

Wiesława Ł. Nowacka

Psychofizjologia człowieka w środowisku 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. nzw. dr hab. Tadeusz Moskalik

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 83-89703-47-5

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

Spis treści

Wstęp.....	5
1. Psychofizjologia człowieka w środowisku jego aktywności.....	7
1.1. Rys historyczny badań w zakresie psychofizjologii człowieka...	8
1.2. Ciężkość pracy.....	9
1.3. Sprawność fizyczna.....	10
1.4. Zmęczenie.....	13
1.5. Organizacja pracy a uwarunkowania psychofizjologiczne.....	19
1.6. Zalecenia praktyczne uwzględniające przesłanki psychofizjologiczne w kształtowaniu warunków i przebiegu pracy ludzkiej	24
2. Odbiór i przetwarzanie informacji ze środowiska przez organizm człowieka	29
2.1. Cybernetyczny model funkcjonowania człowieka.....	30
2.2. Źródła i skutki stresu psychicznego w środowisku pracy	32
2.3. Stres pracy nocnej.....	35
2.4. Przeciwdziałania stresowi w środowisku pracy	37
2.5. Ocena obciążenia psychicznego pracą.....	38
3. Energetyka pracy i wypoczynku	45
3.1. Zdolność do wysiłku i wydolność fizyczna człowieka.....	46
3.2. Fizjologiczna klasyfikacja wysiłku	53
3.3. Pomiar wydatku energetycznego podczas wysiłku fizycznego.....	54
3.4. Ocena obciążenia fizycznego pracą.....	61
3.5. Ręczne czynności transportowe.....	64
3.6. Obciążenie termiczne człowieka w środowisku pracy. Termoregulacja.....	66
4. Podsumowanie	77

5. Literatura..... 83

Wstęp

„Praca pożyteczna... dzieli się stósownie do rodzaju sił naszych, które jej poświęcamy i pod przewodnictwem których ją wykonywamy, na cztery następujące rodzaje pracy, to jest na pracę: fizyczną, estetyczną, racjonalną i moralną czyli na ruchową, czuciową, umysłową i duchową, którą nazywamy inaczej: **Robotą, Zabawą, Myśleniem, Poświęceniem.**

Wojciech Bogumił Jastrzębowski (1857)

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. „Psychofizjologia człowieka w środowisku pracy”.

Treść materiałów dydaktycznych w niniejszym opracowaniu zawarta została w 5 rozdziałach. Rozdział 1. poświęcono przedstawieniu psychofizjologii człowieka w środowisku jego aktywności. Wyjaśniono biologiczne podstawy aktywności człowieka oraz pojęcia ciężkości pracy, sprawności fizycznej, zmęczenia. Przedstawiono zalecenia praktyczne uwzględniające przesłanki psychofizjologiczne w kształtowaniu warunków i przebiegu pracy ludzkiej. W rozdziale 2 omówiono odbiór i przetwarzanie przez organizm człowieka informacji napływających ze środowiska pracy. Rozdział 3 omawia energetykę pracy i wypoczynku człowieka. Podano w nim informacje na temat zdolności do wysiłku i wydolności fizycznej człowieka, fizjologicznej klasyfikacji wysiłku, pomiaru wydatku energetycznego podczas wysiłku fizycznego. Rozdział 4 to podsumowanie zaś ostatni rozdział 5 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. „Psychofizjologia człowieka w środowisku pracy” będą realizowane, oprócz wykładu, także w formie prac projektowych poprzedzonych ćwiczeniami pomiarowymi wykonywanymi na uczestnikach zajęć. Pomiar obejmuje wydolność fizyczną i wydatek energii metodą wentylacyjną. Praktyczne ćwiczenia pomogą słuchaczom w nabyciu umiejętności z zakresu posługiwania się metodami i przyrządami pomiarowymi stosowanymi w fizjologii pracy. Sprawozdanie w postaci wypełnionego arkusza kalkulacyjnego oraz pliku tekstowego zawierającego omówienie ćwiczeń i wnioski z ćwiczeń wykonywane jest w zespołach 3-4 osobowych.

