

Paweł Żukowski, Anna Kotuła

Ergonomia jako stosowana dyscyplina naukowa : (zagadnienia metodologiczne)

Problemy Profesjologii nr 1, 13-27

2006

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.

Paweł Żukowski
Anna Kotuła

ERGONOMIA JAKO STOSOWANA DYSCYPLINA NAUKOWA

(zagadnienia metodologiczne)

1. Rozważania wstępne

W procesie rozwoju historycznego z podstaw naukowej organizacji pracy wyłoniło się wiele kierunków myślenia rozpatrujących różne dziedziny ludzkiego działania ze względu na jego sprawność. Ograniczając ich przedmiot rozważań do pracy, wyodrębnić można dyscypliny nauk o pracy, a wśród nich ergonomię.

Najbardziej rozpowszechniony obecnie na świecie termin *ergonomia* został użyty przez polskiego przyrodnika W. Jastrzębowskiego już w 1857 roku na łamach czasopisma warszawskiego „Przyroda i Przemysł”, 1857, nr 29 w artykule pt.: „*Rys ergonomii, czyli nauka o pracy*”. W literaturze przedmiotu termin *ergonomia* powszechnie znany jest dopiero od pierwszej połowy wieku XX-tego, tj. od chwili powstania w 1949 roku w Londynie Towarzystwa Ergonomicznego.

W. Jastrzębowski termin *ergonomia* utworzył z greckich wyrazów *ergon* – praca i *nomos* – prawo naturalne, zasada [15]. Nauka przez niego tworzona miała omawiać zasady odpowiedniego wykorzystywania możliwości, sił i zdolności człowieka dla potrzeb społecznych zgodnie z prawidłowościami odkrywanymi przez badaczy z różnych dziedzin wiedzy, zwłaszcza z zakresu pracy. Oznaczać to miało przede wszystkim badanie warunków pracy i dostosowanie narzędzi, urządzeń i całego materialnego środowiska pracy do możliwości i właściwości człowieka w celu uzyskania najkorzystniejszych (optymalnych) ich wzajemnych relacji oraz określenia warunków do wydajnej pracy przy możliwie niskim wydatkowaniu sił biologicznych pracownika. J. Zieleniewski [18, s. 63] pisze, że „Ergonomia (inaczej: ergonomika, której nie należy oczywiście utożsamiać z ogółem nauk ergologicznych) to nauka o przystosowaniu otoczenia, a w szczególności narzędzi pracy do potrzeb człowieka pracującego”. K.F.H. Murrel [6, s. XIII] twierdzi, że „Ergonomia jest to naukowe studium stosunku między człowiekiem a jego środowiskiem pracy”. D. MacLeod [5, s. 3-4] natomiast pisze, że *ergonomia* jest interdyscyplinarną nauką zajmującą się projektowaniem lub planowaniem narzędzi, wyposażenia i zadań, które pomagają optymalizować ludzką pracę i wykorzystywać jak najpełniej możliwości tkwiące w człowieku. Dąży ona w zasadzie do zoptymalizowania relacji pomiędzy człowiekiem (pracownikiem) a systemem i to niezależnie od tego czy system ten składa się z prostego narzędzia, linii produkcyjnej czy też całego systemu organizacji. Ergonomia odkrywa i dostarcza zasad, sposobów, metod i ważnych zaleceń (rekomendacji) praktycznych oraz innych narzędzi,

które mają na względzie przystosowanie miejsca pracy, ćwiczeń lub odpoczynku, a także wyposażenia, zadań i produktów do możliwości i właściwości człowieka. Rozwiązuje ona problemy, które człowiek może napotkać pracując, ćwicząc lub odpoczywając, a także oferuje strategię sprawnego i efektywnego kierowania.

Z przytoczonych tylko wyżej wypowiedzi badaczy wynika, że ergonomia, zajmując się problemem przystosowania w sposób optymalny pracy do człowieka, ma na celu uchronienie pracownika przed ryzykiem wypadku przy pracy oraz stworzenie takich warunków, aby praca była łatwiejsza i przyjemniejsza, a jednocześnie maksymalnie wydajna.

Ergonomia, jako współczesna dziedzina wiedzy ludzkiej, powstała w wyniku pilnych do rozwiązania problemów przede wszystkim z zakresu bezpieczeństwa i higieny pracy (bhp). Już w czasie II wojny światowej dostrzeżono potrzebę uwzględnienia w problematyce bhp zespołu cech i możliwości psychofizycznych człowieka. Uwzględnienie tych potrzeb w poważnym stopniu przyczyniło się do rozwoju i zatarcia granic pomiędzy problematyką bhp a ergonomią. Szybki rozwój ergonomii inspirowany był jednak przede wszystkim rozwojem techniki wojskowej, szczególnie w zakresie urządzeń elektronicznych o dużej liczbie skal, dźwigni, przełączników. W tamtym okresie konieczne stało się więc takie zaprojektowanie maszyn (urządzeń, przyrządów) i takie zorganizowanie ich obsługi, aby pracownik o przeciętnych zdolnościach i umiejętnościach mógł zapewnić ich właściwą eksploatację. Od tego czasu ergonomia rozwijała się w wielu kierunkach. Jej rozwojowi towarzyszyły wysiłki organizacyjne nad skoncentrowaniem sił i środków dla kompleksowego ujmowania zagadnień ergonomicznych. „Stosowana ergonomia stała się ważnym etapem w rozwoju nauk humanistycznych, ponieważ przyjęła na siebie trud dostosowania maszyn, urządzeń i całego materialnego środowiska pracy do fizycznych i psychicznych właściwości człowieka” [3, s. 229].

