownika. Uzyskiwane wyniki mają w tej sytuacji lepsze znaczenie diagnostyczne, odzwierciedlają rzeczywiste obciążenie organizmu.

Metodą powszechnie używaną w ocenie wydatku energii na różnorodnych stanowiskach pracy jest również uproszczona metoda zaproponowana przez G. Lehmana. Według tej metody dla oceny kosztu energetycznego pracy niezbędne jest określenie trzech komponentów wydatku energii oraz wydatku energii na spoczynkową przemianę materii. Tymi składowymi są: pozycja przy pracy, aktywacja grup mięśniowych, wielkość zaangażowanych sił. Schemat postępowania przy określaniu wydatku energii metodą Lehmana przedstawiono na rysunku 2.3.



Rysunek 2.3. Metoda Lehmana oceny wydatku energii

Na ilość energii zużywanej przez organizm w czasie wykonywania pracy składa się wydatek energetyczny spoczynkowej przemiany materii i wydatek energetyczny pracy efektywnej, czyli energii wykorzystanej na wykonanie danej czynności. Mówimy o wydatku energii brutto, czyli takim, jaki jest powiązany z rzeczywistą pracą organizmu danego człowieka.

Obciążenie pracą dynamiczną - obciążenie wysiłkami szczytowymi

Obciążenia szczytowe wiążą się z obecnością w trakcie pracy o średnim koszcie energetycznym czynności znacznie odbiegających od poziomu pracy lekkiej bądź umiarkowanej. Szerszą informację na ten temat zain-

teresowany czytelnik znajdzie w opracowaniu tej samej autorki pod tytułem: „Psychofizjologia człowieka w środowisku pracy”.

Wysiłek o charakterze statycznym

W odróżnieniu od wysiłku dynamicznego przebiegającego z wykorzystaniem pracy izotonicznej mięśni, praca statyczna związana jest z pracą izometryczną mięśni. Praca statyczna w porównaniu z pracą dynamiczną jest przy jednakowym wydatku energetycznym bardziej uciążliwa. Jest to spowodowane różnicą miejscowego niedoboru tlenu. Obciążenie statyczne można określić w warunkach laboratoryjnych za pomocą dokładnej metody, jaką jest elektromiografia powierzchniowa –EMG. Stosuje się również metody szacunkowe zaproponowane m.in. przez Kirschnera, Koradecką, metodę OWAS (rysunek 2.4, 2.5). Wśród różnych metod całościowej oceny obciążenia statycznego na uwagę zasługuje metoda zaproponowana przez autorów fińskich, nazywana w skrócie OWAS (Ovako Working Posture Analysis System). Materiał dotyczący metody łącznie z oprogramowaniem dostępnym online, zainteresowany czytelnik znajdzie na stronie internetowej: <http://turva1.me.tut.fi/owas/>.

Metoda OWAS jest użyteczna gdyż przydatność jej jest wielokierunkowa. Wykorzystywana jest dla:

1. Usprawniania warunków pracy i metod pracy
2. Redukcji obciążeń posturalnych - zapobieganiu MSD,
3. Poprawy bezpieczeństwa pracy,
4. Poprawy efektywności/wydajności pracy,
5. Planowania nowych stanowisk pracy i metod pracy,
6. Badań ergonomicznych,
7. Badań w zakresie zdrowia zawodowego,
8. Prac z zakresu R&D.

Zalety metody OWAS, które przyczyniły się do jej upowszechnienia w badaniach ergonomicznych realizowanych w całym świecie, to:

1. kompleksowe ujęcie zagadnienia,
2. względna prostota,

3. oparcie się na zwykłej obserwacji stanowiska pracy-obszernie wizualna, zdalna,
4. dostępność dla każdego nadzorującego i organizującego pracę,
5. ukierunkowanie na korektę nie zaś wyłącznie na identyfikację problemu
6. możliwość wyłonienia wśród zróżnicowanych czynności tych pozycji pracy, które są najbardziej istotne z punktu widzenia obciążenia pracownika.

Metoda ma również wady, do których należy:

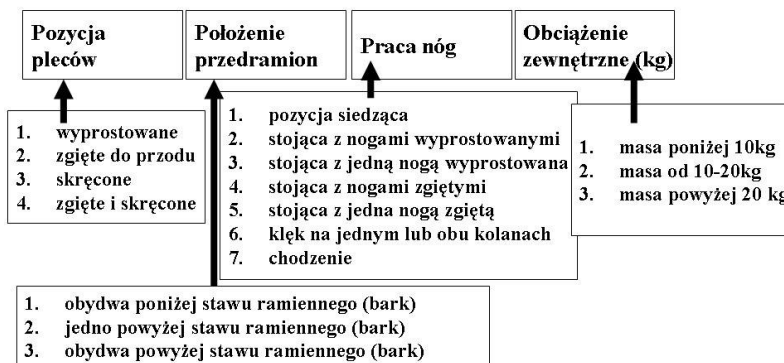
1. Brak uwzględnienia częstości zmiany pozycji pracy,
2. Brak uwzględnienia rytmu pracy.

Wad tych pozbawiony jest program komputerowy Win OWAS, również dostępny na podanej wcześniej stronie internetowej (A Computerized System for the Analysis of Work Postures Win OWAS – software dla analiz OWAS).

Ocena obciążenia fizycznego robotnika

OWAS
<http://turva1.me.tut.fi/owas/>

Metoda bierze pod uwagę cztery obciążające czynniki obecne w pracy



Rysunek 2.4. Poglądowy rysunek przedstawiający metodę OWAS

Sposób postępowania w metodzie OWAS jest następujący:

ROZDZIAŁ 2

1. Wybrać czynności przeważające (istotne obciążenie statyczne) w ciągu zmiany roboczej,
2. Ustalić KOD wybranej pozycji przy pracy,
3. Z właściwego diagramu (rysunek 2.5) odczytać kategorię oceny stanowiska pracy (1-4),
4. Określić kategorię OS- w czterostopniowej skali i określić
5. Określić zadania związane z poprawą warunków pracy na analizowanym stanowisku pracy,
6. Interpretacja wyników oceny obciążenia statycznego.

PLECY	RAMIONA	1			2			3			4			5			6			7			NOGI
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1
	3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	2	2	3	1	1	1	1	1	2
2	1	2	2	3	2	2	3	2	2	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	3	3	
	2	2	2	3	2	2	3	2	3	3	3	4	4	3	4	4	3	3	4	2	3	4	
	3	3	3	4	2	2	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	4	1	1	1	1	1	1	
	2	2	2	3	1	1	1	1	1	2	4	4	4	4	4	4	3	3	3	1	1	1	
	3	2	2	3	1	1	1	2	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	1	1	1	
4	1	2	3	3	2	2	3	2	2	3	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4		
	2	3	3	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	
	3	4	4	4	2	3	4	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	3	4	

KOD POZYCJI
2321

KATEGORIA
2

Rysunek 2.5. Przyporządkowanie kodu pozycji pracy oraz kategorii obciążenia statycznego - OWAS

Monotypowość ruchów roboczych.

Uciążliwość pracy wynikająca z monotypowości ruchów bierzemy pod uwagę wówczas, gdy mamy do czynienia z powtarzającymi się czynnościami roboczymi, wciągającymi za każdym razem do działania te same grupy mięśniowe. Obciążenie pracą tylko pewnych grup mięśni wywołuje bowiem stany miejscowego zmęczenia, które zwiększają ogólne zmęczenie pracownika. Monotypowość ruchów występuje często przy pracach całkowicie zmechanizowanych, gdzie udział człowieka jest ściśle określony w czasie i przestrzeni, zredukowany do podawania lub odbierania materiału lub przy montażu ręcznym przy taśmie potokowej. W ocenie monotypowości ruchów roboczych analizuje się następujące elementy:

- stopień ograniczenia ruchowego;
- liczbę powtórzeń w ciągu zmiany roboczej;
- wielkość rozwijanych sił przez pracujące mięśnie.

UWAGA!

Szczegółowe omówienie analizy obciążenia fizycznego i jego składowych czytelnik znajdzie w opracowaniu tej samej autorki pod tytułem: „Psychofizjologia człowieka w środowisku pracy”.

2.6. Ocena obciążenia psychicznego pracą

Jednym z istotnych elementów przyczyniających się do wzrostu zmęczenia podczas pracy jest obciążenie psychiczne, jakiemu podlega każdy człowiek zaangażowany w pracę. Obciążenie psychiczne wynika z zaangażowania centralnego układu nerwowego człowieka podczas różnorodnych sytuacji i działań w procesie pracy. Diagnoza obciążenia psychicznego jest dużo trudniejsza w sensie metodycznym od analizy i wartościowania obciążenia fizycznego pracującego organizmu. W tym przypadku wpływ czynników takich jak: środowisko pracy, wiek, zdrowie, płeć, motywacja, uzdolnienia, emocje, intelekt i wiele innych jest jeszcze trudniejszy do określenia.

W diagnozie obciążenia psychicznego wykorzystuje się zarówno metody obiektywne, jak i szacunkowe, które zwłaszcza w konieczności analizy konkretnych uwarunkowań na stanowiskach pracy są bardziej efektywne i dostępne dla nadzorującego pracę.

Przyjęło się stosować w analizie obciążenia psychicznego, że praca to aktywność, na którą składają się trzy etapy pracy: otrzymywanie informacji, podejmowanie decyzji i wykonywanie czynności. Na każdym z tych etapów ocenia się stopień obciążenia psychicznego pracownika na podstawie pięciu kryteriów:

1. częstotliwości, czyli liczby informacji, decyzji i czynności przypadających przeciętnie na jednostkę czasu,
2. zmienności informacji, a w ślad za nimi decyzji i sposobu wykonania czynności,

ROZDZIAŁ 2

3. złożoności, czyli stopnia skomplikowania informacji, decyzji i czynności,
4. dokładności, oznaczającej stopień precyzji z jaką informacje muszą zostać odebrane, przetworzone, a następnie wykonana czynność,
5. ważności, czyli znaczenia informacji, skutków podjętej decyzji i wykonania czynności dla procesu pracy i bezpieczeństwa pracownika.

Wpływ każdego z tych kryteriów przy uwzględnieniu różnych źródeł ich pochodzenia (przedmiot pracy, narzędzie pracy, warunki otoczenia, charakterystyki osobnicze), ocenia się według pięciostopniowej skali umownej (1-5) na każdym z trzech etapów pracy. Przy ocenie obciążenia psychicznego należy podjąć decyzję co do tego, który z analizowanych etapów w sposób dominujący wpływa na łączną ocenę.

Na obciążenie psychiczne składa się poza wysiłkiem psychicznym, monotonia pracy. Przy ocenie obciążenia monotonią bierze się pod uwagę następujące elementy pracy:

1. niezmiennność procesu pracy,
2. niezmiennność warunków otoczenia,
3. konieczność stałego napięcia uwagi (zaabsorbowanie pracą, uniemożliwiający myślenie niezwiązane z pracą oraz kontakt z otoczeniem),
4. łatwość pracy ograniczająca potrzebę procesów myślowych (myślenie, rozumowanie).

Kryterium oceny stopnia monotonii stanowi liczba elementów pracy występujących jednocześnie na ocenianym stanowisku pracy. Do oceny monotonii pracy stosuje się skalę trzystopniową, gdzie wyróżnia się:

- monotonię dużą (MNIII), gdy występują wszystkie 4 analizowane elementy
- monotonię średnią (MNII), gdy występują 3 analizowane elementy
- monotonię małą (MNI), gdy występują mniej niż 3 analizowane elementy.

W przypadku gdy monotonia w ocenie uzyskuje co najmniej taki sam lub wyższy stopień jak obciążenie wysiłkiem psychicznym, to ocena całościowa obciążenia psychicznego przyjmuje ocenę wyższą o jeden stopień od wstępnej oceny wysiłku psychicznego. Uznaje się bowiem współcześnie bardzo istotny wpływ monotonii na aktywność psychiczną i intelektualną człowieka-pracownika.

W razie wątpliwości w ustaleniu oceny obciążenia psychicznego w sytuacjach skrajnych ocen należy przyjąć zasadę- przy wątpliwościach w ocenę między wysiłkiem „minimalnym” a „małym”, przyjmujemy w ocenie wysiłek „mały”. Przy wątpliwościach między wysiłkiem „dużym” i „bardzo dużym” przyjmujemy w ostatecznej ocenie wysiłek „duży”.

UWAGA!

Szczegółowe omówienie analizy obciążenia psychicznego i jego składowych czytelnik znajdzie w opracowaniu tej samej autorki pod tytułem: „Psychofizjologia człowieka w środowisku pracy”.

2.7. Ocena obciążenia środowiskowego pracą

Materialne warunki pracy stanowią istotny zespół czynników mających wpływ na efektywność pracy, jej bezpieczeństwo, na dobrostan pracownika. Całościowy zespół czynników, z którymi człowiek spotyka się w toku wykonywania pracy zawodowej nazywamy materialnym środowiskiem pracy (MŚP). Czynniki doń należące dzielimy na cztery grupy:

- czynniki o charakterze fizycznym, czyli mikroklimat, promieniowanie (optyczne, laserowe, jonizujące, podczerwone, nadfioletowe), hałas (słyszalny, ultradźwiękowy, infradźwiękowy), oświetlenie, drgania i wstrząsy, prąd elektryczny i pole elektromagnetyczne (elektryczność statyczna) oraz zapylenie powietrza,
- czynniki związane z charakterem pracy, zagrożenia mechaniczne, czyli maszyny i urządzenia, czynniki niebezpieczne mogące prowadzić do urazów, wyposażenie pomocnicze, pomieszczenie pracy oraz stanowisko robocze, oddziałujące bezpośrednio na człowieka, poruszające się maszyny,

ruchome elementy maszyny, przemieszczające się wyroby i materiały, ostre i wystające elementy i krawędzie,

- chemiczne czynniki, do których zaliczamy :różnorodne środki chemiczne (w tym ochrony roślin), rozpuszczalniki przemysłowe, farby, lakiery, paliwa, smary, gazy i pary nieorganiczne itp.,
- biologiczne czynniki czyli: mikroorganizmy (bakterie, wirusy, grzyby, pierwotniaki, itp.), makroorganizmy (rośliny, zwierzęta), substancje wytwarzane przez mikroorganizmy (toksyny, alergeny).