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

1

Psychofizjologia człowieka w środowisku jego aktywności

W tym rozdziale

- Rys historyczny badań w zakresie psychofizjologii człowieka
- Ciężkość pracy
- Sprawność fizyczna
- Zmęczenie
- Organizacja pracy a uwarunkowania psychofizjologiczne
- Zalecenia praktyczne uwzględniające przesłanki psychofizjologiczne w kształtowaniu warunków i przebiegu pracy ludzkiej

1.1. Rys historyczny badań w zakresie psychofizjologii człowieka

Od najdawniejszych czasów praca zawodowa była związana z narażeniem człowieka na trudy, niebezpieczeństwo wypadku, czy choroby zawodowe. Przez długie lata, te fakty przyjmowane były jako nieodłączny element zatrudnienia, jako rzecz najbardziej naturalna. Już jednak na początku dwudziestego wieku, potem z okresowo większym zainteresowaniem w latach 30-tych ubiegłego wieku (następnie 60-70-tych, ze szczególnym wzrostem zainteresowania objawiającym się liczbą publikacji w latach 90-tych), dobrze rozumiano konieczność spojrzenia na pracę ludzką z szerszej perspektywy, niż tylko parametry techniczne, ekonomiczne, technologiczne. Takie wnioski można wyciągnąć z wczesnych prac zarówno autorów obcych (Astrand, Rhyming 1954), jak i wielu prac monograficznych i przeglądowych, które ukazały się w Polsce: Brouha (1962), Biegeleisen-Żelazowski (1958), Missiuro (1958).

Cytując Brouha można powiedzieć, że: „dopóki ustala się organizację pracy i normy produkcji bez uwzględnienia reakcji fizjologicznych robotników, tak długo nie znajdzie się żadnego realnego rozwiązania problemu ludzkiego wysiłku, zmęczenia”. To zdanie funkcjonuje jako motto, już od dziesiątków lat, w pracach badawczych ergonomistów.

Pojęcia związane z głównym problemem, jakim jest poznanie wpływu pracy na wykonawcę, podlegały na przestrzeni lat przeobrażeniom, określając zmiany w poglądach na następujące składowe zagadnienia:

praca → ciężkość, bezpieczeństwo zatrudnionego (zagrożenia zdrowia i życia),

praca → sprawność fizyczna,

praca → zmęczenie nią wywołane (pomiar i ocena),

praca → organizacja, struktura czasowa pracy, jej implikacja - wydajność pracy,

praca → zalecenia praktyczne uwzględniające przesłanki fizjologiczne w kształtowaniu warunków i przebiegu pracy ludzkiej.

Rozważając problem jakim jest reakcja organizmu człowieka na stres pracy, czyli tego co powszechnie nazywane jest „stresem” konieczne jest prześledzenie ewolucji, szczegółowe omówienie i przedyskutowanie tych, podstawowych dla zrozumienia kompleksowości i złożoności zjawiska, zagadnień.

1.2. Ciężkość pracy

Praca → ciężkość, bezpieczeństwo zatrudnionego (zagrożenia zdrowia i życia)

Praca posiada szereg definicji: dla Lehmana (1966) - praca to każda czynność ludzka wykonywana zawodowo dla zapewnienia bytu w społeczeństwie. Według Klonowicza (1965) to po prostu każdy rodzaj aktywności zawodowej. Z kolei Fibiger (1988a) uważa pracę za formę ukierunkowania sił twórczych człowieka na określone, pozytywne dla społeczeństwa tory. Klasyczna jest już definicja T. Kotarbińskiego (1965), która mówi, że praca to: „wszelki splot czynów (w poszczególnych przypadkach pasmo czynów) mających charakter pokonywania trudności dla uczynienia zadość czyimś potrzebom istotnym”.