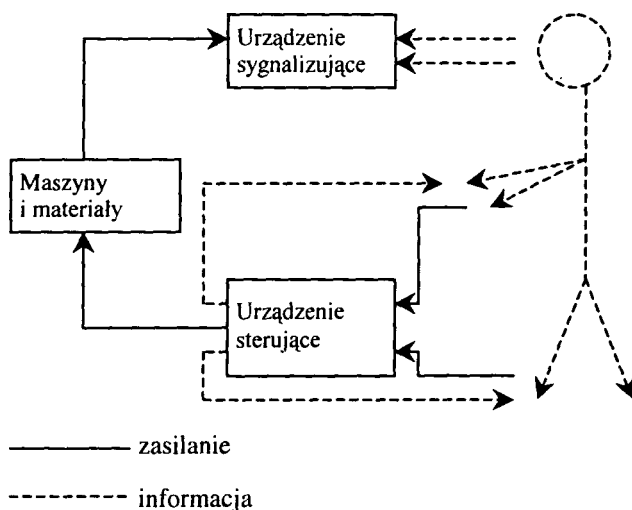
W praktyce, ergonomia swoje zainteresowania koncentruje wokół zagadnień uciążliwości pracy, wysiłku organizmu ludzkiego w czasie jej trwania, co oczywiście wiąże się z konstrukcją narzędzi i maszyn, odpornością człowieka na natężenie hałasu i wibracji, odbioru rodzajów oświetlenia, zapylenia i innych wielkości mikroklimatu w miejscu pracy. Wyniki badań ergonomicznych są przede wszystkim przydatne kierownictwu organizacji gospodarczych, a także inżynierom, zespołom projektowo-badawczym, konstruktorom, lekarzom, higienistom, psychologom i innym specjalistom. W ten sposób ergonomia stała się nauką praktyczną, wiążącą w swym przedmiocie takie dyscypliny jak: anatomia, fizjologia, psychologia i socjologia pracy, medycyna przemysłowa, technologia, technika, organizacja pracy. Integrując te dyscypliny naukowe określa ona, w jaki sposób człowiek powinien pracować, aby nie ulegał niepotrzebnemu nadmiernemu zmęczeniu, urazom czy wypadkom przy pracy, wykonywał ją najmniejszym kosztem biologicznym i żeby była ona równocześnie jak najwydajniejsza.

W ergonomii zatem zintegrowaniu podlegają:

- system człowiek-maszyna, szerzej człowiek-praca, a nawet człowiek-otoczenie,
- kompleksowa analiza pracy, zwłaszcza wytwórczej, koordynacja wszystkich elementów i czynników pracy,
- ukształtowanie materialnych warunków pracy.

2. System człowiek-maszyna, system człowiek-środowisko pracy

System człowiek-maszyna obejmuje każdy system, w którym w czasie pracy używana jest maszyna. Jak widać na rys. 1, jest to system zamknięty, a zachodzące w nim procesy mają przebieg cykliczny. Maszyna informuje człowieka zarówno w sposób bezpośredni, tzn. głównie za pomocą światła, barwy, dźwięków, jak i pośredni – za pomocą urządzeń sygnalizacyjnych. Człowiek odbiera te informacje za pomocą receptorów, stosownie je przetwarza, podejmuje decyzję i w końcu działa, to znaczy przekazuje decyzję efektorom w celu jej wykonania [16].



Rys. 1. System człowiek-maszyna (przebieg informacji i zasilania)

Z systemem człowiek-maszyna bezpośrednio wiążą się takie zadania ergonomii jak:

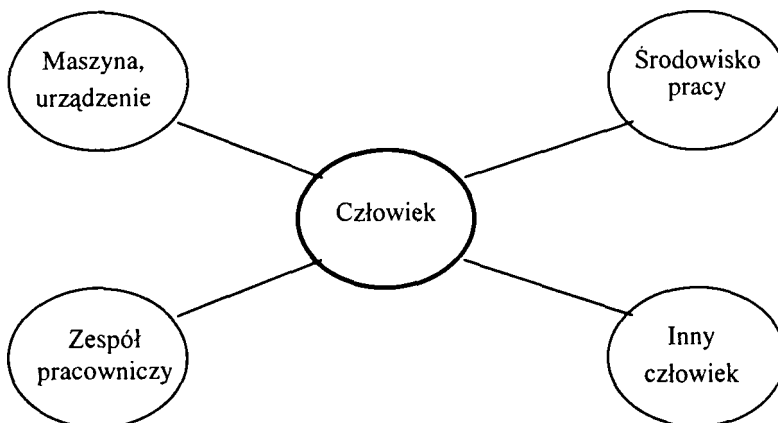
- optymalne przystosowanie wyposażenia technicznego stanowiska pracy do możliwości i właściwości organizmu ludzkiego przez określenie wymagań stawianych temu wyposażeniu (przyrządom, narzędziom, urządzeniom, maszynom, aparaturze, robotom);

- ustalenie właściwego podziału wykonywanych czynności (operacji) między człowiekiem a maszyną;
- określenie niezbędnych kwalifikacji oraz potencjału umysłowego i fizycznego pracowników obsługujących maszyny (przrządy, narzędzia, urządzenia, agregaty, roboty przemysłowe).

Z systemem człowiek-maszyna łączy się również bezpośrednio system człowiek-środowisko materialne, obejmujący następujące warunki pracy:

- pomieszczenia produkcyjne,
- wyposażenie i organizację stanowiska pracy,
- maszyny i urządzenia techniczne,
- elementy materialnego środowiska pracy.

W badaniu materialnego środowiska pracy ergonomia interesuje się wszystkimi jego elementami ale nie w jednakowym stopniu. Mimo, że dotychczasowy rozwój nauki o pracy udowodnił wzrastający wpływ na wydajność pracy stosunków międzyludzkich, współczesna ergonomia coraz więcej uwagi poświęca zagadnieniom właśnie materialnego środowiska pracy, pozostawiając zagadnienia stosunków międzyludzkich socjologii i psychologii pracy [12]. Przedstawiając problem ten w formie schematu (rys. 2), należy zauważyć, że ergonomia interesuje się jedynie jego częścią. Problem stosunku człowieka do człowieka, jak i do zespołu pracowniczego pozostawia dyscyplinom psychosocjologicznym pracy. Koncentracja ergonomii wokół zagadnień materialnego środowiska pracy nie oznacza lekceważenia roli tych dyscyplin. Oczywiście doceniając ogromną rolę czynników psychosocjologicznych na wzrost wydajności pracy, ergonomia poszukuje dróg poprawy warunków pracy w środowisku materialnym, a więc w systemie człowiek-maszyna, człowiek-środowisko materialne. W systemie człowiek-maszyna, człowiek-praca centralną pozycję zajmuje człowiek, co oznacza, że środowisko materialne pracy dostosowane być musi do fizycznych i psychicznych właściwości człowieka. Temu celowi podporządkowany jest całokształt badań ergonomicznych w organizacjach gospodarczych [7, 19].