Każdy z materialnych czynników powoduje różne reakcje fizjologiczne organizmu ludzkiego. Można mówić o oddziaływaniu specyficznym i niespecyficznym. Specyficzne oddziaływanie to takie, które związane jest z konkretnym, jednoznacznym działaniem na struktury biologiczne organizmu człowieka (na przykład reakcja narządu słuchu na nadmierny hałas na stanowisku pracy w postaci głuchoty zawodowej). Niespecyficzne zaś to takie gdzie reakcja organizmu może być wieloaspektowa, trudna do powiązania bezpośredniego z konkretnym czynnikiem sprawczym (na przykład problemy ze snem jako reakcja pozasłuchowa na nadmierny hałas w otoczeniu pracującego człowieka). Reakcja ta jest z reguły uogólniona. Często niespecyficzną reakcją organizmu ludzkiego są alergie. Alergia występuje wówczas, gdy po uprzednim kontakcie z obcym ustrojowi związkiem chemicznym ustrój jest uczulony na ponowny kontakt. Objawem jest wzmożona wrażliwość Niespecyficzna reakcja jest również idiosynkrazja gdzie nadwrażliwość jest natychmiastowa. Objawem jest wzmożona wrażliwość już przy pierwszym kontakcie ustroju z daną substancją.

W przypadku oddziaływania czynników charakterze fizycznym mechanicznym, chemicznym, reakcje organizmu narażonego na nie człowieka są zależne od wielkości czynnika (stężenie, natężenie, czas narażenia, ekspozycja). Czynniki biologiczne zaś charakteryzuje odmienność w tym aspekcie. Na specyfikę czynników biologicznych oddziałujących na pracujący organizm składają się następujące elementy:

- czynniki biologiczne to często naturalne tło warunków pracy,
- obecność naturalnej odporności organizmu,

- zróżnicowanie reakcji osobniczej (od braku reakcji przez chorobę aż do idiosynkrazji),
- możliwość aktywnej obronnej reakcji organizmu. Nabycie odporności sztucznej poprzez szczepienia,
- naturalne rozmieszczenie pewnych czynników biologicznych uzależnione od pory roku, rejonu geograficznego, klimatu,
- związek z populacją konkretnego zwierzęcia (na przykład choroba Schagassa-przenoszona przez krwio pijnego pluskwiaka triatoma), rośliny (częstsze przebywanie kleszczy, będących nośnikami dziesiątków różnorodnych chorób, na trawach na granicy polno-leśnej i przy ścieżkach dzikiej zwierzyny leśnej),
- związek z charakterystycznym siedliskiem (komary jako nośniki chorób przebywają chętniej w terenie podmokłym, wilgotnym).

W związku z działalnością i aktywnością człowieka powyższe cechy odróżniające czynniki biologiczne od pozostałych czynników MŚP zaczynają częściowo tracić na znaczeniu. Transport towarów i surowców, przemieszczanie się ludzi w celach turystycznych, zmiany klimatu prowokowane działalnością ludzką to czynniki, które zmieniają naturalne charakterystyki czynników biologicznych (przykładem może być epidemia Gorączki Zachodniego Nilu, która spowodowała epidemii w Nowym Jorku, ekspansja krwio pijnego pluskwiaka powodująca przeniesienie zagrożenia chorobą Schagassa coraz dalej na północ od pierwotnych obszarów Ameryki Południowej, postępowanie zagrożenia malarią coraz bardziej na północ od pierwotnych regionów zagrożenia – aktualnie obszar basenu Morza Śródziemnego jest zagrożony tą chorobą).

UWAGA!

Odrębność czynników biologicznych w stosunku do pozostałych czynników MŚP jest konieczna do uwzględnienia przez organizatora pracy. Szczególne znaczenie ma w tym przypadku możliwość nabycia przez pracownika sztucznej odporności. Szczepienia to metoda dostępna w szczególnych przypadkach organizatorom pracy. Zabezpieczenie pracowników przed możliwością nabycia choroby wynikającej z charakterystyk biologicznych środowiska pracy jest możliwością (w tym przy-

ROZDZIAŁ 2

|| padku istotna jest wiedza pracowników o istocie zagrożenia),
a niekiedy obowiązkiem pracodawcy.

3

Projektowanie ergonomiczne

W tym rozdziale

- Ergonomiczne założenia projektowe
- Ergonomiczne kryteria projektowe
- Antropometria w projektowaniu ergonomicznym
- Komputerowe wspomaganie projektowania ergonomicznego

3.1. Ergonomiczne założenia projektowe

Przez dziesiątki lat projektowania techniczne zarówno w Polsce jak i na świecie, przy rozwiązywaniu problemów związanych z aktywnością człowieka kierowało się intuicją, dotychczasowymi doświadczeniami, przyjętą praktyką. Elementy wiedzy naukowej tak istotne w projektowaniu maszyn i urządzeń, w przypadku projektowania „dla i do” człowieka były rzadko wykorzystywane z racji braku właściwej wiedzy. We współczesnych czasach niezbędne jest powstanie i wdrażanie jakościowo odmiennego i nowego procesu projektowania techniki.

Projektowanie ergonomiczne jest specyficzną metodą projektowania, która przyjmuje jako zasadniczy postulat humanizację techniki. Stosowane są metody projektowania, które traktują obiekt projektu jako system C-T-O, jednocześnie uznają kryteria humanocentryczne jako nadrzędne w stosunku do pozostałych.

Według słów Słowikowskiego (2000):

„Swoistość projektowania ergonomicznego polega na dualizmie owego przedmiotu projektowania. Jest nim układ bio-techniczny (ściślej antropotechniczny), którego człony mają, jak już powiedziano, skrajnie różne charakterystyki. Jeden z członów-człowiek, stanowi niezmiennik, którego cechy wyznaczyła natura, dlatego projektantowi pozostaje dostosować drugie: maszynę, do cech pierwszego. Jest to pragmatyczna interpretacja zasady antropocentryzmu, odniesiona do procesu projektowania obiektów technicznych tworzących układ człowiek-obiekt techniczny”.

UWAGA!

Cytując za Tytykiem -projektowanie ergonomiczne jest to realizacja takiego procesu projektowania, który stwarza największe szanse uzyskania projektu systemu człowiek-obiekt techniczny o pożądanym poziomie ergonomicznej jakości (Tytyk 2001).

3.2. Ergonomiczne kryteria projektowe

Projektowanie ergonomiczne z uwzględnieniem danych antropometrycznych determinuje właściwe, dobre, przyjazne dla człowieka otoczenie. Dla praktyki przydatne mogą być przede wszystkim aktualne atlasy antropometryczne (Paull, Frings - Dresen, Salle, Rozendal 1995, Nowak 2000, Gedliczka 2001) oraz manekiny płaskie przedstawiające wymiary człowieka w skali 1:1 (manekiny określone dla poszczególnych centyli, płci, wieku, ewentualnie dla różnych pozycji ciała). Dostępne jest również oprogramowanie, które pozwala na wykorzystanie danych antropometrycznych czynnościowych w działaniach projektowych (człowiek w różnych przejawach aktywności).

Każdy przedmiot, obiekt, system przechodzi kolejne fazy swojego istnienia i funkcjonowania na rzecz człowieka bądź jego dobra. Przyjęło się w projektowaniu uwzględniać sześć podstawowych etapów istnienia produktu:

1. koncepcja,
2. projekt,
3. prototyp,
4. produkcja,
5. eksploatacja,
6. likwidacja/utyliczacja.

Uzyskanie ergonomicznej jakości wiąże się z ponoszeniem zróżnicowanych kosztów. Za Tytykiem (2001) można przyjąć, że największe ponoszone są na etapie piątym i czwartym. Przyjmuje się jako swego rodzaju założenie, że organizator pracy nie ma wpływu na inne etapy życia produktu/przedmiotu/obiektu, jak tylko na etap jego eksploatacji. W odniesieniu jednak do sytuacji kreowania nowych uwarunkowań przestrzeni pracy, to on jest właśnie często i twórcą samej koncepcji jak i pozostałych etapów tworzenia, wdrażania i trwałego utrzymania funkcjonowania jakiegoś rozwiązania. Na każdym etapie zaś istotne jest widzenie potencjalnego odbiorcy, użytkownika nowego tworzu. Tworzenie bowiem rozwiązania sprawnego, funkcjonalnego, użytecznego, ekonomicznego

i takiego, które będzie efektywnie oddziaływało na potencjalnego odbiorcę, wymaga na każdym z etapów zastosowania wiedzy o człowieku.

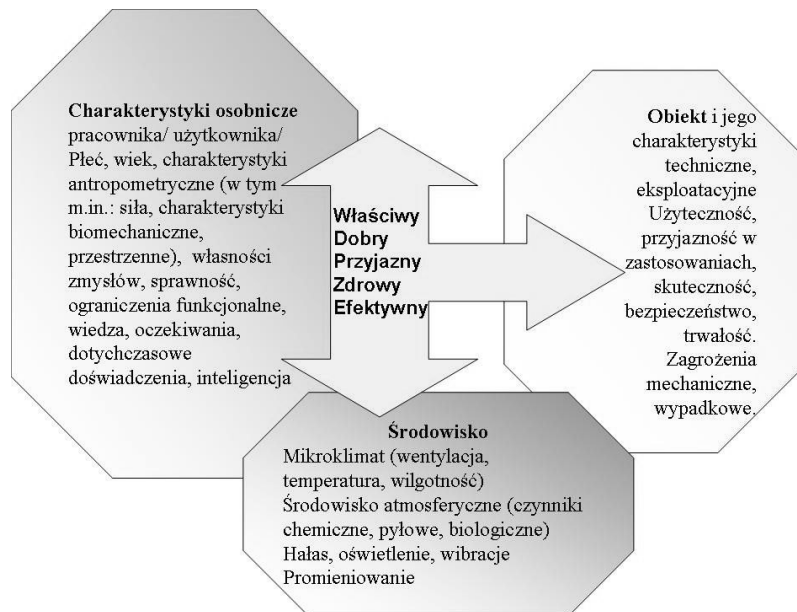
Trzy podstawowe kryteria powinny być określone, zanim dane antropometryczne zostaną wykorzystane w praktyce:

1. Określenie parametrów antropometrycznych istotnych dla danej sytuacji projektowej (konkretne cechy antropometryczne mające decydujące znaczenie dla końcowego rezultatu),
2. Określenie populacji potencjalnych użytkowników, dla których ma być kreowany obiekt, przestrzeń, przedmiot,
3. Zdefiniowanie Głównego Planu Projektowego - GPP (m.in. wybór i określenie wartości centylowych istotnych dla danej sytuacji projektowej).

Podstawowym celem praktycznego zastosowania danych antropometrycznych jest zrozumienie i wykorzystanie wartości poszczególnych parametrów antropometrycznych nie na zasadzie wartości uśrednionych, jak na przykład długości przedramienia i kątowych wartości ruchomości w stawach, lecz zrozumienia możliwej zmienności danej cechy tak by działania projektowe zapewniły wygodę korzystania z produktu/obiektu/przedmiotu możliwie największej grupie potencjalnych użytkowników. Praktyczne wykorzystanie danych antropometrycznych musi wystrzegać się błędnego rozumienia 50centyla jako wymiaru najlepiej uwzględniającego większość użytkowników. W praktyce 50 centyl pozwala na uwzględnienie jedynie wąskiej grupy potencjalnych użytkowników nie zaś większości. W określaniu uwarunkowań użytkowych ma być brana pod uwagę jak największa grupa ludzi, stąd konieczność rozważenia w GPP, które wartości centylowe mają najistotniejsze znaczenie dla adresata działań projektowych. Dla skutecznego i sprawnego projektowania konieczne jest poznanie i korzystanie z aktualnych danych potencjalnych użytkowników. Problemem jest dostęp do danych przekrojowych, dotyczących zróżnicowanych podmiotów. Większość danych pobieranych z dostępnych w kraju i świecie atlasów antropometrycznych bazuje na łatwych do uzyskania danych ze specyficznych grup badanych, na przykład poborowych do wojska. Nie zmieniają tego faktu nowo wydawane atlasy antropometryczne (Nowak 2003, Gedliczka 2001).

3.3. Antropometria w projektowaniu ergonomicznym

Antropometria to nauka, która daje informacje między innymi o przestrzennych wymiarach człowieka: szerokościowych, wysokościowych, głębokościowych, objętościowych. Dane te znajdują wykorzystanie w kształtowaniu przestrzennych uwarunkowań właściwych dla konkretnych grup odbiorców. Ergonomia i antropometria inżynierska to najbardziej przyjazne projektantowi narzędzia, które pozwalają na skuteczne wdrożenie pomysłów, idei rozwiązania sytuacji związanych z każdą aktywnością człowieka. Projektowanie rozwiązań przyjaznych użytkownikowi wiąże się z koniecznością uwzględnienia właściwych interakcji między trzema głównymi elementami wskazanymi na poniższym rysunku (rysunek 3.1).



Rysunek 3.1. Interakcje między trzema subsystemami Człowiek-Technika-Otoczenie, jako kluczowe dla wdrażania rozwiązań przyjaznych użytkownikowi z punktu widzenia uwarunkowań antropometrycznych

UWAGA!

Antropometria to studium człowieka widzianego jako podmiot/obiekt, którego charakterystyki determinują uwarunkowania przestrzeni użytkowej.

Antropometria to dziedzina badawcza antropologii wykorzystywana do uzyskania danych dla ewentualnych porównań i wartościowań, opisu człowieka. W jej szerokich zainteresowaniach jest poznanie wieloaspektowych charakterystyk człowieka, w tym:

- Wymiary ciała ludzkiego
 - Wysokościowe - mierzone w pionie od podstawy,
 - Długości - dotyczą poszczególnych części ciała,
 - Szerokości – wymiary w płaszczyznach równoległych do płaszczyzny czołowej,
 - Głębokość - wymiary w płaszczyznach prostopadłych do płaszczyzny czołowej,
- Psychofizjologia:
 - Wydolność fizyczna,
 - Parametry oddechowe, krążeniowe,
 - Krew,
 - Metabolizm,
- Biomechanika:
 - Kątowe zakresy ruchu,
 - Siła, szybkość, zwinność, koordynacja, wytrzymałość,
 - Masy ciała,
- Przestrzeń pracy:
 - Przestrzeń widzenia,
 - Przestrzeń pracy rąk,
 - Zasięgi maksymalne,

- Strefy pracy w płaszczyźnie poziomej, czołowej i strzałkowej,
- Przestrzenne relacje interpersonalne,
- Opis populacji (rodziny):
 - Wielkość, struktura, ruch naturalny, ruch migracyjny, krzyżowanie, (inbred),
- Opis środowiska fizycznego- biogeograficznego:
 - Klimat i zanieczyszczenia ,
 - Żywnienie,
 - Stresy,
 - Mikroklimat mieszkania,
 - Mikroklimat zakładu pracy,
- Opis środowiska społecznego:
 - Wykształcenie,
 - Zawód,
 - Dochód,
 - Wielkość rodziny,
 - Forma opieki.
- Opis trybu życia:
 - Charakter pracy i koszt (biologiczny - m.in. energetyczny),
 - Czas wolny i wypoczynek (sen).