Proste jest zdefiniowanie, zmierzenie mechanicznej pracy maszyny, natomiast praca ustroju ludzkiego, jej definicja, a tym bardziej kwestie jej pomiaru i oceny następstw fizjologicznych nastroczają wiele problemów. Z punktu widzenia fizyki za pracę (o charakterze dynamicznym) będziemy rozumieli iloczyn drogi przez siłę działającą na tej drodze. Dla pracy statycznej z kolei jest to iloczyn siły przez czas jej trwania. Nie należy zapominać, iż możemy mieć do czynienia z pracą w sensie nie tylko fizycznym, ale i myślowym. Według Fibigera i Rogozińskiego (1977), można za pracę w sensie fizjologicznym uznać wszystkie czynności poszczególnych komórek, narządów i układów. Jak widać spektrum podejść do zjawiska pracy jest bardzo szerokie.

Aktywność w wielu działach pracy mimo wdrażania mechanizacji, która miała miejsce zwłaszcza w ostatnich dwu dekadach, nadal może być uważana za pracę ciężką i/bądź niebezpieczną. W wielu sytuacjach przekraczane są zalecane granice obciążeń.

W wielu sytuacjach mamy do czynienia z synergicznym działaniem wielu czynników powiązanych z pracą, czyli kosztu energetycznego z jednoczesnym negatywnym działaniem czynników Materialnego Środowiska Pracy (MSP). Szczególne obciążenia dotyczą wszystkich pracowników zatrudnionych w pracy terenowej, gdzie są często jednocześnie narażeni na czynniki o charakterze fizycznym, chemicznym, biologicznym (ciężkość pracy, negatywne oddziaływanie pogody, rozległość przestrzeni pracy, wibracje, hałas, spaliny itp.). Oddziaływanie kilku czynników, jak wiadomo, może spowodować kumulatywne oddziaływanie ich kombinacji; ma to miejsce w wielu działach produkcji. Znany przykładem synergicznego w skutkach oddziaływania wielu czynników na organizm ludzki jest praca pilarką. Hałas, wibracje, czynniki środowiska naturalnego, w którym praca się odbywa, powodują zwielokrotnienie oddziaływania poszczególnych czynników. Uznaje się w tym przypadku, że czysto fizyczne, ale i psychiczne zmęczenie, a z nim rozproszenie uwagi, mniejsza siła, sprawność mięśni, gorsza motoryka, osłabienie czasu reakcji są podstawowymi czynnikami sprzyjającymi wypadkom.

1.3. Sprawność fizyczna

Praca → sprawność fizyczna

Wiele jest zarówno definicji zdrowia (Bączek, Szczęśniak 1990, Kopyczyński 1990, Sokołowska 1990, Titkow 1990), jak i tego co nazywamy wydolnością, sprawnością fizyczną (Astrand 1960, Astrand Ryhming 1954, Durnin, Passmore 1969, Klonowicz, Rogoziński 1965, Kofranyi, Michaelis 1940, Kozłowski, Nazar 1995, Traczyk, Trzebski 1989).

W codziennym życiu, gdy mówimy o sprawności i wydolności fizycznej, oba te pojęcia traktuje się jednoznacznie, jako synonimy. Równocześnie słowo zdrowie stanowi zamiennik wydolności i sprawności. Wszystkie te sformułowania wyrażają nieco różne, aczkolwiek ściśle ze sobą związane zjawiska.

O sprawności fizycznej, jak się przyjmuje decydują uzdolnienia ruchowe, sprawność ruchowa, poziom rozwoju różnych cech sprawności ruchowej, rodzaj wykonywanej pracy, ciężkość pracy, sposób spędzania wolnego czasu (aktywność fizyczna w czasie wolnym podwyższa ogólną sprawność pracownika, zwiększa szansę na dobre zdrowie) (Bielski,

Kostrzewa 1986., Fibiger 1988b, Nowacka 1997, Nowacka 2009). Stan aktualny sprawności fizycznej jest uwarunkowany różnymi czynnikami. Należą do nich: wydolność fizyczna, wrodzone uzdolnienia ruchowe, cechy konstytucjonalne (wzrost i masa ciała), właściwości fizyczne ustroju (siła, szybkość, wytrzymałość), a także płeć i wiek. Na poziom sprawności fizycznej ma również niewątpliwie wpływ stopień zainteresowania danego człowieka wykonywaną pracą, motywacja do aktywności ruchowej. Jak wynika z prac wielu badaczy sprawność fizyczna ma olbrzymi wpływ na jakość pracy, jej bezpieczeństwo i wydajność. Spadek sprawności pogarsza jakość pracy i zwiększa zawodność działania, a przez to ryzyko zdarzeń niekontrolowanych. W konsekwencji wzrasta awaryjność i wypadkowość.