Rys. 2. Człowiek i materialne środowisko pracy

w zasadzie zespołowo. Polegają one na żmudnych obserwacjach, analizie i ocenie danego środowiska pracy. W pierwszym rzędzie należy przeprowadzić badania dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy, stanowiące podstawę dalszych ergonomicznych badań szczegółowych. Dotyczą one pomiarów czynników tkwiących w materialnym środowisku pracy, czynników decydujących o wydajności, komforcie i estetyce pracy człowieka. Należą do nich między innymi: prawidłowe oświetlenie stanowiska pracy, temperatura, wilgotność, ciśnienie, zawartość tlenu, zapylenie, wentylacja, poziom szumów (hałas), drgania (wibracje), kolorystyka, pozycja (postawa) pracownika przy pracy, kształt narzędzi, przyrządów, mierników itd. Im więcej jest tych czynników pod kontrolą ergonomisty, tym większy jest wpływ człowieka na wydajność i zadowolenie z pracy. Do pomiaru tych czynników stosuje się różne przyrządy i urządzenia, które w zależności od celu pomiarów mogą być przenośne lub montowane na stałe. Wszystkie zebrane dane stanowią podstawę do przeprowadzenia ergonomicznej analizy i oceny pracy.

Uogólniając powyższe, ergonomię można określić jako naukę stosowaną, zajmującą się zasadami i metodami optymalizacji pracy ludzkiej na drodze dostosowania warunków środowiska pracy do fizycznych i psychicznych właściwości człowieka przez poznanie czynników stymulujących pracę w pełni sprawną, niezagrażającą zdrowiu czy życiu człowieka i wykonywaną możliwie niskim kosztem biologicznym.

Międzynarodowe Biuro Pracy zaproponowało określać ergonomię jako: „(...) łączne zastosowanie niektórych nauk biologicznych i technicznych dla zapewnienia w stosunkach pomiędzy człowiekiem a pracą warunków optymalnego dopasowania, w celu podniesienia kwalifikacji pracy i przyczyniania się do pomyślności pracowników” [15]. Ta propozycja definicji bardzo dobrze charakteryzuje ergonomię jako dziedzinę interdyscyplinarną badań naukowych i działalności praktycznej skierowanych na najkorzystniejsze dopasowanie (przystosowanie) pracy do człowieka.

3. Ergonomia korekcyjna i koncepcyjna

Niezadawalający stan wdrożeń ergonomii do praktyki stanowi, zdaniem wielu autorów, główne źródło kryzysu, jaki przechodzi współczesna ergonomia. Jednym z podstawowych warunków wyjścia z takiej sytuacji jest wprowadzenie dokładnego rozróżnienia pomiędzy:

- badaniami podstawowymi, stosowanymi i zastosowaniami ergonomii,
- ergonomią korekcyjną a koncepcyjną,
- ergonomią warunków pracy i ergonomią produktów.

Wyróżnienie w ergonomii kierunków i zakresu przedmiotowego ergonomii korekcyjnej i koncepcyjnej ma znaczenie metodologiczne i praktyczne.

Ergonomia korekcyjna (ang. *correction ergonomics*) zajmuje się analizą istniejących warunków wykonywania pracy z punktu widzenia dostosowania ich do psychofizycznych możliwości pracowników i formułowaniem stosownych zaleceń, modernizacją maszyn i urządzeń, stanowisk pracy (roboczych) i odcinków produkcyjnych, harmonizacją pracy i tym podobnymi działaniami w celu zmniejszenia istniejących obciążeń fizycznych

i psychicznych oraz zwiększenie wydajności pracy i podniesienie jej jakości. W praktyce ergonomia korekcyjna stanowi kontynuację i rozwinięcie tradycyjnego podejścia inżyniera bhp, lekarza, higienisty czy racjonalizatora pracy do usuwania stwierdzonych niedomagań przez formułowanie odpowiednich zaleceń. Zalecenia formułowane w wyniku analiz ergonomicznych dotyczą najczęściej poprawy materialnych czynników środowiska pracy lub też wyeliminowania nadmiernych obciążeń fizycznych i psychicznych związanych z procesem pracy przez mechanizację i automatyzację ciężkich i monotonicznych prac fizycznych, poprawę pozycji pracownika przy pracy, poprawę warunków odbioru informacji, usprawnienia w organizacji pracy. Tak rozumiana ergonomia korekcyjna stanowi, rzecz jasna, dziedzinę badań stosowanych. Usprawnianie już funkcjonujących systemów ergonomicznych odbywa się przy wykorzystaniu procedur badawczych diagnostycznych, a następnie usuwanie przyczyn i potencjalnych następstw istniejącego stanu rzeczy. Sytuacja, w której badacz zastając pewien, wymagający zmian, stan rzeczy, działa z pozycji *ex post factum* jest charakterystyczną cechą metodyczną ergonomii korekcyjnej. W ramach ergonomii korekcyjnej istnieje możliwość zrezygnowania z pogłębionej analizy antropometrycznej, fizjologicznej czy psychologicznej oraz z pomiarów badań laboratoryjnych. Bardzo często przy ocenie systemu człowiek-praca wystarczy jedynie kierowanie się zdrowym rozsądkiem [20]. Badania ergonomiczne prowadzone w procedurze reformującej dość często prowadzą do formułowania zaleceń nierealnych do praktycznego zrealizowania (np. propozycja zmiany koncepcji konstrukcji całej maszyny). Usunięcie tego typu ergonomicznych nieprawidłowości powinno nastąpić przecież w chwili, gdy powstawała koncepcja maszyny, gdy inżynierowie, konstruktorzy, technologowie i inni specjaliści szkicowali pierwsze jej założenia [7, 10, 13, 20].

W działalności ergonomicznej wskazane jest więc przeniesienie głównego akcentu na fazę projektowania czy planowania (np. maszyn, urządzeń, przyrządów, stanowisk pracy). Na podstawie takiego rozumowania zrodziła się ergonomia koncepcyjna (ang. *conception ergonomics*), której zasadniczym celem jest określenie wzajemnych funkcji człowieka i maszyny, takie zaprojektowanie narzędzia, maszyny czy całego obiektu przemysłowego, aby spełniał on podstawowe wymagania ergonomii, tj. przy możliwie najmniejszym obciążeniu biologicznym (fizycznym i psychicznym) pracownika zapewniał systemowi człowiek-maszyna maksimum bezpieczeństwa i założoną wydajność pracy.