Pomiar fizycznych charakterystyk ludzi są szczególnie przydatne w projektowaniu dla potrzeb przemysłu- przestrzeń pracy, urządzenia, narzędzia, maszyny, pojazdy, meble, itp.

W szczególnym przypadku, jakim jest projektowanie dla potrzeb stanowisk komputerowych znaczenia nabierają parametry antropometryczne, które decydują o urządzeniach wejścia - wyjścia, przestrzeni roboczej,

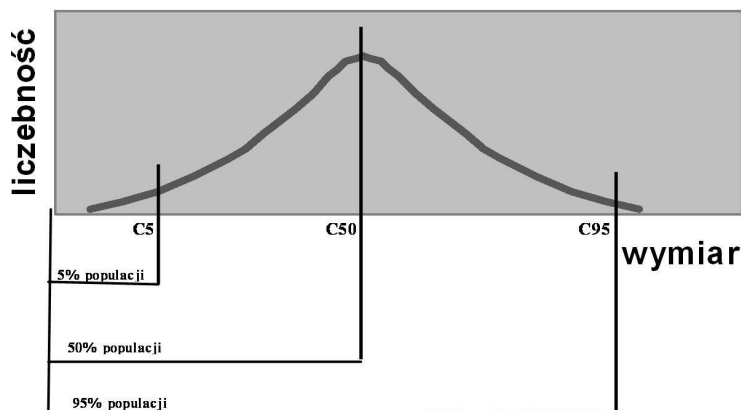
pozycji przy pracy na stanowiskach i przy wykorzystaniu mebli dla stanowisk komputerowych.

Podstawowym celem właściwego projektowania jest zrozumienie i wykorzystanie wartości poszczególnych parametrów. Dane antropometryczne używane są przez projektantów z reguły jako dane centylowe.

UWAGA!

Centyl rzędu p jest to taka wartość cp , dla której p procent populacji ma wartość danej cechy mniejszą, natomiast pozostała część populacji ($100 - p$) większą niż cp .

C5 – dolny centyl, próg minimalny, oznacza, że wymiar danej cechy człowieka, jest taki którego nie osiąga 5% ludności. Z kolei C95 – górny centyl, próg maksymalny, to wartość, której nie przekracza 95% społeczeństwa. C50 – mediana, dzieli populację na dwie części (rysunek 3.2.).



Rysunek 3.2. Wielkości centylowe użyteczne w działaniach projektowych

UWAGA!

Mity w odniesieniu do antropometrii utrudniają proces projektowania. Podstawowy mit to myśl, że jeśli przystosowanie dotyczy „średniego” człowieka to znaczy, że dotyczy wszystkich.

Wykorzystanie danych antropometrycznych powinno odbywać się na trzy sposoby, wskazane na rysunku poniżej (Rysunek. 3.3.). Wybór ścieżki postępowania zależy w dużej mierze od uwarunkowań ekonomicznych. Najmniej kosztowna jest ścieżka pierwsza. Druga zaś i trzecia zakładają, że potencjalny użytkownik ma odpowiednią

wiedzę na temat ewentualnej potrzeby regulacji i wie, jakie są konkretne wymagania wynikające z jego osobniczych charakterystyk morfologicznych. W przypadku braku takiej wiedzy konieczny jest jasny i zrozumiały dla zróżnicowanego odbiorcy, system instrukcji.

Jeden wymiar dla wszystkich – umieszczenie na przykład urządzenia sterującego/przycisku/pisaka w zasięgu 5 centyla- gwarantuje, że wszyscy użytkownicy będą mieli doń dostęp

Regulacja – zastosowanie regulacji w zakresie obejmującym rozstęp cechy gwarantuje możliwość samodzielnego dopasowania do własnych potrzeb

Kilka wymiarów – umożliwia użytkownikowi wybór właściwego dla siebie rozwiązania

Rysunek 3.3. Sposoby wykorzystania antropometrycznych danych wymiarowych

UWAGA!

Wymiary i parametry ciała ludzkiego nie są liniowo skorelowane. Tak więc osobnik o długich przedramionach nie musi mieć jednocześnie długich palców. Podczas gdy wykorzystanie 5 centyla bądź 95 centyla wyklucza z obszaru zainteresowania 10% populacji to użycie któregośkolwiek z nich ale w odniesieniu do kilku wymiarów jednocześnie wykluczyć może nawet ponad połowę populacji.

Projektowanie pomieszczeń, budynków, a także konkretnych stanowisk, na których użytkownik aktywnie realizuje jakieś czynności (obserwacja danych, czynności manipulacyjne, zabawy edukacyjne, itp.) wymaga znajomości nie tylko cech antropometrycznych ale i cech przestrzeni ruchowej człowieka. Wymagana wielkość pomieszczeń, przejść w pobliżu eksponowanych obiektów, traktów komunikacyjnych zależy od:

1. przestrzeni ruchowej człowieka (anatomiczne i czynnościowe wymiary ciała),
2. powierzchni funkcjonalnych, tzn. koniecznej powierzchni podłogi określonej cechami budowlanymi lub wyposażeniem,
3. wielkości pomieszczenia ze względów psychologicznych.

Z ergonomicznego punktu widzenia rozróżniamy następujące przestrzenie ruchowe człowieka:

1. Przestrzeń ruchowa kończyn człowieka stojącego lub siedzącego – podstawą tej przestrzeni są anatomiczne i związane z ruchem wymiary ciała. Uwzględnia ona promienie zasięgu ramion, tułowia i nóg (optymalny, normalny i maksymalny).
2. Przestrzeń ruchowa ciała ludzkiego w stosunku do wyposażenia pomieszczeń – w odniesieniu do powierzchni roboczych, elementów obsługi obiektów (włączniki, przyciski, monitory, pisaki itp.), urządzenia do odstawiania i przechowywania. Do tego zakresu zalicza się również powierzchnie i przestrzenie funkcjonalne, tj. powierzchnia podłogi potrzebna przy korzystaniu z mebli lub wyposażenia (powierzchnia podłogi przewidziana przy wstawianiu i siadaniu, przemieszczaniu wózka inwalidzkiego, użytkowania innych urządzeń w sposób optymalny z punktu widzenia obciążeń posturalnych).
3. Przestrzeń ruchowa człowieka na przejściach (traktach komunikacyjnych) – podstawą określenia jego wymiarów są wyniki badań i analizy zachowania się człowieka na wszelkiego rodzaju przejściach w pomieszczeniach oraz na stanowiskach prezentacyjnych, edukacyjnych.
4. Zachowanie się człowieka w ruchu na terenie pomieszczeń – metody określające tego rodzaju ruchy oparte są na badaniach sposobu użytkowania poszczególnych pomieszczeń oraz na analizach czasu i toru ruchu.
5. Przestrzeń dla pracy wzrokowej –środek obserwacyjny zależny jest od płci, wieku, sprawności, charakteru niesprawności.

3.4. Komputerowe wspomaganie projektowania ergonomicznego

Projektowanie ergonomiczne, podobnie jak każdy proces twórczy wiąże się z przetwarzaniem bardzo dużej liczby informacji i danych. Komputery stanowią wraz z odpowiednim oprogramowaniem właściwe wsparcie działań projektanta. Nie zastąpią zapewne nigdy człowieka w jego twórczej i decyzyjnej roli, są jednak w stanie ułatwić pracę, umożliwić dostęp do olbrzymich baz danych własnych i udostępnianych w zasobach internetowych, publicznych. Podstawowe zadania, jakie można przekazać systemom CAD – Computer Aided Design - odciążając projektanta to:

- Baza biblioteczna danych i informacji z zakresu projektu i zagadnień z tym powiązanych,
- Gromadzenie i ułatwianie dostępu do już zrealizowanego zadania i jego elementów składowych,
- Przetwarzanie do dowolnie wybranej postaci dostępnych danych (postać tekstowa, graficzna, tabelaryczna, dźwiękowa, filmowa, itp.) i proponowanie projektantowi danych na żądanie. Dialogowy tryb pracy komputer-projektant,
- Przetwarzanie danych przez wybrane oprogramowanie (obliczenia wytrzymałościowe, siłowe, geometryczne) i przekazywanie rezultatów do innego oprogramowania jako dane wejściowe,
- Prowadzenie zadania projektowego według przyjętego harmonogramu działań cząstkowych, zapewnienie właściwego rezultatu działań projektowych przez zapewnienie całościowego projektu,
- Informowanie użytkownika o popełnionych błędach i wspomaganie działań naprawczych,

Przez wspomaganie komputerowe należy rozumieć zarówno wsparcie, jakie dostaje projektant ze strony oprogramowania powszechnie stosowanego (np. Microsoft Excel) jak i specjalistycznego oprogramowania typu CAD (Computer Aided Design). Ułatwienie pracy projektantowi dotyczy wszystkich wymienionych wyżej zadań, które przedstawione w postaci algorytmu są zrozumiałe i wykonalne dla komputera.

W praktyce inżynierskiej dużą pomoc w wartościowaniu warunków przestrzennych stanowisk roboczych dają programy bazujące na oprogramowaniu AutoCAD, takie jak: FANTOM 3, ErgoShape, ANTHROPOS, APOLIN, ADAPS, ManneQuin, CADMAN, które pozwalają na tworzenie trójwymiarowej projekcji stanowiska pracy z uwzględnieniem sylwetki pracownika.

Do oceny poziomu organizacji stanowisk pracy przydatny może być program ESOSTAR.czy OEE Toolkit (Overall Equipmmt Effectiveness) pozwalające na ocenę strat w produkcji wynikających z nieprzystosowania warunków, przestrzeni, narzędzi pracy do konkretnych pracowników. Dostępne na rynku oprogramowania są programy służące wspomaganianiu zarządzania czasem pracy, przestrzenią pracy, itp. Należą tu produkty CUergo (RULA, REBA), ErgoSense, TopNodeler, WinOWAS i wiele innych.

Oprócz korzystania z komputera wspomagającego działania projektowe specjalistyczne programy są wykorzystywane do zbierania, obróbki, dokumentowania danych uzyskiwanych w pomiarach różnorodnym sprzętem. Do tego typu oprogramowania należy UniTOR, ERGOCIOPI, AUDIO, specjalne programy, w które wyposażone są podstawowe sprzęty do pomiaru warunków środowiska pracy- termohigrometr, sonometr, luksomierz, itp.

Zostały również opracowane programy komputerowe pozwalające kreować warunki pracy ukierunkowane na potrzeby specyficznych odbiorców. Takim programem jest GEOMAN. Podstawowym zadaniem programu jest pomoc w ergonomicznym dostosowywaniu stanowisk pracy zgodnie z potrzebami osób niepełnosprawnych. Opracowana metoda i program komputerowy pozwalają tak kształtować warunki pracy na stanowisku roboczym, by uwzględniając możliwości i potrzeby psychofizyczne osób niepełnosprawnych podnosić jakość pracy i życia oraz wyrównywać szanse tych osób na normalne funkcjonowanie w społeczeństwie.

4

Ergonomiczne aspekty organizacji pracy

W tym rozdziale

- Ergonomia w optymalizacji pracy zmianowej
- Obciążenie organizacyjne w pracy zawodowej
- Przerwy w pracy
- Rytm w życiu pracownika

4.1. Ergonomia w optymalizacji pracy zmianowej

Tradycyjne dziedziny aktywności człowieka, w których konieczna była praca ciągła (zasilanie w energię elektryczną i ciepło, bezpieczeństwo i zdrowie obywateli, procesy technologiczne wymagające ciągłości w produkcji itp.) zostały poszerzone o wiele innych prac zawodowych, które współcześnie zostały również włączone do całodobowej aktywności. Zmianowość stała się nieodzowna w dziedzinach takich jak: transport i komunikacja, systemy masowego przekazu, systemy łączności, przepływu informacji i bezpieczeństwa, a także tych, w których jest uzasadniona ekonomicznie, np.: całodobowy handel, gastronomia, kultura i rozrywka.

Praca zmianowa jest dla człowieka niekorzystna i sprzeczna z jego wewnętrznym zegarem biologicznym (zegarami biologicznymi w życiu człowieka zajmuje się chronobiologia). Zegar biologiczny to mechanizm pozwalający na przystosowanie procesów życiowych w naszym organizmie do cyklicznych zmian zachodzących w warunkach środowiska, w przyrodzie. Istnieje kilka rodzajów rytmów biologicznych (rytm okołodobowy, okołomiesięczny, sezonowy oraz wieloletni).

Najbardziej charakterystyczne są rytm okołodobowy zwany cirkadianym. Jest to rytm wrodzony, który wytworzył wiele utrwalonych mechanizmów w funkcjonowaniu organizmu. Rytm ten zgodny jest czasem jaki zajmuje Ziemi wykonanie obrotu wokół własnej osi, a więc około 24 godzin. Jego synchronizatorem jest cykl „dzień - noc” (jasność - ciemność) oraz wynikająca z tego faza aktywności i spoczynku (czuwanie - sen). W fazie aktywności - czuwania przeważają czynności układu sympatycznego, a w fazie spoczynku-snu układu parasympatycznego. Działanie tych dwóch układów ma duży wpływ na aktywność ludzkiego organizmu. Dzieje się to niezależnie od naszej woli.

UWAGA!!