Jak wynika z badań, mechanizacja pracy nie prowadzi w sposób automatyczny do pracy lekkiej, czy wręcz komfortowej dla robotnika. Oczywiście można znaleźć wiele przykładów poprawy sytuacji robotnika w pracy, choćby mechanizacja załadunku, wyładunku, transportu. Niektóre operacje niestety nie mogą być zmechanizowane w pełni z różnych względów, bądź to zbyt dużych kosztów, bądź z braku odpowiednich maszyn (przyczyny techniczne bądź ekonomiczne). W przypadku częściowej mechanizacji prace, które nadal są wykonywane ręcznie często stwarzają sytuację zwiększonego wysiłku dla robotnika np. przez zwiększenie, wymuszenie szybszego tempa pracy lub spadek możliwości wydatkowania energii (nawyk łatwej pracy, osłabienie efektu treningowego). Jak podkreśla wielu autorów, jedynie sprawny, zdrowy, wytrzymały na różnorodne obciążenia, wydolny organizm może podołać nadal dużym wymaganiom niektórych stanowisk pracy

Jednym z wymienionych elementów mających wpływ na sprawność jest wydolność fizyczna. Jak jest ona rozumiana?

Wydolność fizyczna, zgodnie z rozpowszechnionym jej rozumieniem, to biologiczna właściwość człowieka. Ogólna wydolność fizyczna, jak określa Kozłowski i Nazar (1995), jest to „zdolność do wykonywania ciężkiej lub długotrwałej pracy fizycznej bez zmęczenia i bez głębszych zmian środowiska wewnętrznego ustroju oraz zdolność ustroju do szybkiej likwidacji, po zakończonym wysiłku, ewentualnych zaburzeń homeostazy, czyli szybkiego wyrównywania odchyleń od względnie stałego stanu równowagi, np. składu krwi, zawartości związków energetycznych w mięśniach, temperatury ciała itp.” Na tak rozumianą wydolność fizyczną składa się też wysoka tolerancja zmian w środowisku wewnętrznym organizmu podczas wysiłków o dużej intensywności. Oznacza to, że u człowieka o dużej wydolności fizycznej mogą wystąpić znaczne odchylenia od stanu względnej równowagi różnych procesów fizjolo-

gicznych, większe niż u człowieka o małej wydolności, a mimo to jest on nadal zdolny do wykonywania pracy. Można więc przyjąć, że wydolność fizyczna decyduje o potencjalnych możliwościach ustroju w zakresie wykonywania wysiłków fizycznych. Jako stan biologiczny warunkuje, między innymi, sprawność fizyczną. Mówi się także o wydolności specjalnej, ukształtowanej na tle ogólnej wydolności fizycznej. Jest ona wynikiem przystosowania do konkretnej pracy, a najbardziej wykształcone są te struktury, które ułatwiają wykonywanie pracy.

Kolejną powiązaną ze sprawnością wielkością jest wytrzymałość, która rozumiana być może za Astrandem (1960) jako wydłużenie czasu zachowania zdolności do pracy oraz podwyższenie odporności organizmu na zmęczenie lub wysiłek wykonywany w niekorzystnych warunkach środowiska zewnętrznego, lub za Fibigerem i Rogozińskim(1977) jako zdolność do nieprzerwanego, długotrwałego podtrzymywania napięcia mięśniowego (wytrzymałość statyczna), czy też jako zdolność do wykonywania wysiłków dynamicznych ze znacznymi obciążeniami w długim czasie. Wytrzymałość odgrywa istotną rolę w wielu rodzajach pracy zawodowej, między innymi w leśnictwie, rolnictwie, górnictwie. Pomiar zarówno siły jak i wytrzymałości rozumianej jako maksymalny czas utrzymania pewnego napięcia mięśniowego, jest wykonywany między innymi za pomocą dynamometrów (rysunek 1.1).