Ergonomia koncepcyjna w przeciwieństwie do klasycznej ergonomii stosowanej w praktyce przemysłowej nie akceptuje istniejącego podziału funkcji w systemie pomiędzy człowiekiem a maszyną i przez wszechstronną analizę celu i założeń danego systemu oraz według określonych kryteriów zaleca przydział jednych funkcji człowiekowi, a innych maszynie [7, 9, 13, 17].

Jeżeli w praktyce stosowanie ergonomii korekcyjnej występuje najczęściej przy doskonaleniu istniejących obiektów (przyrządów, maszyn, stanowisk pracy), to ergonomię koncepcyjną stosuje się już w momencie projektowania danego urządzenia czy maszyny lub też planowania organizacji stanowiska pracy.

4. Zasady i postulaty ergonomii

Ergonomia zajmuje się głównie – jak już wiemy – projektowaniem (planowaniem) narzędzi, wyposażenia i zadań, przy czym pojęcia te są szeroko definiowane. Mianem *narzędzia* określa się począwszy od zwykłego ołówka czy młotka, przez spisane zasady działania, aż po cały system przemysłowy; *wyposażenie* zawiera w sobie między innymi agregaty, linie produkcyjne, urządzenia domowe czy też urządzenia sportowe; *zadaniem* natomiast jest fizyczne lub psychiczne działanie wykonywane w różnym miejscu i czasie – w pracy, domu czy w wolnym czasie od pracy. Zadania ergonomiczne mogą być fizyczne – takie jak: sięganie, poruszanie, obracanie, ustawianie czy postugiwanie się czymś – oraz umysłowe, polegające na czynnościach intelektualnych i zagadnieniach z tym związanych, jak na przykład przemęczenie psychiczne czy błędne rozumowanie [4, 5, 13].

Podstawowe zasady ergonomii, jako nauki stosowanej, możemy sformułować następująco:

- przysposabiaj (dopasuj) każdorazowo narzędzia pracy i zadania do możliwości człowieka (ang. *Fith the Tasc to the Person*); jeśli kiedykolwiek człowiek projektuje czy planuje jakieś narzędzie, wyposażenie lub zadanie, to powinien zawsze dokładnie przeanalizować, jak do niego przystaje (pasuje) człowiek. Tę zasadę można określić szerzej jako konieczność poznania człowieka i ludzkiego zachowania, a następnie zaprojektowanie wyposażenia i zaplanowanie zadania tak, aby one jak najpełniej odpowiadały jego wymaganiom i właściwościom (anatomii, psychice, zdolnościom). Należy tak projektować wyposażenie i planować stanowiska pracy i zadania (posiadać takie umiejętności), aby w pełni korzystać z ludzkich zdolności, upodobań i umiejętności, a jednocześnie przeciwdziałać określonym słabościom;
- pracuj mądrzej, nie ciężej (ang. *Work Starter, not Harder*); należy stosować skuteczne sposoby pracy i inne narzędzia działania stosowanie których czyni pracę bezpieczniejszą, lżejszą, przyjemniejszą i wydajniejszą;
- dbaj, by wyposażenie i zadania były przyjazne ludziom (pracownikom) (ang. *User-frinedliness*); narzędzia pracy i zadania należy tak projektować (planować), aby w opisie były łatwe do zrozumienia i następnie wykonania a sprawne w obsłudze, wady natomiast maksymalnie zminimalizowane;
- stosuj umiejętnie i z rozmysłem zasady pracy i jej organizacji (ang. *The Rules of Work*) [5, s. 3-4; 20, s. 63-98; 21, s. 62-68].

Wyżej przedstawione zasady stanowią konsekwentną całość, są ze sobą związane, tworzą logiczny i wewnętrznie spójny system, będący podstawą ergonomii jako nauki stosowanej.

Podstawowe postulaty (rekomendacje) ergonomii dotyczące miejsca pracy można ująć następująco:

- pracuj w naturalnej pozycji,
- redukuj nadmierny wysiłek,
- trzymaj wszystko w zasięgu ręki,

- pracuj na dogodnej wysokości,
- redukuj nadmierne i niepotrzebne ruchy,
- minimalizuj zmęczenie,
- unikaj statycznego ciężaru,
- zmniejszaj siłę i skracaj czas jej trwania,
- minimalizuj nacisk punktowy na ciało,
- zapewnij swobodę ruchów w wykonywaniu pracy,
- zadbaj o projekt dla wysokich pracowników,
- ruszaj się i wykonuj ćwiczenia,
- zadbaj o komfortowe warunki pracy [5, s. 2].

Pracuj w naturalnej pozycji. Naturalna pozycja ciała pracującego jest optymalną pozycją każdego ze stawów organizmu ludzkiego, gwarantującą największą siłę i odpowiednią kontrolę nad ruchami a jednocześnie powodującą najmniejszy nacisk fizyczny na te stawy oraz otaczające tkanki. Pozycja taka jest bliska punktowi zapewniającemu szeroki zakres ruchu. W tej pozycji mięśnie otaczające stawy są zbalansowane i zrelaksowane. Wyjątkiem od tej zasady optymalnego punktu (punktu środkowego) są ramiona, których pozycja utrzymywana jest przez siłę grawitacji i kolana, które pracują w skrajnie optymalnym położeniu.

Praktyczne znaczenie w miejscu pracy mają takie kluczowe pozycje ciała ludzkiego, jak:

- zachowanie prawidłowej krzywizny kręgosłupa w kształcie litery „S”;
- prawidłowe ustawienie szyi;
- łokcie trzymane naturalnie po obu stronach ciała, ramiona zrelaksowane;
- nadgarstki w jednej linii z przedramionami [5, s. 12].

Można podkreślić, że naturalna pozycja dla każdego ze stawów człowieka nie musi być idealnie precyzyjna. Położenia poszczególnych stawów zawierają pewien zakres ich zmian. Nie należy uważać, że istnieje tylko jedna pozycja ciała, która ma być utrzymywana przez cały czas pracy. Ciało ludzkie wymaga ruchu i zmian w jego położeniu.

Redukuj nadmierny wysiłek. Cechą szczególną rozwoju ludzkości przez stulecia jest projektowanie i stosowanie na coraz szerszą skalę różnorodnych przyrządów, narzędzi, urządzeń, maszyn, automatów, robotów przemysłowych, by zwiększyć siłę i możliwości człowieka i jednocześnie ograniczyć jego biologiczny wysiłek przy wykonywaniu zadań, stwarzając poczucie pewnego komfortu w pracy.