Podstawowe momenty w rytmie cirkadianym człowieka:

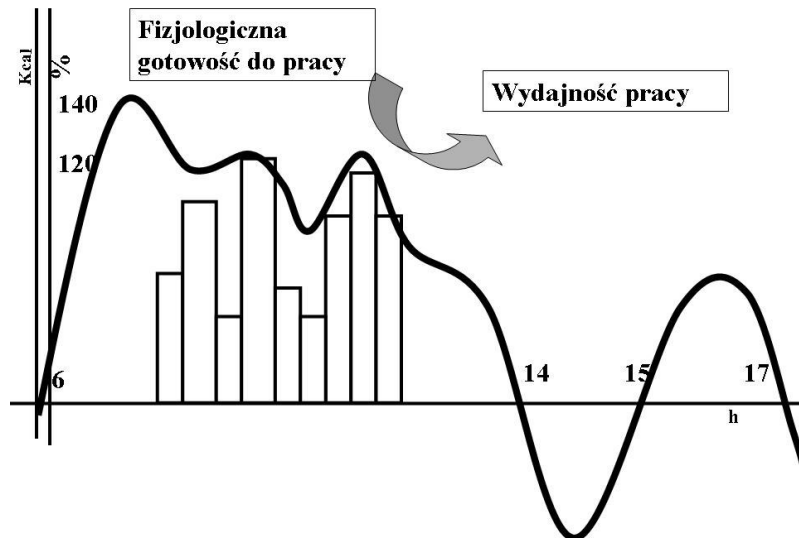
4.00 – 6.00 najniższa temperatura ciała,

5.30 wzrasta ciśnienie krwi i akcja serca,

6.00 – 8.00 najwyższy poziom hormonu stresu - kortyzolu,

- 7.30 – zahamowanie wydzielania melatoniny pod wpływem światła,
- 8.00 – 12.00 szczyt aktywności intelektualnej,
- 11.00 – 13.00 szczyt aktywności fizycznej,
- 14.00 – wzrost temperatury ciała, niż intelektualny,
- 15.00 – 17.00 drugi szczyt aktywności intelektualnej,
- 18.00 – 20.00 spadek aktywności układu trawiennego,
- 20.00 – 22.00 senność, wzrost poziomu melatoniny,
- 1.00 – 3.00 maksymalny poziom melatoniny, głęboki sen.

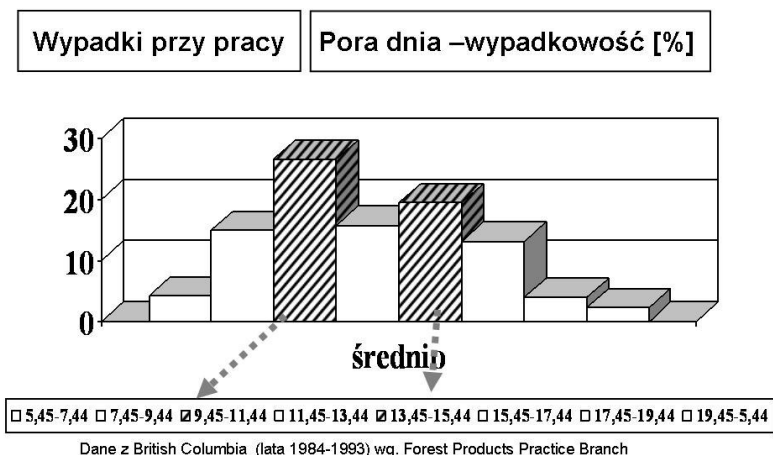
Wykres gotowości organizmu do pracy



Rysunek 4.1. Przebieg fizjologicznej gotowości organizmu do pracy w wybranej części doby

Szczególne warunki pracy zmianowej wynikają z istnienia rytmów w życiu człowieka. Zegar biologiczny każdego człowieka może ulec rozregulowaniu pod wpływem czynnika jakim jest. praca zmianowa, a głównie praca w nocy. i w godzinach wczesno rannych. W tym czasie bowiem organizm znajduje się w fazie fizjologicznego snu. Okres adaptacji organizmu ludzkiego do wykonywania pracy w rytmie odwróconym, czyli wykonywanie pracy w godzinach nocnych, a odpoczynek w ciągu dnia, trwa około 4 tygodni. Powrót do rytmu pracy zgodnego z przebiegiem fizjologicznej gotowości do pracy trwa zaledwie 2 do 3 dni. Krzywa gotowości organizmu do pracy opracowana przez Graafa znajduje wykorzystanie w organizacji pracy. Na rysun-

ku 4.1 przedstawiony został obraz zmienności gotowości do pracy wynikający z rytmiki cirkadialnej w ciągu części doby.



Rysunek 4.2. Częstotliwość wypadków przy pracy w rytmice okołodobowej (w %)

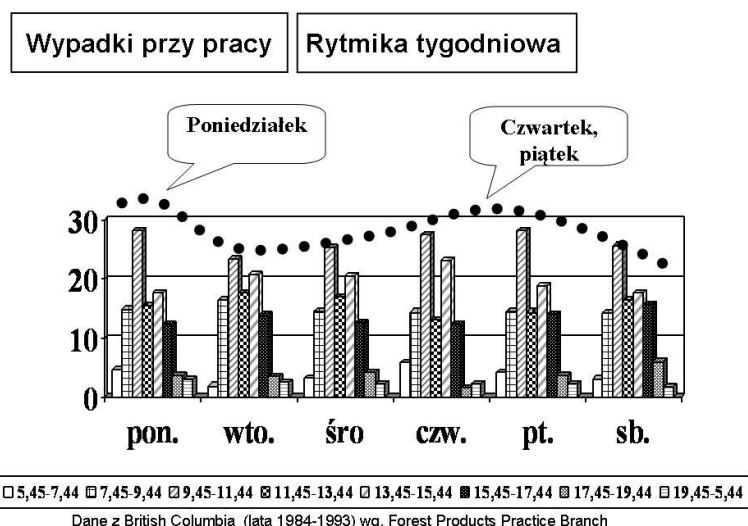
Najmniej korzystna dyspozycja do pracy występuje w godzinach nocnych, dlatego też praca nocą winna być ograniczona do rozmiarów bezwzględnie koniecznych. W nocy bowiem wykonywanie pracy jest sprzeczne z naturalnym rytmem biologicznym organizmu. Wpływa to negatywnie na jego wydolność, ciągłość pracy i efektywność jej wykonywania (błędy i wypadki w pracy). Zdolność do wykonywania pracy w fazie nocy spada w niektórych przypadkach nawet do 20% wyjściowych możliwości. Zgodnie z rytmem cirkadialnym, zasadniczą zmianą, jaka powinna być w przypadku pracowników wykorzystywana to zmiana przedpołudniowa. Rytmika cirkadialna znajduje odzworowanie w rytmice wypadkowości. Sytuację na przykładzie przedsiębiorstw branży leśnej w British Columbia przedstawia rysunek 4.2.

Zegar biologiczny ma indywidualny charakter co może również być spożytkowane przez organizatora pracy. Przyjęło się dzielić ludzi na tzw. Sowy (typ wieczorny) i skowronki (typ poranny). Dobór do zawodu, do organizacji dnia na zmiany powinien wykorzystywać te charakterystyki wewnętrzne uświadamiane przez pracownika bądź nie. W sytuacjach pracy niezgodnej z wewnętrznym rytmem nieuchronnie pojawiają się problemy ze snem, uczucie przewlekłego zmęczenia i inne konsekwencje fizyczne i psychiczne mające proste przełożenie na bezpieczeństwo w pracy, wydajność. Podobne znaczenie dla bezpieczeństwa pracy ma sen i jego właściwe dopasowanie do osobniczych charakterystyk czło-

wieka. Zapotrzebowanie na sen ma charakter indywidualny i wynosi od 5 do 10 godzin w dobie.

Tak samo ważny jak dobowy jest tygodniowy rytm sprawności psychofizycznej w ciągu całego tygodnia pracy. Ustalono, że produkcja pochodząca z pierwszych godzin początku tygodnia charakteryzuje się największą liczbą braków. Pojęcie „szewskiego poniedziałku” jest znane nie tylko w przypadku uwarunkowań polskich. Również czwartek i piątek to dni tygodnia istotne z punktu widzenia zwiększonego zagrożenia wypadkami przy pracy.

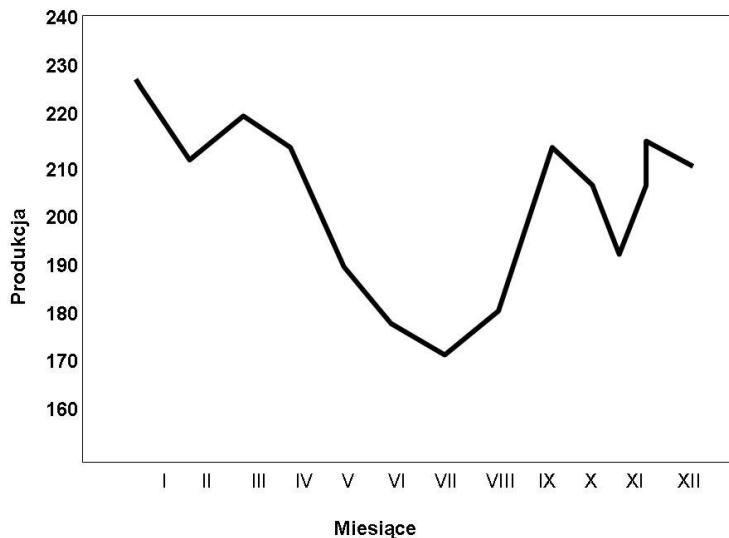
Rysunek 4. 3 wskazuje rytmikę tygodniową wypadków. Jednocześnie są widoczne bardzo wyraźne rytmy wypadkowości zgodne z rytmiką cirkadiálną. Wykorzystano podobnie jak wcześniej przykład z branży leśnej.



Rysunek 4.3. Częstotliwość wypadków przy pracy w rytmice tygodniowej

Przyczyną rytmiki tygodniowej jest fizyczne i psychiczne wyczerpanie się organizmu człowieka pracą w czasie kolejnych dni tygodnia.

Rytmika roczna znajduje również wykorzystanie w organizacji pracy. Według poniższego rysunku 4.4 najlepiej człowiek pracuje w styczniu i marcu a także we wrześniu i listopadzie. Najgorzej zaś w miesiącach letnich, co jest powszechnie wykorzystywane przy planowaniu urlopów pracowniczych.



Rysunek 4.4. Wahania wydajności pracy w ciągu roku kalendarzowego (na podstawie Lehmann 1966)

4.2. Obciążenie organizacyjne w pracy zawodowej

Podstawowymi czynnikami organizacji pracy mającymi wpływ na przebieg i efektywność pracy są następujące elementy:

- Zmianowość pracy,
- Czas pracy,
- System pracy,
- Przerwy w pracy,
- Tempo pracy,
- Układ pracy i czynności,
- Zależność pracownik –pracownik,

- Zależność pracownik – pracodawca,
- Styl kierowania przedsiębiorstwem,
- Styl procesu zarządzania,
- System oceny pracy: płaca, nagrody, premie,
- Normowanie pracy.

UWAGA!

Przerwy w pracy stanowią dobre narzędzie dla organizatora pracy zmierzającego do właściwego planowania pracy z punktu widzenia różnorodnych elementów stwarzających w pracy zagrożenia. W sytuacji, gdy inne narzędzia zostały już wykorzystane to właśnie przerwy w pracy ułatwią ograniczenie zmęczenia, zagrożeń na stanowiskach pracy.

4.3. Przerwy w pracy

Czynnikiem, którym dysponuje sprawny menedżer w kreowaniu efektywnych, bezpiecznych warunków i przebiegu pracy, są przerwy. Stanowią one narzędzie pozwalające na ograniczenie negatywnego wpływu takich składników pracy jak: wysiłek dynamiczny, wysiłek statyczny, mikroklimat, itp. Poniżej czytelnik znajdzie omówienie podstawowych składników pracy, na które właściwie zaplanowane i rozplanowane przerwy mogą wpływać moderująco.

Praca statyczna

Konieczność Dla wyrównania potrzeb tlenowych i pokarmowych mięśni, usunięcia z nich produktów przemiany materii (zwłaszcza mleczanów).

Praca statyczna wiąże się w większości przypadków z wymuszoną pozycją ciała. Często konsekwencją są dolegliwości kręgosłupa, które występują zarówno podczas prac wykonywanych w pozycji siedzącej, jak i stojącej. Prawidłowa pozycja ciała jest bardzo ważna zarówno ze względu na psychikę człowieka, jak również na jego zdrowie. Pracownicy wykonujący czynności zawodowe często przyjmują niewłaściwą (często wymuszoną) pozycję ciała i w związku z tym narażeni są na zbyt duże obciążenie zewnętrzne. Długotrwałe wykony-

wanie czynności powtarzalnych stanowi główną przyczynę dolegliwości kręgosłupa. W wielu przypadkach dolegliwości i schorzenia układu mięśniowo-szkieletowego prowadzą jedynie do krótkotrwałej niezdolności do pracy. Jeśli się jednak pojawiają, nie należy ich lekceważyć, gdyż są one bardzo uciążliwe i po latach mogą prowadzić do poważnych chorób. Problem ten ma ponadto wymierny aspekt ekonomiczny związany z kosztami nieobecności w pracy i kosztami leczenia. Zapobieganie powstawaniu dolegliwości układu mięśniowo-szkieletowego polega przede wszystkim na:

- utrzymaniu prawidłowej pozycji ciała (siedzącej bądź stojącej), czyli takiemu rozplanowaniu stanowiska pracy, aby nie wymuszało ono pozycji ciała szczególnie obciążających organizm; jest to ściśle związane z prawidłowym zaprojektowaniem stanowiska i świadomością znaczenia prawidłowej pozycji ciała dla zdrowia pracownika;
- odpowiednim rozplanowaniu czynności, wykonywaniu czynności różnorodnych, unikaniu pracy statycznej i powtarzalnej;
- wykonywaniu czynności odpowiednich do możliwości, np. unikanie dźwigania zbyt ciężkich przedmiotów.

Czynności wymagające wywierania siły powinny być wykonywane w sposób optymalny. Należy uwzględnić:

- pozycję ciała przy pracy (szczególnie należy zwrócić uwagę na kręgosłup),
- rodzaj obciążenia (pchanie, ciągnięcie, dźwiganie),
- wartości siły (czyli np. masę podnoszonych przedmiotów),
- częstość powtórzeń wywierania siły,
- czas wykonywania pracy.

Siła fizyczna musi być wywierana przez te grupy mięśniowe, które są w stanie pokonać wartość siły zewnętrznej, co wiąże się również z odpowiednią pozycją podczas wykonywania danej czynności.

Dla analizy i oceny czynności związanych z ręcznym transportem i przemieszczaniem ciężarów bardzo użyteczne jest ergonomiczne narzędzie analityczne- równanie NIOSH. Jego omówienie wraz z przykładami

zastosowania uważny czytelnik znajdzie w podręczniku tej samej autorki pod tytułem: „Psychofizjologia człowieka w środowisku pracy”.

Ciężka praca fizyczna (dynamiczna)

Konieczność Dla powrotu wyjściowych parametrów układu oddechowego i krążenia, dla odzyskania energii do pracy i zapobieżenia spadkowi stężenia glukozy we krwi (uniemożliwiającego dalszą pracę), dla wyrównania długu tlenowego, usunięcia nadmiaru mleczanów z komórek mięśniowych.