Rysunek 1.1 Dynamometr służący do pomiaru siły, wytrzymałości

Wiele prac mimo trwającego od około dwu dekad szybkiego postępu mechanizacji, nadal stwarza duże wymagania w odniesieniu do możliwości wykonawcy, jego umiejętności, wydolności, sprawności. Prawidłowo zorganizowana praca musi wykorzystywać naturalne właściwości organizmu ludzkiego. Taką właściwością są między innymi rytmy circadiane i tygodniowej sprawności psychofizycznej (Lehmann 1966, Ogińska 1988, Ogiński i in. 1988, Olszewski 1997, Pokorny i in. 1990). W organizacji każdej aktywności roboczej winno uwzględniać się tę rytmikę. W badaniach Tomanić'a (1971) wykorzystanie znajomości naturalnej rytmiki sprawności organizmu pilaryzowało na zwiększenie wydajności pracy o 46%, przy jednoczesnym skróceniu tygodniowego wymiaru czasu pracy.

1.4. Zmęczenie

Praca → - zmęczenie nią wywołane (pomiar i ocena)

Badanie systemu „Człowiek – Maszyna – Środowisko” jest metodologicznie bardzo trudne. Jest to spowodowane wysokim stopniem skomplikowania podsystemów (zwłaszcza subsytemu „człowiek”) i koniecznością jednoczesnego rejestrowania wpływu, relacji różnorodnych czynników, wzajemnie na siebie oddziałujących. Dotyczy to także problemów badania zmęczenia. Wielu badaczy wykluczało możliwość opracowania metod pomiaru zmęczenia. Z drugiej strony, bardzo wielu sądzi jednak, że nawet jeśli do końca sama definicja zmęczenia nie jest sprecyzowana, to nie należy rezygnować z pomiarów choćby cząstkowych elementów zjawiska i rozwiązywać najtrudniejszy problem jakim jest interpretacja wyników.

Wykładnikiem ciężkości pracy w obiegowym, potocznym znaczeniu jest wielkość odczuwanego zmęczenia fizycznego. Zwrócić należy uwagę na to, że zmęczenie nie jest tożsame z obciążeniem, jest natomiast jego skutkiem. Jest skutkiem aktywności znajdującej się poza przedziałem optymalnych wartości.

Zmęczenie jako odczucie indywidualne ma charakter subiektywny, lecz podłożem są obiektywnie występujące zmiany fizjologiczne i biochemiczne. Wpływ na ocenę zmęczenia ma nie tylko wielkość wydatkowanej energii, komponenta statyczna i dynamiczna ale i indywidualne możliwości wysiłkowe, sprawnościowe (Liu i in. 1997, Nowacka 1997,

Paluch, Piesiewicz 1986, Pokorny i in 1990, Roman-Liu 2005, Wróblewska 2004)]. Wynika z tego, że odczucie zmęczenia fizycznego może być najbardziej syntetycznym wskaźnikiem obciążenia wynikającego z wykonywania pracy fizycznej.