Pojęcia siła i wysiłek w języku technicznym różnią się między sobą, chociaż w języku potocznym używa się je zamiennie. Wysiłek jest napięciem wytworzonym przez układ mięśniowo-kostny i przekazywany przez ścięgna, by wytworzyć siłę, natomiast siła jest zewnętrznym obserwowanym skutkiem (wynikiem) wysiłku.

Zaznaczmy, iż właściwym dla struktury układu mięśniowo-kostnego człowieka jest to, że poziom wysiłku może być wielokrotnie wyższy niż wartość uzyskanej siły; na przykład pchanie 50 kilogramowego ładunku może spowodować o wiele wyższe od tego ciężaru obciążenie łokci i ramion. Używając nadmiernej siły do wykonania zadania można przecią-

żyć mięśnie, czego skutkiem będą przedwczesne zmęczenie, spowalnianie ruchów, popełnianie błędów lub nawet urazy, a także można spowodować niepożądane ruchy i wykonać zadanie nieprawidłowo. Innowacje, które pozwalają zminimalizować (zredukować) wysiłek potrzebny do wykonania zadania, sprawiają z reguły, że staje się ono łatwiejsze i szybsze w realizacji [5, s. 17].

Redukcja nadmiernego wysiłku w wykonywaniu zadania z reguły je upraszcza, a także podnosi wydajność pracy i jej jakość.

Trzymaj wszystko w zasięgu ręki. Ważnym zagadnieniem w wykonywaniu każdego zadania jest trzymanie części, podzespołów, przyrządów i innych przedmiotów – które są często używane w procesie pracy – w zasięgu ręki. Jest to istotne, gdyż duże odległości w pracy są powodem strat czasu, wymuszają pracę w nienaturalnych pozycjach (niezręcznych i niewygodnych), a jeśli są związane dodatkowo z podnoszeniem ładunków, zwiększają wysiłek i zwielokrotniają nacisk na ramiona i plecy. Z tego postulatu wynika też, iż wszelkie urządzenia do zdalnego sterowania powinny znajdować się w zasięgu wzroku.

Z tym postulatem wiążą się takie rekomendacje praktyczne, jak:

- przyrządy i narzędzia często używane w pracy powinny być dostępne w zasięgu wyprostowanego ramienia (utrzymanie „zasięgu koperty”);
- przedmioty stale używane powinny być dostępne w zasięgu przedramienia;
- jeżeli miejsce pracy zaprojektujemy (zaplanujemy) dla niskiej osoby wówczas każdy, dowolnego wzrostu pracownik sięgnie po niezbędne przedmioty bez większego wysiłku,
- pracę należy wykonywać na dogodnej, optymalnej wysokości (nie za niskiej i nie za wysokiej).

Omawiany postulat w bardzo wielu przypadkach wiąże się z postulatem *pracuj w naturalnej pozycji*. Okazuje się bowiem, że jeśli w pracy przyjmie się naturalną postawę ciała, wówczas niejako automatycznie zasięg rąk jest satysfakcjonujący.

Oto niektóre, dalsze rekomendacje praktyczne związane z omawianym postulatem:

zwiększaj powierzchnię do pracy; w celu zwiększenia powierzchni do pracy, uporządkuj i ustaw niektóre stale używane przedmioty bliżej pracownika. Duże odległości do przedmiotów i sięganie po nie w zasadzie są typowe w miejscach pracy, a pracownicy nie są w pełni świadomi tego faktu. W celu zwiększenia wydajności pracy i podniesienia jej jakości należy sprawdzić (ustalić) czy w wyniku rozmieszczenia często używanych przedmiotów rzeczywiście znalazły się one blisko pracownika. Na przykład, na stanowisku komputerowym powinniśmy zastosować postulat „zasięgu koperty” i sprawdzić, czy we właściwej odległości znajdują się: monitor, klawiatura, drukarka, skaner, telefon. Ponadto wyłączenie czegoś lub zastosowanie pewnych konstrukcji –urządzeń (np. haków) także zwiększa powierzchnię do pracy i wygodę;

użyj wysięgnika; rozwiązaniem do stworzenia większej powierzchni do pracy jest także użycie wysięgnika. Jego ramię może być również użyte do trzymania narzędzi, różnych części, również lampki, telefonu i tym podobnych przedmiotów. Jeżeli na wysięgniku umieszczone są ciężkie sprzęty (oprzyrządowanie), wysięgnik może być zmodyfikowany

przez różnego rodzaju wzmocnienia. Wysięgników często stosuje się na przykład w warsztatach czy zakładach stolarskich;

zapewnij miejsce na potrzebne przedmioty; często przyczyną wymuszonego, niewygodnego sięgania po rzeczy jest niewłaściwa organizacja przestrzeni pracy: przyrządy i narzędzia niedbale poukładane, części zapasowe czy inne elementy porzucane, czyli generalnie brak porządku w miejscu pracy. Jeżeli przemyśli się przestrzenny rozkład wielu rzeczy i zapewni się dla nich właściwe miejsca, to stworzy się łatwiejszy i wygodniejszy do nich dostęp oraz zwiększy komfort pracy;

usuwaj napotymane przeszkody; w pracy ruchy często napotykają na wiele przeszkód i ograniczeń, szczególnie w przypadkach sięgania po jakiś przyrząd, narzędzie, element czy inny przedmiot. Przeszkody, a niekiedy nawet bariery, mogą być w wyniku działalności ergonomicznej lub organizacyjnej wyeliminowane, ograniczone lub przeniesione w inne miejsce [5, s. 27].