Praca w pozycji stojącej

Konieczność Dla pobudzenia krążenia krwi w nogach i stopach oraz obniżenia ciśnienia krwi w żyłach (ruch mięśni działa jak dodatkowa pompa krążeniowa). Utrzymywanie właściwej pozycji stojącej podczas pracy wymaga odpowiednio dobranej wysokości pola pracy, optymalnego obszaru pracy i układu jej elementów.

Zapobieganie dolegliwościom kręgosłupa przy pracach wykonywanych w pozycji stojącej wymaga utrzymywania prawidłowej pozycji stojącej. Zmniejsza ryzyko powstania dolegliwości i chorób układu mięśniowo-szkieletowego, szczególnie pleców i szyi. Pozycja stojąca wymagana jest podczas wykonywania czynności w obrębie rozległego pola pracy. Pracownik może się wówczas przemieszczać oraz wywierać siły często o znacznej wartości. Utrzymywanie właściwej pozycji stojącej podczas pracy wymaga odpowiednio dobranej wysokości pola pracy, optymalnego obszaru pracy i układu jej elementów

Wysokość pola pracy przy pracy w pozycji stojącej ustala się w odniesieniu do wysokości łokciowej (przy ramionach swobodnie opuszczonych wzdłuż tułowia). Najmniejsze obciążenie jest wtedy, gdy wysokość pola pracy mieści się w granicach pomiędzy 75 mm poniżej poziomu łokciowego na 100 mm - powyżej. Dla pracy precyzyjnej wykonywanej w pozycji stojącej wysokość pola pracy powinna znajdować się wyżej niż dla pracy ciężkiej.

Praca w niekorzystnym mikroklimacie

Konieczność Dla ochłodzenia ciała, uzupełnienia straty wody z organizmu (sole mineralne, mikroelementy, witaminy). Dla ogrzania ciała przy pracy w mikroklimacie zimnym.

Praca związana z ekspozycją na wibracje

Konieczność Dla utrzymania limitu narażenia na wibracje. Dla regeneracji po kontakcie z wibracjami.

Praca związana z ekspozycją na hałas

Konieczność Dla wypoczynku w ciszy i regeneracji słuchu, utrzymania limitu ekspozycji zawodowej.

Praca monotypowa, monotonna

Konieczność Dla przełamania tego typu ciągłej pracy, urozmaicenie jej (wypoczynek aktywny).

Praca w izolacji, odosobnieniu

Konieczność Dla przełamania, przerwania samotności, umożliwienie kontaktu z innymi pracownikami (choćby drogą radiową) – uwzględnienie potrzeb natury socjologicznej, społecznej.

Praca niebezpieczna

Konieczność Dla zapobieżenia wypadkom wynikającym ze zmęczenia zarówno fizycznego jak i psychicznego. Wyrwanie z kręgu ciągłego zagrożenia. Człowiek dość szybko przyzwyczaja się do sytuacji zagrożeniowej i jego poziom uwagi nakierowanej na sytuacje niebezpieczne spada znacząco.

Prace wymagające szczególnej sprawności psychofizycznej

Konieczność Dla utrzymania sprawności psychofizycznej na odpowiednio wysokim poziomie podczas pracy. Dla utrzymania wysokiego poziomu czujności, uwagi zwłaszcza przy czynnościach niebezpiecznych, zagrożeniowych.

Przerwy w pracy

Przyjmuje się ogólne zalecenia odnośnie przerw wiążące ich charakter długość z wielkością obciążenia energetycznego. Dla pracy związanej z zaangażowaniem do 50% VO₂max przerwy stanowiąc powinny co najmniej 20% czasu pracy efektywnej. Praca związana z zaangażowaniem do 75% VO₂max wymusza konieczność uwzględnienia przerw w ilości co najmniej 60% czasu pracy efektywnej.

Przerwy nie powinny być długie. Zamiast jednej przerwy 30 minutowej lepiej jest, z punktu widzenia efektywności jej wykorzystania, zrobić dwie 15 minutowe (nawet w przypadku przerw na proste posiłki). Częstsze przerwy powinny być organizowane dla pracowników starszych, zwłaszcza wykonujących ciężką pracę. Ich możliwości regeneracji są zmniejszone, stąd wymagany dłuższy czas na restytucję sił.

Określenie wymaganej ilości czasu przerw może wykorzystywać wiele metod. Należą do nich metoda zaproponowana przez Lehmana oraz metoda zalecana przez Międzynarodowe Biuro Pracy (MBP).

Metoda Lehmannowska

Metoda zaproponowana przez Lehmana zakłada, że organizator pracy powinien włączać się ze swoimi działaniami po przekroczeniu pewnego progu kosztu energetycznego pracy. Na poniższym rysunku 4.5. przedstawiono zależności dla obu płci przy założeniu granicznych wartości efektywnego wydatku energii na poziomie odpowiednio dla kobiet powyżej 3,3 kcal/min i 4,2 kcal/min w przypadku mężczyzn.

Określenie czasu przerw wypoczynkowych wg. Lehmana TWL

$$TWL = \left(\left(\frac{WE_E}{4,2} \right) - 1 \right) \times 100 [\%] \quad \text{♂}$$

$$TWL = \left(\left(\frac{WE_E}{3,3} \right) - 1 \right) \times 100 [\%] \quad \text{♀}$$

Rysunek 4.4. Obliczenie przerw wypoczynkowych według zaleceń Lehmana

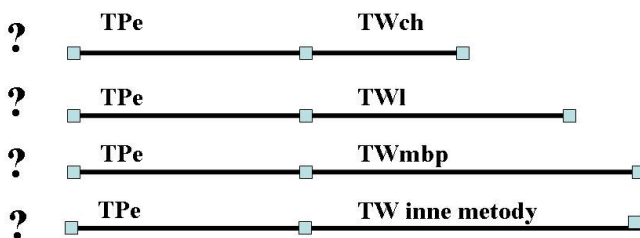
Metoda MBP

Określenie przerw według zaleceń MBP opiera się na założeniu, że pracownikowi, który podlega zatrudnieniu przy konkretnej pracy należą się odpowiednie dodatki na odpoczynek. Pierwsza ich kategoria to dodatki stałe. Konieczne są one ze względu na potrzeby osobiste i jako podstawowy dodatek na zmniejszenie zmęczenia. Druga kategoria przerw to dodatki zmienne naliczane w stosunku do zmierzonego chro-

nometrażowego elementu analizowanych operacji roboczych. Jedynie dodatek za złe warunki klimatyczne odnosi się do całego czasu efektywnego, w przypadku typowej pracy gdy cały czas pracy wiąże się z konkretnymi, niezmiennymi warunkami jej przebiegu. Dodatki zmienne uwzględniają między innymi takie czynniki pracy jak: pozycja stojąca, pozycja niewygodna (obciążenie statyczne), użycie sił mięśniowych związane z transportowaniem, przemieszczaniem ciężarów, warunkami mikroklimatu, obciążenie psychiczne i jego elementy składowe, itp.

Organizator pracy stoi przed koniecznością wyboru, odpowiedniego dla danej pracy, czasu przerw wypoczynkowych. Musi uwzględnić wagę i rolę wysiłku fizycznego, psychicznego, obciążenia czynnikami środowiskowymi i wynikającymi z organizacji pracy. Powinien wyliczyć mikroprzerwy i uwzględnić je w łącznym czasie wypoczynku podczas pracy. Racjonalne rozplanowanie przerw wypoczynkowych w dniu pracy przy uwzględnieniu krzywej gotowości organizmu do wysiłku to kolejne zadanie dla organizatora pracy. Określenie częstotliwości i czasu trwania przerw wiąże się z uwzględnieniem następującego podziału przerw ze względu na ich czas trwania. Przerwy najkrótsze do 0,5 minuty, przerwy krótkie do 5 minut przerwy właściwe trwające powyżej 5 minut. Kolejny krok to racjonalne, zgodne z potrzebami zagospodarowanie przerw wypoczynkowych, określenie rodzaj wypoczynku (czynny, bierny), pozycji wypoczynkowej, uwzględnienie konieczności rozluźnienia partii mięśni. Niezbędna jest również właściwa organizacja miejsca wypoczynku i jako ostatni krok ocena wpływu wprowadzonych zmian na obciążenie człowieka. Porównanie realizowanego czasu i układu przerw (na podstawie chronometrażu pracy TWch) z wyliczonymi różnymi metodami (TWI, TWmbp, inne), pozwala na dokonanie racjonalnego wyboru umotywowanego realiami produkcyjnymi (Rysunek 4.5). Należy pamiętać, że punktem wyjścia jest realizowany czas pracy poświęcony efektywnie na zadania robocze (TPe).

Dobór czasu przerw spośród TWch, TWI, TWmbp



Rysunek 4.5. Dobór czasu przerw w pracy

5

Społeczne i ekonomiczne aspekty ergonomii

W tym rozdziale

- Uwarunkowania społeczne i ekonomiczne
- Pozytki wymierne płynące z wdrożeń ergonomicznych
- Pozytki niewymierne płynące z wdrożeń ergonomicznych
- Ergonomia osób niepełnosprawnych

5.1. Uwarunkowania społeczne i ekonomiczne

Wychodząc z definicji ergonomii, niezależnie od tego czy przyjętej w naszym kraju, czy sformułowanej przez IEA, dochodzimy do podstawowego wniosku, że cele ergonomii w zakresie pracy zawodowej wiążą się przede wszystkim z usprawnianiem pracy zmierzającym do zwiększenia efektywności pracy. Celem bowiem każdej organizacji jest osiągnięcie zysku.

Planowanie działań zmierzających do usprawnienia warunków pracy uwzględnia ocenę ekonomiczną potencjalnych wielokierunkowych zysków. Z reguły wdrażanie ergonomicznych rozwiązań rozumiane jest przez pryzmat możliwych oszczędności finansowych i jest to uzasadnienie jak najbardziej racjonalne we współczesnej rzeczywistości. Rozwiązanie ergonomiczne zwiększa akceptację warunków pracy przez jej wykonawcę, to zaś w prosty sposób daje zwrot w postaci efektywności działania pracowników. Z drugiej strony często jest tak, że to prawo wymusza pewne działania, zaś ich niezrealizowanie może być dla przedsiębiorcy kosztowne z racji funkcjonowania nadzoru nad pracą i możliwych kar z tytułu braku zgodności stanowiska pracy z wymaganiami prawnymi.

Ignorowanie wymagań ergonomicznych jest kosztowne. Według Tytyka (2002) zbyt niski poziom ergonomicznej jakości obiektów technicznych jest źródłem wielu dodatkowych kosztów i strat o charakterze czysto ekonomicznym, jak i społecznym. Można je podzielić na trzy kategorie:

1. Straty ekonomiczne, których wielkość jest możliwa do oszacowania - niska wydajność i produkcja wadliwych produktów spowodowane ponadnormatywnym zmęczeniem, nadmiernym hałasem na stanowisku pracy, niewłaściwymi warunkami innych czynników MŚP, skutki finansowe wypadkowości, absencji pracy,
2. Straty ekonomiczne, których wielkość nie jest w sposób bezpośredni możliwa do oszacowania- utrata zdrowia i jej długofalowe konsekwencje, ucieczka w chorobę jako reakcja na trudne wa-

runki pracy, duża rotacja pracowników, straty materiałowe, konieczność dodatkowych napraw maszyn i urządzeń, które sprawiając pracownikom dyskomfort nie są właściwie stosowane, kontrolowane,

3. Straty społeczne i moralne, nie poddające się ekonomicznej wycenie- cierpienie fizyczne i psychiczne pracownika, utrata zdrowia i sprawności fizycznej, brak poczucia podmiotowości, zniechęcenie, apatia, markowanie pracy, niski etos pracy.

Zróżnicowanie efektu ekonomicznego uzyskujemy w zależności nie tylko od sposobu usprawniania pracy ale i od fazy istnienia produktu, w którym te działania są podejmowane. Wyróżniamy następujące fazy istnienia obiektów i systemów technicznych:

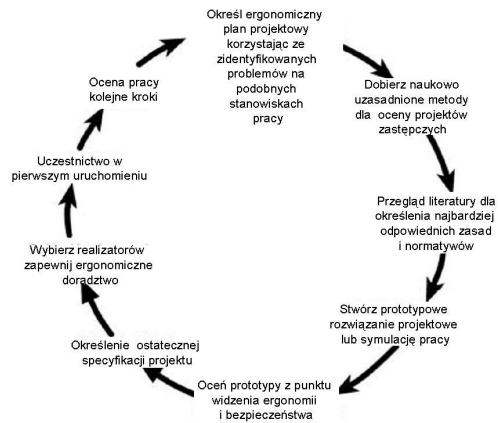
- Faza konceptualna- planowanie rozwiązań projektowych i technicznych, uwzględniające możliwe interakcje przyszłego użytkownika i nowego systemu technicznego. Kosztem jest większy ładunek wiedzy, konieczność uzyskania dodatkowej wiedzy , współpraca specjalistów różnych działów wiedzy, dłuższy czas projektowania. Przewidywany zysk wiąże się z mniejszymi kosztami eksploatacji, kosztami pracy, zwiększonym ekologicznym bezpieczeństwem.
- Faza projektowa - wdrażanie myśli ergonomicznej i nowych propozycji do tworzonego, bądź istniejącego projektu i dokumentacji projektowej. Wszelkie proponowane zmiany na tym etapie nie tworzą zbyt dużych dodatkowych kosztów zwłaszcza przy wykorzystaniu oprogramowania do celów projektowych. Wykluczanie potencjalnych błędów ergonomicznych na tym etapie ogranicza niepotrzebne koszty w etapach kolejnych, a zwłaszcza na etapie eksploatacji produktu.
- Faza wykonania i badania prototypu – etap wprowadzania zmian w obiekcie technicznym na etapie badania prototypowego modelu. Koszt zmian w obiekcie prototypowym często wykonanym z tańszych materiałów (zastępcze, z odzysku) jest minimalizowany. Zakres możliwej ingerencji w obiekt jest na tym etapie bardzo duży. Im więcej potencjalnych niedoskonałości zostanie usuniętych na tym etapie, tym mniejsze koszty kolejnych etapów życia produktu.

- Faza wykonania wersji seryjnej – jest to podstawowy dla dalszego funkcjonowania obiektu technicznego moment uzyskiwania ergonomicznej jakości. Odejście od poziomu zaprojektowanego może decydować o braku ergonomicznej jakości na następnych etapach życia produktu aż do ostatecznej jego likwidacji.
- Faza eksploatacji obiektu technicznego- etap istnienia produktu, wyrobu, obiektu technicznego. Zależnie od tego czy produkt jest użytkowany czy znajduje się w fazie obsługi, jego walory ergonomiczne mają największą szansę ujawnienia i przełożenia na jakość pracy, bezpieczeństwo użytkownika. Odbieganie od stanu uznanego za właściwy z punktu widzenia ergonomicznej jakości stwarza konieczność zapoczątkowania działań w obszarze ergonomii korekcyjnej.
- Faza likwidacji obiektu technicznego- wyłączenie obiektu z eksploatacji wiążące się z ewentualnym demontażem, sortowaniem, gromadzeniem, regeneracją wybranych elementów, likwidację wybranych elementów. Znaczenia na tym etapie nabierają uwarunkowania ekologiczne z racji potencjalnych zagrożeń płynących z wykonania tych procesów – dla samych wykonawców jak i dla środowiska naturalnego.

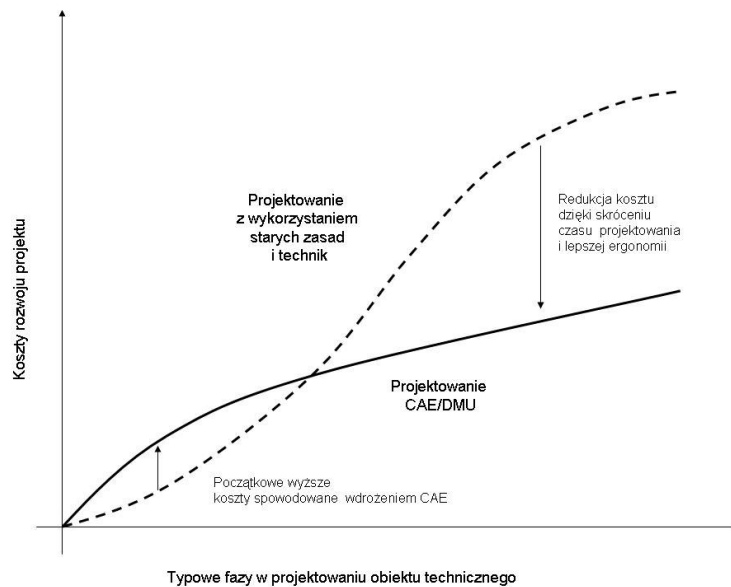
Ustawiczny proces usprawniania warunków przebiegu pracy powinien uwzględniać elementy ergonomii. Dobrze uwidocznione jest to na rysunku 5.1.

O ekonomicznym uzasadnieniu możemy również mówić w odniesieniu do samej fazy projektowania. Model koncepcyjny porównujący w ujęciu kosztowym tradycyjny system projektowania ergonomicznego w organizacji pracy z nowoczesnym projektowaniem z pomocą zdigitalizowanych „mock-up” ujawnia możliwe do osiągnięcia oszczędności. Rysunek 5.2. przedstawia porównanie dwu metod projektowych, pierwszej – metody tradycyjnej, drugiej techniki CAE – Computer Aided Ergonomic design wraz z DMU - Digital Mock-Up. W czasie ustawicznego i prężnego rozwoju technik informatycznych możliwości projektantów są olbrzymie. Słuchacze znajdą rozwinięcie tych tez w przedmiocie „Techniki komputerowe w bezpieczeństwie pracy”. Biomechaniczne modele aktywności człowieka są ustawicznie usprawniane i poprawiane. Możliwości technik informatycznych bazujące na zdigitalizowanych obrazach człowieka w statyce i w ruchu, wykorzystywane są w progra-

mowaniu przestrzeni aktywności, produktów, urządzeń, techniki pracy i wdrażanych technologii.



Rysunek 5.1. Proces ustawicznego usprawniania stanowiska pracy z uwzględnieniem ergonomii (modyfikacja autorki na podstawie Chaffin 2005)



Rysunek 5.2. Porównanie tradycyjnego systemu projektowania ergonomicznego w organizacji pracy (linia przerywana) z nowoczesnym projektowaniem z pomocą zdigitalizowanych „mock-up” (linia ciągła) (modyfikacja autorki na podstawie Chaffin 2001)

Z punktu widzenia ekonomii działania możemy mówić o korzyściach wymiernych, jakie niesie za sobą wdrożenie ergonomiczne i o korzyściach niewymiernych. Mowa jest o tym w kolejnych rozdziałach niniejszego opracowania.

5.2. Pożytki wymierne płynące z wdrożeń ergonomicznych

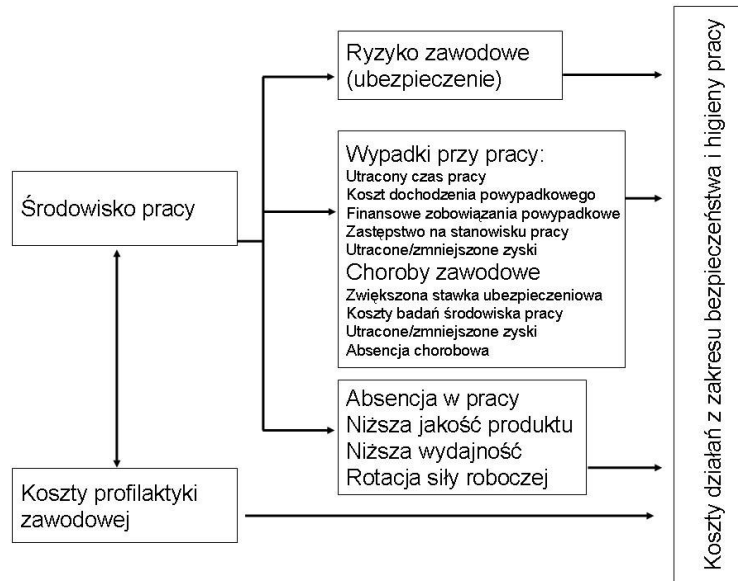
Wsparciem dla wdrożeń ergonomicznych jest realizacja oczekiwanych zysków. Efektywność ekonomiczna przedsiębiorstwa, organizacji rozumiana jest jako relacja określonego efektu (produkcja, wartość dodana, zysk, itp.) do zespołu czynników produkcji (dobór pracowników, zatrudnienie, surowce, energia, paliwa, koszty ubezpieczeń, koszty bhp, itp.).

Możemy mówić o podstawowych wymiernych korzyściach wdrażania rozwiązań ergonomicznych, jakimi są:

- Wzrost ilościowy produkcji,
- Wzrost jakościowy produkcji,
- Spadek częstości wypadków,
- Spadek ciężkości wypadków,
- Spadek liczby nibywypadków,
- Spadek absencji chorobowej nie powiązanej z wypadkami,
- Spadek liczby nowostwierdzanych chorób zawodowych,
- Spadek kosztów pracy (koszty wyposażenia w środki ochrony indywidualnej, zabezpieczenia posiłków i napojów, badań stanu zdrowia, itp.),
- Spadek kosztów monitoringu środowiska pracy, bądź jego badania i oceny,
- Spadek rotacji kadr i kosztów naboru, wyboru, zastępstwa pracowników,

- Zwiększenie dbałości o sprzęt, narzędzia oszczędności na remontach z powodu przedłużenia czasu używania sprzętu przy zachowaniu jego sprawności,
- Spadek kosztów napraw sprzętów roboczych,
- Redukcja personelu nadzoru bezpośredniego i kierownictwa niższego rzędu.

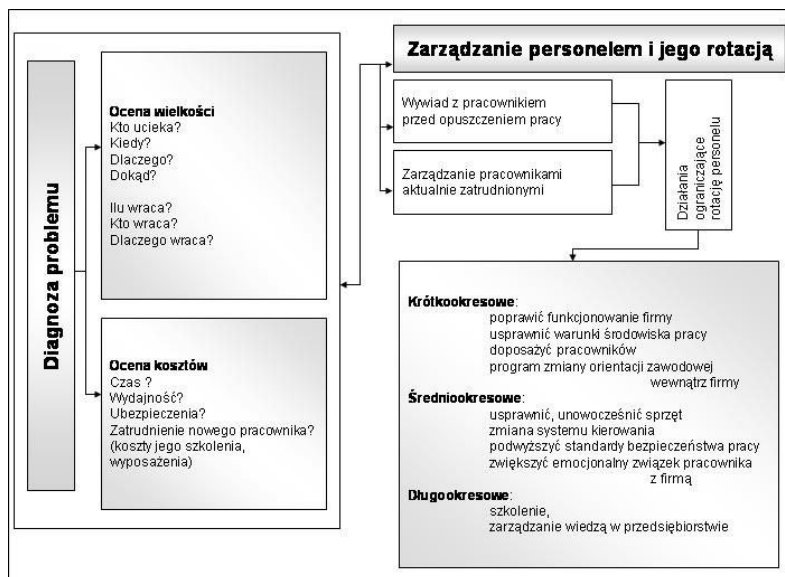
Na rysunku 5.3 przedstawiono schemat kosztów związanych z działaniami w zakresie bhp w przedsiębiorstwie, które podlegają ograniczeniu wraz z wdrażaniem rozwiązań ergonomicznych.



Rysunek 5.3. Koszty działań z zakresu bhp w przedsiębiorstwie

Jednym z bardzo istotnych współcześnie czynników, który decyduje o efektywnym przebiegu pracy jest dobrze wykształcona, zaangażowana, sprawnie działająca załoga pracownicza. Rotacja na stanowiskach pracy stanowi istotny element kosztów działalności przedsiębiorców w wielu branżach. Szczególnie tych, gdzie praca jest ciężka, niebezpieczna. Jeśli pracownik odejdzie, pracodawca staje przed koniecznością doboru kadry od początku. Jest to problem, na który wskazują dane z Polski i z różnych stron świata.

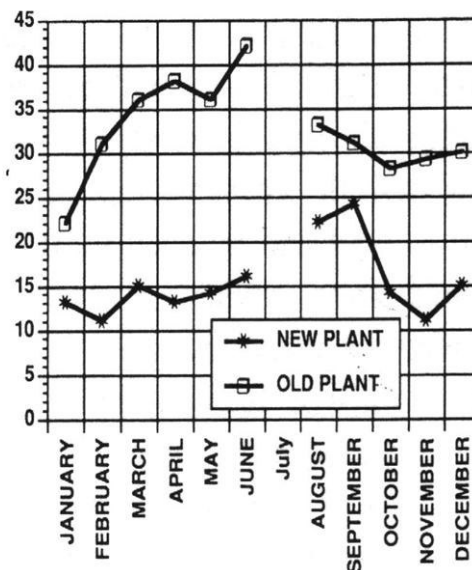
Rysunek 5.4 przedstawia schemat działań związanych z monitorowaniem rotacji pracowników.



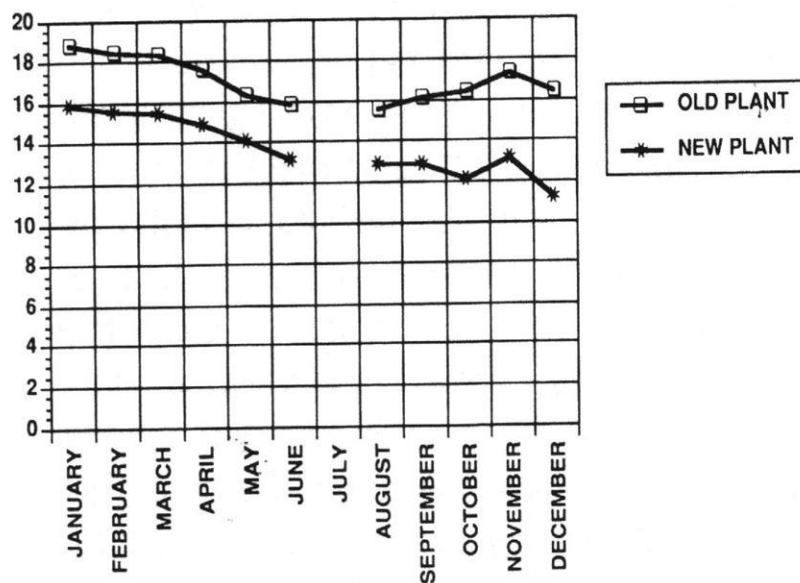
Rysunek 5.4. Schemat postępowania związanego z monitorowaniem zjawiska nadmiernej rotacji personelu zatrudnionego przy pozyskiwaniu drewna

Dla przedsiębiorcy zatrudniającego pracownika istotne jest by nowozatrudniony włączył się na trwałe w zasoby ludzkie przedsiębiorstwa. Tylko zrównoważony i trwały rozwój zasobów ludzkich gwarantuje bowiem sukces na rynku, zaś wysoka rotacja pracowników stanowi bardzo istotne obciążenie dla firm korzystających ze specjalistycznych sprzętów i nowoczesnych technologii.

Poniżej czytelnik znajdzie dwa konkretne przykłady pożytków, jakie odczuło przedsiębiorstwo montujące pilarki, które zainwestowało w nowy układ linii produkcyjnej i organizacji pracy na niej. Przykład opisany jest w pracy Parenmark, Malmkvist, Örtengren, (1993). Rysunek 5.5. przedstawia zysk jaki osiągnięto wraz ze zmniejszeniem się rotacji pracowników. Kolejny rysunek 5.6. przedstawia wielkość korzyści płynących ze zmniejszenia absencji chorobowej wśród pracowników („Old plant”- linia produkcyjna przed wdrożeniem zmian ergonomicznych, „New plant”- ta sama linia po wdrożeniu rozwiązań ergonomicznych).



Rysunek 5.5. Pożytki wymierne- spadek rotacji pracowników.
Na podstawie Parenmark, Malmkvist, Örtengren (1993)



Rysunek 5.6. Pożytki wymierne - spadek absencji chorobowej wśród pracowników.
Na podstawie Parenmark, Malmkvist, Örtengren (1993)

5.3. Pożytki niewymierne płynące z wdrożeń ergonomicznych

Zasadnicze korzyści dla wdrażającego rozwiązanie ergonomiczne wydają się płynąć z wcześniej przedstawionych czynników. Wydajność pracy, efektywność, skuteczność, produktywność, niezawodność dające się ująć w pieniężnych kategoriach, jak się okazuje to niejedyne pożytki idące w ślad za kształtowaniem warunków aktywności człowieka, pracy zawodowej zgodnie z oczekiwaniami przez niego artykułowanymi, jak również tymi niezwerbalizowanymi. Należy bowiem pamiętać, że produktywność:

- to nie jest wykonanie większej ilości pracy przy większej ilości ludzi,
- nie polega na kupnie większych i lepszych urządzeń w celu zwiększenia wydajności pracy,
- nie polega na wymaganiu cięższej pracy od podwładnych,
- nie polega na zwiększeniu ceny sprzedaży wyrobu w celu zwiększenia zysku.