Pracuj na dogodnej wysokości. Ważnym zagadnieniem w miejscu pracy jest dobranie odpowiedniej, dogodnej wysokości w wykonywanej pracy. Problem więc dotyczy ustalenia, dopasowania wysokości na jakiej pracownik ma wykonywać pracę. Praca na nieodpowiedniej wysokości często wymusza przyjmowanie (zachowywanie) niewłaściwej pozycji ciała w pracy, co wywołuje poczucie dyskomfortu a w następstwie prowadzi do schorzeń pracowników. Niewygodna wysokość w pracy dość często powoduje niepotrzebnie cięższą pracę, popełnianie błędów, niepoprawność wykonywania czynności i zadań, a w konsekwencji spadek wydajności i jakości pracy. Przyjęcie wymaganej postawy z reguły zależy od charakteru zadania. Najczęściej jest tak, że jeśli pracownik przyjmuje właściwą postawę, wysokość w dużej mierze jest dogodna. Jednakże w pracy przez nienaturalne ułożenie ciała, przyjęcie niewłaściwej pozycji, wysiłek jest większy. Inne elementy zadania mogą również oddziaływać na najkorzystniejszą dobraną wysokość wykonywanej pracy, dlatego w praktyce określa się optymalną wysokość dla danego stanowiska pracy. Często jednak zdarza się tak, że w miejscu pracy nie można dobrać dogodnej wysokości wykonywania pracy. Wówczas należy zastosować inne rozwiązanie zaproponowane przez odpowiednich, doświadczonych specjalistów. Pomimo występowania różnych typów agregatów, maszyn, urządzeń i stanowisk pracy, istnieją jednak pewne, ogólne reguły ustalania w miejscu pracy dogodnej wysokości jej wykonywania. Są one następujące:

reguła ogólna; jeżeli projekt czy organizacja miejsca pracy nie są praktyczne i nie ułatwiają wykonywania zadań tylko je utrudniają, właściwą wysokością w realizacji zadania jest praca wykonywana poniżej poziomu ramion i powyżej poziomu kolan. Jako przykład wykonania tego typu zadań jest posłużenie się między innymi stelażem zmodyfikowanym przez wysuwane półki lub blokadę skrajnych wysokości. Takie same reguły obowiązują dla wózków, półek i innego wyposażenia;

reguła optymalna; oprócz właściwej wysokości realizacji zadania, można zdefiniować najkorzystniejszą (optymalną) wysokość, którą jest praca wykonywana na poziomie łokcia w pozycji stojącej lub na siedząco, przykładem może tu być komputerowe stanowisko pracy;

rozważenie wyjątków; często sam charakter pracy dyktuje właściwą wysokość. Poza tym praca może wymagać od pracownika pozycji stojącej, bowiem następuje wówczas

wzmocnienie górnej części ciała i można wykonać pracę wymagającą użycia większej siły. W większości jednak przypadków praca powinna być wykonywana poniżej poziomu łokcia. Praca, która wymaga precyzji (jest to na przykład praca zegarmistrza), powinna być wykonywana powyżej poziomu łokcia w pozycji siedzącej lub na stojąco. W konsekwencji wykonanie każdego zadania należy rozważyć indywidualnie z uwzględnieniem jego charakteru, a następnie ocenić i ustalić właściwą (dogodną) wysokość pracy (czy ona pasuje) dla danego zadania.

Redukuj nadmierne i niepotrzebne ruchy. Wiele ruchów wykonywanych w różnych zadaniach może mieć poważny wpływ na zdrowie pracownika ponieważ mogą powodować delikatne urazy i powierzchowne rany, a nieraz i ciężkie schorzenia. Ruchy niepotrzebne wymagają też dodatkowego wysiłku, co w konsekwencji prowadzi do spadku wydajności pracy. Wiele monottonnych (powtarzających się) ruchów jest stratą czasu i powinny być zredukowane, a nawet eliminowane. Nie oznacza to jednak, że wszystkie zadania obejmujące powtarzające się ruchy można odpowiednio zmodyfikować, gdyż na przeszkodzie stoją przestarzałe maszyny, urządzenia czy inne narzędzia pracy oraz stosowane metody inżynierskie i stare technologie. W erze wysokiej technologii powstają warunki do zmniejszania i redukcji zbędnych lub niezdrowych ruchów, co w wielu przypadkach może prowadzić do wzrostu sprawności i wydajności pracy. Można rekomendować w tym zakresie następujące działania:

redukować powtarzające się ręczne ruchy; jednym z najkorzystniejszych rozwiązań jest zmniejszenie (do minimum) powtarzających się czynności przy pracy z narzędziami ręcznymi. Najwłaściwszym wyposażeniem technicznym do wykonywania monottonnych ruchów są automaty, maszyny, urządzenia lub też zmechanizowane narzędzia. Dobrym przykładem jest używanie zmechanizowanych śrubokrętów w miejsce zwykłych, ręcznych śrubokrętów. Młotek czy wiertarkę też należy zamienić na zmechanizowane narzędzia czy elektroniczny przyrząd;

projektować dla efektywnych ruchów; inną metodą do zredukowania ruchów jest zaprojektowanie wysokowydajnych stanowisk pracy opracowując właściwy „plan możliwości”. Na stanowiskach pracy należy dążyć do wyznaczenia właściwej (dogodnej) wysokości, położenia i orientacji narzędzi, urządzeń i maszyn w celu wyeliminowania wielu niepotrzebnych, a nieraz i niezdrowych, ruchów;

zmniejszać asortymentu ruchu; duża jest różnica pomiędzy małymi nieznacznymi ruchami a jednym pochopnym ruchem. Jeśli w pracy jest duża różnorodność ruchów należy dążyć do jej maksymalnej redukcji;

przesuwać lepiej niż podnosić i kłaść z powrotem; prawie zawsze korzystniej jest przesunąć ładunki niż podnosić, zanosić i kłaść je w nowym miejscu przeznaczenia. Aczkolwiek przesuwanie wymaga także siły i sporego ruchu, ale w porównaniu z podnoszeniem jest zdecydowanie lżejsze, a przy tym ruch jest zredukowany. Na przykład, w urzędach pocztowych, ustawienie stołów i innego wyposażenia na jednym poziomie ułatwia segregację i transport przesyłek. Innym przykładem może być odsunięcie części stołów roboczych tak, aby pozwolić resztkom (odpadkom), powstającym w procesie pracy, spadać bezpośrednio do kontenera; w ten sposób wyeliminuje się monottonne ruchy, które byłyby potrzebne do usuwania powstających odpadków;

być twórczym; jedną z barier postępu jest to, że ludzie często nie mają wpływu na wygląd, rozmiary i kształt narzędzi. Narzędzia te stają się wówczas niewygodne w użyciu. W tym celu projektuje się ergonomiczne programy w przemyśle, które przez niekonwencjonalne jak i konwencjonalne myślenie pomagają usuwać takie bariery. Za pomocą twórczych rozwiązań można znaleźć taki sposób, aby zredukować niepotrzebny ruch i wysiłek, a także dyskomfort odczuwany przy wykonywaniu różnych czynności. Rozwijanie w procesie pracy innowacyjności ludzi pozwoli na szybki wzrost produktywności i efektywności.