Przyjąć można, że produktywność to stałe i całościowe rozwijanie pozytywnych cech każdego pracownika. Indywidualną wydajność pracy można rozumieć jako wypadkową działania trzech składników: zdolności człowieka (umiejętności, technika, wprawa), możliwości (przyjazne środowisko pracownicze, właściwe czyli ergonomiczne warunki pracy, właściwie dobrane narzędzia, środki techniczne i metody pracy) i motywacji (chęć, skłonność, do ponoszenia trudów pracy). Można zmienić jego nastawienie, mentalność w taki sposób, aby chciał i potrafił ulepszać swoją własną pracę, podnosić produktywność powierzonych mu zasobów, podnosić wartość dodaną wytwarzanych wyrobów i usług. Niebagatelne znaczenie więc, zwłaszcza z punktu widzenia zysku społecznego, socjologicznego mają efekty wdrażania rozwiązań ergonomicznych, które w prosty sposób nie dają się przeliczyć na złotówki.

Pracownik zawsze a w aktualnych czasach szczególnie, oczekuje pozamaterialnych korzyści ze swojej aktywności. Jak zostało wcześniej powiedziane, maszynowe traktowanie człowieka przez szkołę teylorowską naukowej organizacji pracy, widzenie jedynej zasadnej motywacji w postaci wynagrodzenia, nie spełniało oczekiwań już na początku XX wieku.

Douglas McGregor stwierdził istnienie dwu postaw menedżerów w stosunku do pracowników. Jedna z nich zakłada, że człowiek z zasady jest nieodpowiedzialny i leniwy. W związku z tym można przyjąć, że:

- Pracownik z zasady nie lubi pracować i będzie starał się uniknąć pracy,
- Dlatego trzeba pracownika do pracy trzeba przymuszać, kontrolować i straszyć,
- Pracownik nie chce odpowiedzialności i będzie starał się jej uniknąć oczekując formalnego kierowania, nadzoru - jeśli to możliwe,
- Większość pracowników stawia na pierwszym miejscu bezpieczeństwo spośród innych czynników pracy i nie będzie wykazywać ambicji.

Druga postawa przyjmuje za pewnik, że człowiek z zasady jest sumienny i odpowiedzialny i:

- Jako pracownik traktuje pracę jako coś równie naturalnego jak zabawę, wypoczynek,
- Zaangażowany i oddany pracy pracownik jest w stanie sam kierować swoimi krokami i podlegać samokontroli,
- Typowy pracownik łatwo przyjmuje, akceptuje a nawet oczekuje – odpowiedzialności,
- Wielu pracowników ma cechy innowacyjności i umiejętność podejmowania decyzji.

Istnieje wiele teorii motywacji człowieka. Jedna z nich ciesząca się do dzisiaj popularnością została zaproponowana przez Maslowa (teoria hierarchii potrzeb należąca do teorii uniwersalistycznych). Poniższy rysunek (rysunek 5.7) przedstawia teorię A.Maslowa w postaci piramidy.

Najbardziej pierwotne znaczenie mają potrzeby fizjologiczne - i one to właśnie zostały przez Abrahama Masłowa usytuowane w podstawie piramidy. Do potrzeb fizjologicznych zalicza się potrzeby: czystego powietrza, wody, właściwej temperatury ciała (ochrony przed wyziębieniem i przegrzaniem), snu, odpoczynku, pożywienia, ochrony przed nadmiernym hałasem i innymi zagrożeniami dla zdrowia i życia, potrzeby seksualne.

Z pierwotnego charakteru znaczenia potrzeb fizjologicznych wynika pośrednio szczególnie duże znaczenie zapewniania bezpiecznych i higienicznych warunków pracy, a także konieczność przestrzegania norm czasu pracy. Nie ma żadnego ekwiwalentu - pieniężnego, czy jakiegokolwiek innego - za utratę zdrowia czy skracanie życia.



Rysunek 5.7. Piramida potrzeb według Masłowa

Potrzeba bezpieczeństwa- Abraham Maslow miał tutaj między innymi na myśli potrzebę związaną zarówno z bezpieczeństwem pracy jak i pewnością zatrudnienia. Jeżeli potrzeba bezpieczeństwa nie jest zapewniona, jeżeli pracownicy odczuwają duże zagrożenia, efektywność ich pracy ulega obniżeniu. Ten fenomen tłumaczy się głównie faktem, iż duże zagrożenie utratą pracy jest silnym stresorem, obniżającym ogólną sprawność funkcjonowania, szczególnie do efektywnego wykonania

działań o dużej złożoności i ładunku intelektualnym. Dzisiaj menedżerom zaleca się obniżanie, nie zaś zwiększanie, poziomu lęku u podwładnych - za względów zarówno ekonomicznych, jak i zdrowotnych.

Po zaspokojeniu potrzeb niższego rzędu pojawiają się potrzeby społeczne - przynależności, użyteczności i uznania.

Potrzeba przynależności do grupy i społeczności wiąże się z faktem, że człowiek jest istotą społeczną. Nie nadaje się do długotrwałego życia w samotności - potrzebuje kontaktów i związków z innymi ludźmi. Tylko wówczas może się rozwijać i być szczęśliwym. Za wykonaną pracę otrzymujemy zawsze jakieś wynagrodzenia. Praca zawodowa bez wynagrodzenia jest nieważna z mocy prawa. Prawa do wynagrodzenia nie możemy się zrzec. Niemniej pracujemy nie tylko dla pieniędzy. Chcemy wykonywać pracę społecznie użyteczną, komuś do czegoś potrzebną i oczekujemy uznania za swoją pracę, jeżeli jest dobrze wykonana.

Potrzeba samorealizacji. Mądry kierownik stara się ułatwiać współpracownikom zaspokojenie tej potrzeby poprzez wzbogacanie treści pracy, usamodzielnianie i delegowanie uprawnień, angażowanie pracowników odczuwających silnie taką potrzebę do procesów przygotowywania decyzji i współdecydowania, powierzanie ciekawych i trudnych prac i zadań, będących dla nich autentycznymi wyzwaniem. Mowa jest tu między innymi o zasadzie „3XE” wspomnianej wcześniej w niniejszym opracowaniu.

Różne potrzeby są przez pracowników odczuwane z różną siłą, zgodnie ze różnicowanymi osobniczymi cechami i indywidualnymi preferencjami, na które ma wpływ szereg różnych czynników: genetycznych, środowiskowych i wychowawczych, kulturowych itd. O ile potrzeby fizjologiczne i bezpieczeństwa odnoszą się do 100% ludzi, o tyle zapewne nie wszyscy odczuwają - silnie i stale - potrzebę samorealizacji i rozwoju.

Podstawowymi niewymiernymi korzyściami z wdrażania rozwiązań ergonomicznych są:

- Zmniejszenie konfliktów międzyludzkich w ujęciu pracownik - pracownik oraz pracownik - pracodawca. Sprzyja to zmniejszeniu wypadkowości i podwyższeniu wydajności i jakości pracy,
- Pogłębienie zainteresowania pracą podwyższa wydajność i jakość pracy,

- Poprawa samopoczucia pracowników wzrost tzw. motywacji pracy przy wykonywaniu jej w lepszych warunkach,
- Lepsze przystosowanie się do pracy a zwłaszcza do znoszenia obciążeń psychicznych sprzyja podwyższeniu wydajności i jakości pracy, zmniejsza wypadkowość.

5.4. Ergonomia osób niepełnosprawnych

Przystosowanie obiektów technicznych, przestrzeni, w jakiej odbywa się aktywność człowieka, nabiera szczególnego znaczenia w przypadku specyficznej grupy użytkowników jaką są: niepełnosprawni o różnym stopniu i charakterze niesprawności. Zagrożenia istniejące w środowisku architektonicznym, środowisku pracy oraz każdej innej aktywności przekładają się na zwiększone zainteresowanie zagadnieniami przystosowania warunków życia i pracy do tej grupy podmiotów. Jest to wynik zarówno zwiększającej się systematycznie aktywności i samoświadomości tych osób, jak i konsekwencje bogatych, nowowprowadzanych unormowań w zakresie równości traktowania i niedyskryminowania zarówno w pracy jak i w każdym obszarze aktywności.

Istnieje wiele niejednoznaczności w definicjach niepełnosprawności, ale dominują dwa zasadnicze podejścia do tego terminu. Jedno rozpatruje problem w kategoriach biologiczno – medycznych, w których zwraca się przede wszystkim uwagę na dysfunkcje fizjologiczne, anatomiczne i psychiczne. Drugie podejście traktuje niepełnosprawność w kategoriach środowiskowo – społecznych, w których wskazuje się na niemożność lub ograniczenie w pełnieniu typowych ról społecznych jako pracownika, członka rodziny, społeczności. W Karcie Praw Osób Niepełnosprawnych określa się, że osoby niepełnosprawne są to „osoby, których sprawność fizyczna, psychiczna lub umysłowa trwale lub okresowo utrudnia, ogranicza lub uniemożliwia życie codzienne, naukę, pracę oraz pełnienie ról społecznych zgodnie z normami prawnymi i zwyczajami”.

Osoby niepełnosprawne stanowią aktualnie, jak wynika z danych GUS, blisko 14% społeczeństwa polskiego z rosnącą tendencją tego wskaźnika co jest charakterystyczne dla współczesnych społeczeństw. Należy pamiętać o swego rodzaju okresowej niepełnej sprawności w przypadku

kobiet ciężarnych i wychowujących małe dzieci. Wśród osób niepełnosprawnych wyróżnić możemy bardzo zróżnicowaną odbiorcę działań ergonomicznych:

- niewidomi i słabo widzący,
- osoby o obniżonej sprawności umysłowej,
- niesłyszący i niedosłyszący,
- osoby z dysfunkcją narządu ruchu,
- przewlekle chorzy,
- osoby społecznie niedostosowane,
- niepełnosprawni ze względu na wiek.

Każda z tych grup napotyka na odrębne bariery w swej aktywności. Jest to oczywiście powiązane z charakterem aktywności: zawodowej, pozazawodowej, rekreacyjno-turystycznej, edukacyjnej, itp. Suliga (1997) wyodrębnia trzy podstawowe grupy barier występujące w środowisku zurbanizowanym:

1. wynikające z cech naturalnych środowiska, np. tereny o dużym spadku,
2. techniczne wynikające z błędów w rozwiązaniach technicznych, technologicznych,
3. organizacyjne wynikające z niewłaściwej organizacji funkcjonowania budynku, układu drogowego, systemu transportowego, pomieszczeń pracy.

Podstawowe dla wszystkich grup problemy wiążą się między innymi z niepełnym rozumieniem tekstów, obrazów, trudności w komunikowaniu się, trudności w orientacji w otoczeniu i w poruszaniu się bądź przemieszczaniu zarówno w przestrzeni otwartej jak i w pomieszczeniach. 50 % niepełnosprawnych to osoby niesprawne fizycznie poruszające się na wózkach inwalidzkich. Przekazane w tabeli 5.1 wybrane dane demograficzne przedstawiają wielkość problemu dla różnych sytuacji projektowych wynikających z celu działań ergonomicznych.

Tabela 5.1. Wybrane dane demograficzne Polski (GUS, 2009r.)

Czynnik	Dane
Populacja Polski	38 155 tys.
Liczba osób niepełnosprawnych prawnie w wieku produkcyjnym.	2,1 mln (8,7% ludności w tym wieku)
Udział osób niepełnosprawnych z co najmniej średnim wykształceniem - wśród osób w wieku produkcyjnym	32,8%
Udział osób niepełnosprawnych posiadających wyższe wykształcenie wśród osób w wieku produkcyjnym	5,1%

Głównym miejscem zatrudnienia niepełnosprawnych są przedsiębiorstwa prywatne. Spółdzielczość, która tradycyjnie zapewnia miejsca pracy dla osób niepełnosprawnych należy bowiem zgodnie z obecną klasyfikacją do sektora prywatnego. Główne zatrudnienie niepełnosprawnym daje rolnictwo (39% zatrudnionych), przetwórstwo przemysłowe (około 21% pracujących), handel i naprawy (13%) oraz obsługa nieruchomości i firm (5%). Kształtowanie stanowiska pracy dla pracownika niepełnosprawnego zmierzające do dostosowania warunków pracy do charakterystyk, cech, zdolności i oczekiwań takiego pracownika powinno uwzględniać: modyfikacje, bądź kreowanie od początku na stanowisku pracy takich elementów składowych, które mają ułatwiać wykonanie zadań roboczych, właściwe, dostosowane do charakteru i wielkości niepełnosprawności, wyposażenie pracownika w sprzęt roboczy i rehabilitacyjny umożliwiające wykonanie zadań roboczych, kształtowanie warunków pracy i przestrzeni roboczej w sposób umożliwiający samodzielność i bezpieczeństwo zatrudnionego w różnych przewidywalnych sytuacjach zarówno roboczych, jak i wynikających z samej niesprawności, takie kreowanie warunków pracy i przestrzeni by stanowisko pracy było odpowiednie dla każdego pracownika nie zaś wyłącznie dla niepełnosprawnych (brak swoistego napiętnowania niepełnosprawnością). Różnicowanie rodzajów niepełnosprawności sprawia, że działania zmierzające do przystosowania materialnego środowiska aktywności do potrzeb psychofizjologicznych jest procesem wymagającym nie tylko wiedzy ergonomicznej ale dobrego podejścia designerskiego.

UWAGA!

Próby rozwiązania ogromnego problemu społeczno ekonomicznego jakim jest niepełnosprawność wiążą się z tworzeniem regulacji prawnych ukierunkowanych na zapewnienie osobom niepełnosprawnym dostępu do stanowisk pracy, traktowanie

|| równe we wszelkich aspektach życia zawodowego,
pozazawodowego.