Minimalizuj zmęczenie. Obciążenie fizyczne i umysłowe powoduje spadek efektywności wykonywanych zadań. Ciężka praca powoduje szybkie zmęczenie mięśni przez co stają się one bardziej podatne na urazy, a nawet rany. W ubiegłym stuleciu podkreślało się, iż postęp technologiczny zapobiega zmęczeniu pracowników. Obecnie jednak wraz z tym postępem coraz bardziej zwraca się uwagę na człowieka i jego zmęczenie w aspekcie wydajności pracy. Zmęczenie pracownika może być zmniejszone przez odpowiedni wysiłek umysłowy, właściwą organizację pracy, a także przez redukcję ciężaru metabolicznego. Wysiłek umysłowy jest w zasadzie dobrze rozpoznany w literaturze przedmiotu i tu nie będzie omawiany.

Ciężar metaboliczny; praca wymagająca bardzo dużego wysiłku powinna być zastępowana przez odpowiednio dobrane narzędzia, urządzenia, maszyny, automaty i roboty przemysłowe. Zmęczenie człowieka jest rezultatem ciężkiej, wyczerpującej pracy. Wpływa ona na zmęczenie całego ciała. Kiedy ludzie ciężko pracują, wydają energię, spalają dużą ilość kalorii, i pocą się. Taka aktywność nazywana jest ciężarem metabolicznym. Poziom metabolicznego ciężaru możemy zredukować przez następujące rozwiązania:

- używanie maszyn, urządzeń i innych narzędzi pracy,
- wyznaczanie w razie potrzeby innych pracowników do pomocy,
- wprowadzanie częstych, ale krótkich przerw w pracy,
- umożliwienie zgłaszania skarg przez pracownika odnośnie rzeczy i spraw, które sprawiają im niepotrzebne trudności.

Unikaj statycznego ciężaru. Ciężar statyczny jest szczególnie stresującą kombinacją w pracy, ponieważ wiąże jednocześnie siłę z niewygodną pozycją ciała. Jeżeli krótkotrwała praca wymaga niewygodnej pozycji, możemy to jakoś pokonać i nie wpłynie ona poważnie na zmęczenie. Jeżeli taka praca wykonywana jest przez kilka godzin, może jednak wpłynąć na zmęczenie i zdrowie pracownika bardzo poważnie. Nieprzerwany statyczny ciężar, który ma silny wpływ na mięśnie, może przyczynić się nawet do poważnych urazów. Bardziej lub mniej napięte mięśnie mogą powodować ucisk, przez co naczynia krwionośne i naczynia włosowate transportują mniej tlenu i składników odżywczych do komórek; co w konsekwencji może trwale uszkodzić organizm ludzki. Dlatego też w pracy należy unikać długotrwałego obciążenia statycznego układu mięśniowo-kostnego i krwionośnego człowieka.

Zmniejszaj siłę i skracaj czas jej trwania. Nawet trzymając tylko ołówek czy długopis przez dłuższą chwilę, mięśnie ręki męczą się i zaczynają boleć. Nie można trzymać mocno i z dyskomfortem; wygodniej trzymać luźno, aby ręka mniej się męczyła. Przy zapobieganiu nadmiernemu zmęczeniu ręki podczas pisania należy:

- przerwać pisanie i rozprostowywać mięśnie kilka razy,
- używać uchwytu, dzięki któremu średnica ołówka lub długopisu będzie większa i pisanie będzie wygodniejsze.

Minimalizuj nacisk punktowy na ciało. Nacisk bezpośredni lub „styczny” na różne części ciała jest ważnym i powtarzającym się problemem w wielu miejscach pracy. Ponadto praca taka często staje się niewygodna i może powodować ból, a przez to zmniejsza się wydajność pracy. Dodatkowo bezpośredni nacisk na różne części ciała powoduje dość często powierzchowne rany ciała. Dla przykładu, dłoń, przez którą przechodzi duża liczba nerwów, jest szczególnie wrażliwą częścią ciała człowieka, a jej palce narażone są często na urazy. Podstawową przyczyną dolegliwości dłoni jest zbyt duży na nią nacisk narzędzi ręcznych. Narzędzia te mogą również uciskać na naczynia krwionośne, przez co zwiększa się ryzyko niedokrwienia ręki. W związku z tym w pracy należy minimalizować naciski punktowe na różne części ciała, zwłaszcza na dłoń. Należy przestrzegać tu następujących postulatów:

- unikać bezpośredniego kontaktu pomiędzy ciałem i narzędziem ręcznym lub innym wyposażeniem,
- warstwa otaczająca narzędzie ręczne powinna być miękka oraz wyprofilowana i dopasowana do dłoni pracownika.

Zapewnij swobodę ruchów w wykonywaniu pracy. W miejscu pracy wymagane jest, aby pracownik miał dostatecznie dużą swobodę ruchów w trakcie wykonywania pracy. Powinien on mieć łatwy dostęp do wielu narzędzi i wszystkiego, co jest mu potrzebne w pracy, bez napotykania dodatkowych (niepotrzebnych) przeszkód, a nawet barier. Takie zagadnienia pojawiają się w wielu zakładach pracy. Pracownicy często mają zbyt małą przestrzeń roboczą, na przykład dla kolan, łokci i innych części ciała. Powoduje to często ich urazy.

Zadbaj o projekt dla wysokich pracowników. Wysocy ludzie dość często mają problem ze swoim stanowiskiem pracy, ponieważ często jest ono zaprojektowane (zaplanowane) dla ludzi o przeciętnym wzroście. Podstawową zasadą jest ustawienie wszystkiego tak, aby wysoki pracownik miał dostęp do wszystkiego, co jest mu potrzebne w pracy tak, żeby jego kolana, głowa, ręce nie były narażone na urazy podczas wykonywanych zadań. Dla usprawnienia pracy często potrzebne jest:

- przemeblowanie, np. półek, szafek i innych przedmiotów,
- usunięcie zbędnych przedmiotów i stworzenie większej powierzchni do pracy,
- zidentyfikowanie i wyeliminowanie wszystkich przeszkód, które utrudniają wykonywanie zadań.

Ruszaj się i wykonuj ćwiczenia. Człowiek, żeby być zdrowym potrzebuje aktywności. Ciało ludzkie wymaga ćwiczeń i ciągłego, umiarkowanego rozciągania mięśni. Zgodnie z opiniami wielu badaczy, ludzie którzy pracują fizycznie koniecznie muszą zwiększyć swoją aktywność ruchową. Ćwiczenia wykonywane poza godzinami pracy, powinny przede wszystkim być ćwiczeniami rozciągającymi oraz relaksującymi. Mięśnie powinny być cwi-

czone, aby nie były narażone na urazy podczas ciężkiej pracy fizycznej. Nie należy jednak mięśni zbyt mocno obciążać, by nie powodować ciężkich urazów ciała.

Zadbaj o komfortowe warunki pracy. Pracownicy w miejscu pracy często mają nieodpowiednie warunki. Niewłaściwe warunki klimatyczne - nadmierny upał lub zimno, wilgotność, zapylenie, niewłaściwe oświetlenie. Hałas i wibracje utrudniają pracę, po za tym nadmierny hałas uszkadza słuch a wibracje działają wielostronnie i m.in. uszkadzają wrażliwe tkanki. Toksyczne działanie różnych substancji, jak jest np. w przypadku pracowników laboratoriów, może szkodzić zdrowiu, co wpływa na bardziej lub mniej wydajną pracę.

5. Uwarunkowania osobowe tworzenia miejsc pracy

Przy projektowaniu i planowaniu miejsc pracy każdorazowo należy wielostronnie rozważyć i uwzględnić wpływ grup czynników wynikających ze zróżnicowania zasobów ludzkich:

- *ludzie są różni*; mają różne kształty i rozmiary: są wysocy i niscy, szczupli i otyli, młodzi lub starzy. Tymczasem bardzo często zdarza się, że kiedy tworzymy (projektujemy) i planujemy miejsce pracy kierujemy się regułą – „będzie pasować dla każdego pracownika”. W rezultacie, miejsce pracy pasuje tylko do małej części populacji, poza tym tylko niektórzy ludzie są w pełni sprawni fizycznie i intelektualnie w każdym etapie ich życia. Wielu z nich ma różne ułomności, na które musimy zwracać uwagę projektując miejsce pracy;
- *ludzie mają różne ograniczenia*; ograniczenia fizyczne i umysłowe ma każdy z nas. Najprostsze ograniczenia dotyczą spraw fizycznych na przykład, nawet najwyższa osoba nie dosięgnie wszystkich rzeczy znajdujących się na półce za wysoko umiejscowionej. Ciało ludzkie nie toleruje stania przez bardzo długi okres, dlatego też musimy o tym pamiętać tworząc miejsce pracy. Ograniczenia umysłowe dotyczą głównie reakcji i przetwarzania informacji. Są limity dla każdego człowieka odnośnie ilości spraw, którymi może się zajmować jednocześnie;
- *ludzie mają różne osobowości*; zachowanie się człowieka zależy głównie od zespołu cech osobowości i od okoliczności;
- *ludzie różnie reagują*; ludzie uczą się przez całe życie właściwego reagowania na różne sytuacje. Jeżeli weźmiemy pod uwagę przewidywalne reakcje (zachowania się człowieka) w zależności od okoliczności, to prawidłowo zaprojektuje się bezpieczne i wydajne miejsce pracy [5, s.4-5].

W wyniku stosowania w praktyce zasad i postulatów ergonomii osiągamy następujące korzyści: lepsze samopoczucie, komfort psychiczny, mniejsza liczba błędów w pracy, mniej urazów, więcej innowacyjności, mniejsze koszty, większe przychody i zyski, większa efektywność.

6. Konkluzja

Ergonomia w badaniach wykorzystuje metody i techniki przez siebie wypracowane i posługuje się metodami zapożyczonymi z innych nauk (fizyki, techniki, fizjologii i psychologii pracy, organizacji pracy i innych nauk). Stosując metody naukowe w badaniach, zwłaszcza materialnego środowiska pracy, odkrywa określone prawidłowości i formułuje je w postaci zasad, postulatów i innych ważnych zaleceń ergonomicznych. Odkryte metodami naukowymi, przedstawione wyżej zasady i postulaty ergonomiczne tworzą logiczny i wewnętrznie spójny system oraz stanowią udokumentowaną podstawę uznania ergonomii za stosowaną dyscyplinę naukową.

Rec. E. Kowal

Literatura

1. Adamiński K., O nauce organizacji, PWE, Warszawa 1985.
2. Frąckiewicz J., System sprawnego działania, Zakład Narodowy im. Ossolińskich, Wrocław 1980.
3. Grandjean E., Fizjologia pracy. Zarys ergonomii, PZWL, Warszawa 1971.
4. MacLeod D., The Ergonomics. Kit for General Industry, Lewis Publishers, New York 1990.
5. MacLeod D., The Rulet of Work, Wyd. a Practical Engineering Guide to Ergonomics, Taylor & Francis, New York 2000.
6. Murrell K.F.H., Ergonomics, Chapman, London 1965.
7. Pietrulewicz B., (red) Wybrane zagadnienia rozwoju zawodowego człowieka, UZ, Zielona Góra 2005.
8. Pilawski B., Obliczanie efektów ekonomicznych postępu technicznego, PWN, Warszawa 1990.
9. Probst G., Raub S., Romhardt K., Zarządzanie wiedzą w organizacji, Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2002.
10. Proctor T., Twórcze rozwiązywanie problemów. Podręcznik menedżerów, Wyd. GWP, Gdańsk 2002.
11. Pszczołowski T., Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji, Ossolineum, Wrocław 1979.
12. Rosner J., Podstawy ergonomii, PWN, Warszawa 1982.
13. Rybarczyk W., hałas w przemyśle i jego organizowanie: ujęcie ekonomiczne dla przedsiębiorców, CZE, Zielona Góra 1999.
14. Starostecki A., Determinanty organizacyjne zarządzania produkcją, Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz 2000.
15. Trzeciak M., Elementy nauki o pracy, PWN, Warszawa 1977.
16. Wieczorek S., Podstawy ergonomii, Wyd. PRZ, Rzeszów 2000.
17. Wieczorek S., Podstawy psychologii pracy i ergonomii, Wyd. TARBONUS, Tarnów 2005.
18. Zieleniewski J., Organizacja i zarządzanie, PWN, Warszawa 1981.
19. Żukowski P., Hałas i wibracje w aspekcie zdrowia człowieka, Wyd. FOSZE, Rzeszów 1996.
20. Żukowski P., Podstawowe problemy organizacji pracy i ekonomiki produkcji, PWN, Warszawa 1986.
21. Żukowski P., Podstawy nauk o zarządzaniu, Ofic. Wyd. PRZ, Rzeszów 2004.