Podsumowanie

Ergonomiczne kształtowanie przestrzeni aktywności człowieka wymaga oglądu wieloaspektowego i wielokierunkowego. Niezależnie od podmiotu działania, człowiek w pełni sprawny bądź o ograniczeniach wynikających z jego niepełnej sprawności, warunki pracy i stanowiska pracy mogą mieć cechy korzystne i cechy niekorzystne. Rolą sprawnego organizatora pracy jest takie kreowanie warunków aktywności, takie wykorzystanie zróżnicowanych narzędzi analitycznych proponowanych przez ergonomię, by przy oczywistym dążeniu do maksymalizacji efektywności działania organizacji był jednocześnie realizowany wymóg spełnienia warunków pracy bezpiecznej, nie zagrażającej zdrowiu, wykonywanej możliwie niskim kosztem biologicznym, dającej satysfakcję zatrudnionemu i poczucie pełnego dobrostanu.

Dobre stanowisko pracy ma spełniać poniższe warunki:

- Zmniejsza znaczenie różnic indywidualnych między pracownikami,
- Daje możliwość zatrudniania zróżnicowanych pracowników również z punktu widzenia niesprawności.
- Ogranicza do minimum pracę w pozycji wymuszonej, niefizjologicznej,
- Nie naraża na obciążenia typu WRMSD,
- Nie zmusza do ponadnormatywnego wydatku energii,
- Nie powoduje podwyższonego poziomu stresu, niepewności, poczucia zagrożenia, obciążenia psychicznego,
- Stosowane środki ochrony indywidualnej nie powodują niepotrzebnego ograniczenia sprawności i zwiększonego ponad miarę wydatku energii,
- Warunki środowiska pracy nie powodują zagrożenia zdrowotnego,
- Właściwa organizacja czasu pracy umożliwia regenerację sił podczas zmiany roboczej,

- Wszelkie działania usprawniające biorą pod uwagę priorytet jakim jest humanocentryczne spojrzenie na pracę i jej warunki,
- W możliwym na danym stanowisku zakresie warunki pracy zapewniają zgodność z obowiązującymi normatywami, a tam gdzie to możliwe stosują ponadnormatywne zalecenia ergonomiczne,
- Pracownik jest równorzędnym uczestnikiem, partnerem procesu tworzenia, adaptowania stanowiska pracy.



Literatura

Literatura przedmiotu jest bardzo obszerna zarówno w języku polskim jak i językach obcych, przede wszystkim angielskim. W zestawieniu poniżej znalazły się zasadnicze pozycje, które również w sensie historycznym, stanowią podstawę dla zrozumienia powstania i rozwoju idei ergonomii jako nauki. Stąd pojawiają się stare wydawnictwa z początku wieku dwudziestego, ale i z lat sześćdziesiątych, siedemdziesiątych i oczywiście współczesne. Takie opracowania jak: „Motion study” „Men at work” R. Shephard’a, „The biomechanical basis of ergonomice” E. Tichauer’a, czy nasze polskie opracowanie „Podstawy ergonomii” Jana Rosnera to dzieła, bez znajomości których trudniej jest odczytać problemy, na jakie wdrażanie ergonomii napotykało w różnych okresach dziejów rozwoju aktywności roboczej człowieka.

Z racji charakteru niniejszego podręcznika i zachowania walorów większej pogłębłości, autorka nie podawała w tekście wszystkich odniesień literaturowych, jedynie te, które, zwłaszcza przy wykorzystywaniu cytatu bądź materiału graficznego wskazywały na taką konieczność. Należy zachęcić czytelnika do samodzielnych poszukiwań literaturowych.

W dobie powszechnego dostępu do Internetu wiele ze źródeł można znaleźć jako udostępnione w sposób pełnotekstowy, bądź abstraktowy. W takiej sytuacji wymienione poniżej pozycje stanowią mogą swego rodzaju przewodnik w rozpoczęciu własnych czytelnika poszukiwań. Autorka zachęca do takich aktywnych zachowań.

Literatura

1. Nowak E., *Dane antropometryczne dzieci i młodzieży w wybranych krajach Unii Europejskiej 2003*
2. Batogowska A. *Podstawy ergonomii* Wyższa Szkoła Pedagogiczna. Olsztyn, 1998
3. Batogowska A., Słowikowski J., *Atlas antropometryczny dorosłej ludności Polski dla potrzeb projektowania*, 1994
4. *Bezpieczeństwo i ochrona człowieka w środowisku pracy*. Tom 3. Ergonomia. CIOP-PIB, Warszawa 2007
5. Bugajska J. (red.), *Komputerowe stanowisko pracy – aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, Wyd. CIOP, W-wa, 1997
6. Chaffin D.B (red.), *Digital Human Modeling for Vehicle and Workplace Design*. Warrendale (PA):Society of Automotive Engineers, Inc, 2001
7. Chaffin D.B., *Development of computerized human static strength simulation model for job design*, Human Factors and Ergonomics in Manufacturing, v 7, str. 305-322,1997
8. Chaffin D.B., *Primary Prevention of Low Back Pain Through the Application of Biomechanics in Manual Materials Handling Tasks*. G. Ital Med Lav. Erg.; Nr.27:1, str.40-50, 2005
9. *Ergonomic Checkpoints. Practical and easy-to-implement solutions for improving safety, health and working conditions*. Wyd. ILO, Geneva 1996 (*Ergonomiczna lista kontrolna, ergonomiczne rozwiązania na rzecz poprawy warunków pracy, bezpieczeństwa i zdrowia pracowników*. Tłum. IMP - Łódź)
10. Fibiger W. *Fizjologiczne wskaźniki obciążenia psychicznego*. Cz.2. Fizjologiczna arytmia czynności serca. Ochr. Pracy 10, str.18-20, 1988b,
11. Fibiger W., *Fizjologiczne wskaźniki oceny wysiłku psychicznego*. Cz. 1. Wskaźniki biochemiczne. Ochrona Pracy 7, str.18-21. 1988a

12. Fibiger W., *Tymczasowa obiektywna klasyfikacja obciążenia psychicznego*. Ochr. Pracy 7, str.12-13. 1990,
13. Franus E. *Struktura i ogólna metodologia nauki ergonomii*. Universitas, Kraków, 1992
14. Gedliczka A. i współpracownicy, *Atlas miar człowieka. Dane do projektowania i oceny ergonomicznej*. CIOP-PIB, Warszawa 2001
15. Gilbreth F.,B., *Motion study*, Van Nostrand, New York, 1911
16. Górska E. (Red.) *Projektowanie stanowiska pracy dla osób niepełnosprawnych*. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 2002
17. Górska E., *Diagnoza ergonomiczna stanowisk pracy*, Oficyna Wyd. Politechniki Warszawskiej, 1998
18. Górska E., *Ergonomia – projektowanie, diagnoza, eksperymenty*, OWPW, W-wa 2002
19. Górska E., Tytyk E. *Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Podstawy teoretyczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1998
20. Górska E., Tytyk E., *Ergonomia i projektowanie ergonomiczne*, Wyd Naukowe PWN, Warszawa 2001
21. Górska E., Tytyk E., *Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Materiały pomocnicze do ćwiczeń projektowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, 1996
22. Hansen A. (red.), *Ergonomiczna analiza uciążliwości pracy*. Wyd. Związkowe CRZZ, Warszawa, 1970
23. Horst W. (red.): *Ergonomia z elementami bezpieczeństwa pracy*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2006
24. Horst W., *Ryzyko zawodowe na stanowisku pracy. Część 1, Ergonomiczne czynniki ryzyka*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2004
25. Hsiao H., Long D, Snyder K. *Anthropometric differences among occupational groups 2002*. Ergonomics, Volume 45 (2): 136 – 152.

26. Jabłoński J., (red.): *Ergonomia produktu. Ergonomiczne zasady projektowania produktów*. Wyd. Pol. Poznańskiej, Poznań 2006
27. Jabłoński J., *Czy ergonomia jest nauką?* Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2005
28. Jasiak A., Misiak A., *Makroergonomia i projektowanie makroergonomiczne*.
29. Jasiak A., Wereda D., *Ergonomia osób niepełnosprawnych*. Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, 2005
30. Józefaciuk J., Nowacka W., *Ćwiczenia z ergonomii i ochrony pracy*. Wyd. SGGW. 1999
31. Kania J., *Metody ergonomiczne*. PWE, 1980
32. Kemmlert K., *On the identification and prevention of ergonomic risk factors. With special regard to reported occupational injuries of the musculo-skeletal systems*. Doctoral thesis No 1997:01D. Department of Human Work Sciences Division of Industrial Ergonomics Luleå University, Sweden. Department of Ergonomics, National Institute for Working Life, Sweden.
33. Konarska M. *Proste metody oceny obciążenia pracą fizyczną: dynamiczną i statyczną*, *Bezpieczeństwo Pracy*, 1, 1993
34. Konarska M. *Metody oceny wydatku energetycznego*. *Bezpieczeństwo pracy* 6, str. 3-8, 1985b
35. Konarska M. *Obciążenie organizmu statyczną pracą fizyczną: kryteria i metody oceny*. *Bezpieczeństwo pracy* 11, str.2-5,1994
36. Konarska M. *Wydatek energetyczny*. *Bezpieczeństwo pracy* 4: str.3-6., 1985a
37. Koradecka D.(red.), *Bezpieczeństwo Pracy i Ergonomia*, Wyd. CIOP, Warszawa, 1997.
38. Koradecka D., Bugajska A J. (1998): *Ocena wielkością obciążenia pracą fizyczną na stanowiskach robotniczych*. Wyd. CIOP, Warszawa,1998
39. Koradecka D., Sawicka A. *Ocena obciążenia organizmu pracą fizyczną*. *Bezpieczeństwo pracy* 11: str.9-14, 1987,

40. Kowal E., *Ergonomia w zarządzaniu warunkami pracy*, Wyd. Uniwersytetu Zielonogórskiego, Zielona Góra, 2008
41. Kowal E., *Ekonomiczno-społeczne aspekty ergonomii*. Wydawnictwo Naukowe PWN, 2002
42. Lehmann G., *Praktyczna fizjologia pracy*, Warszawa, 1966
43. Lewandowski J., *Ergonomia, Materiały do ćwiczeń i projektowania*, wyd. Marcus, 1995
44. Lewandowski J., *Zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie*. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, 2000
45. Malinowski A., Bożiłow W. *Podstawy antropometrii. Metody, techniki, normy*. Wydawnictwo Naukowe PWN, 1997
46. Malinowski A., Strzałko J., *Antropologia*, PWN, Warszawa-Poznań, 1985
47. Maslow A. H., *Teoria hierarchiczna potrzeb*. [W:] *Zagadnienia osobowości i motywacji w psychologii amerykańskiej*. PWN Warszawa, 1964
48. McCormick E. *Antropotechnika. Przystosowanie konstrukcji maszyn i urządzeń do człowieka*. PWT Warszawa, 1964
49. Murrell H., *Ergonomice. Man in his working environment*. Chapman and Hall. A Halsted Press Book. John Wiley&Sons, New York. 1965
50. Nowacka W. Ł. *Wieloaspektowa analiza ergonomiczna operatorów specjalistycznych maszyn stosowanych w pozyskiwaniu drewna*. Wydawnictwo SGGW. Warszawa. 2009
51. Nowacka. W.Ł.. *Kształtowanie przestrzeni z punktu widzenia zróżnicowanego odbiorcy- antropometria jako narzędzie w projektowaniu*. Studia i Materiały Centrum Edukacji Przyrodniczo – Leśnej. Proceedings of the Center for Nature and Forestry Education. R. 10.Zeszyt 1 (17). Jak urządzać izby edukacyjne i ekspozycje przyrodniczo-leśne? 2008
52. Okoń J., Pauszkiewicz L. *Psychologia inżynierska. Dostosowanie maszyn i urządzeń do człowieka*. PWN, Warszawa, 1963

53. Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Wyd. Akademii Ekonomicznej, 1997
54. Pacholski L. (Red.). *Ergonomia*. Politechnika Poznańska, 1986
55. Parenmark G., Malmkvist A.K, Örtengren R., *Ergonomic moves in an engineering industry: Effect on sick leave frequency, labour turnover and productivity*. International Journal of Industrial Ergonomics, 1993.
56. Parsons K.C., *Ergonomics of the physical environment. International ergonomics standards concerning speech communication, danger signals, lighting, vibration and surface temperatures*. 1995, Applied Ergonomics, Vol. 26 (4): 281-292.
57. Paull J.A., Frings-Dresen M.H.W., Salle H., Rozendal R. H. *Pregnant women and working surface height and working surface areas for standing manual work*. Applied Ergonomics, 26 (2), str. 129-133. 1995.
58. Poradnik CIOP, *Ergonomia na stanowiskach pracy z mikrokomputerami*, 1990.
59. Rosner J. *Podstawy ergonomii*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1982
60. Shephard R.,J, *Men At work. Applications of ergonomice to performance and design*. Charles C. Thomas Publisher. Springfield, Illinois, USA, 1974
61. Słowikowski J., *Metodologiczne problemy projektowania ergonomicznego w budowie maszyn*, Wyd. CIOP, W-wa, 2000
62. Słowikowski J., *Projektowanie dla niepełnosprawnych- uwagi metodologiczne*. Materiały II Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Ergonomia Niepełnosprawnym”, MKEN’96, Łódź, 1996
63. Stabryła A., Trzcieniecki J. (red.), *Organizacja i zarządzanie. Zarys problematyki*. Państwowe Wydawnictwo Naukowe. 1986
64. Stanton N., Hedge A., Brookhuis K., Salas E., Hendrick H. *Handbook of human factors and ergonomics methods*. CRC Press. Boca Raton, London, New York, Washington D.C. 2005

65. Suliga J. *Zasady i metody przystosowania przestrzeni osadniczej do potrzeb osób niepełnosprawnych*. Wyd. COB-PBO, Warszawa, 1997
66. Tichauer E., R., *The biomechanical basis of ergonomics. Anatomy applied to the design of work situations*. A Wiley-Interscience Publication. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, 1978
67. Tilley A. R., 1993, *The Measure of Man and Woman; Human factors in design*, Henry Dreyfuss Associates, New York: Watson-Guptill Publications
68. Tytyk E., *Projektowanie ergonomiczne*. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa-Poznań. 2001
69. Ujma-Wąsowicz K. *Ergonomia w architekturze*. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej. Gliwice, 2005
70. Wróblewska M., *Ergonomia. Skrypt dla studentów*. Politechnika Opolska, 2004
71. Wykowska M. *Ćwiczenia Laboratoryjne z Ergonomii. Skrypt Uczelniany nr 1412*. Wydawnictwa AGH, Kraków 1995
72. Zhang X., Chaffin D.B., *Digital human modeling for computer-aided ergonomics*, 2001
73. Złowodzki M., Pokorski J., Marek T., Pietsch E. (red.) *Ergonomia pracy biurowej*, Wyd. PAN, Kraków, 2004