Pomiar pracy ludzkiej, jej intensywności i efektów w postaci zmęczenia, opierać się winien nie na jednym, lecz syntetycznych objawach psychofizjologicznych, występujących w ścisłym związku z pracą. Większość badaczy planując strategię badawczą zakłada, że stan organizmu zmienia się pod wpływem wykonywania zadania roboczego, a efekt ten ma charakter kumulacyjny. Biorąc to pod uwagę, zdecydowano się mierzyć wpływ pracy na zmienne fizjologiczne i psychologiczne nie tylko podczas pracy, ale przed jej rozpoczęciem, podczas przerw wypoczynkowych i po jej zakończeniu. Badania w większości przypadków wykonywane są w standardowych warunkach zamkniętych pomieszczeń badawczych lub znacznie rzadziej w specjalnie wyposażonym ruchomym laboratorium. Najczęściej rejestrowany jest bardzo konkretny rodzaj czynności, prostej, powtarzalnej, w rzeczywistych warunkach wykonywania zawodu, rzadko realizowanej. Są to badania z, których wypływające wnioski mogą znaleźć praktyczne zastosowania w większości technologii i technik pracy (Bugajska i in. 1992, Chaffin i in. 1994, Ciriello i in. 1990, 1993, Dudek 1992, Roman-Liu 2005, Roman-Liu, Tokarski 2005, Widerszal-Bazyl, Cieślak 2000). Podstawą tego typu badań jest określanie wpływu wykonywanej pracy (jej struktury, wydajności) na parametry psychofizjologiczne, na behavior wykonawcy. Większość badań poświęconych tym zagadnieniom dotyczyła określaniu krótkich odcinków pracy i ich wpływu na robotnika. Efekty pracy określane mianem zmęczenia są uznawane powszechnie za trudne do mierzenia i interpretacji. Istnieje wiele wskaźników zmęczenia lecz mogą one być użyteczne w badaniach laboratoryjnych. W opracowaniach terenowych dołącza się wiele innych czynników „przeszkadzających”, efekty pomiarów są więc znacznie trudniejsze do interpretacji.

Historycznie rzecz biorąc istniały trzy główne kierunki badawcze w dziedzinie poznania wpływu pracy na wykonawcę.

1. Pierwszy z nich badał zmiany w jakości wykonania pracy podczas aktywności. Były to bardzo wczesne prace Kräpelin'a (1902) prowadzone począwszy od początku ubiegłego wieku, czy późniejsze prace Eide (1973), Fibigera i Rogozińskiego (1977). Prędkość i jakość produkcji, subiektywne odczucia po pracy, liczba błędów lub wypadków, to typowe parametry badawcze. Z tego obszaru badań pochodzą ważne, znane parametry i sposoby interpretacji: fluktuacja, typ, intensywność

obciążenia pracą w zależności od czasu, wpływ rytmów circadianych, różnice uzależnione od charakterystyk wykonawcy pracy (wiek, doświadczenie, wykształcenie itp.). Badania w tym zakresie podkreślają konieczność dokładnego uwzględniania parametrów zawodowych i środowiskowych, a także osobowych. Uzyskiwane wyniki wskazują jednocześnie, że pomiar zmian samej tylko wydajności pracy nie jest dobrym, wiarygodnym, pewnym miernikiem zmęczenia. Używany samodzielnie może stanowić czynnik porównawczy indywidualnych zmian osobniczych w czasie, ale nie powinien być wykorzystywany do porównań międzypersonalnych.

2. Drugi obszar badań w dziedzinie poznania wpływu pracy na wykonawcę to badanie somatycznych reakcji robotnika podczas pracy lub po jej wykonaniu. Rytm tętna, ciśnienie tętnicze krwi, wentylacja płuc i wiele innych parametrów fizjologicznych określających funkcje organizmu ludzkiego to parametry badawcze tego obszaru badań. Te czynniki wydają się użyteczne zwłaszcza w odniesieniu do ciężkich fizycznie prac. Ponieważ wzrasta znaczenie obciążenia psychicznego, trzeba szukać innych parametrów pomiarowych. Opracowania dla krajowych uwarunkowań są dość nieliczne, raczej o charakterze metodycznym. Prace tego typu wiążą się z problemami odbioru informacji, ich przetwarzaniem, interpretacją rezultatów podejmowanych decyzji. Te problemy są rozpatrywane z reguły w warunkach laboratoryjnych, gdzie kontrolowane są podstawowe warunki pracy. Są one niestety odległe od realiów pracy, więc wnioskowanie na podstawie uzyskanych wyników sprawia wiele trudności.
3. Trzecie zagadnienie obejmuje użycie psychometrycznych laboratoryjnych testów do pomiaru wpływu zadania wykonywanego przez człowieka na wykonawcę. Badany jest czas reakcji, pojemność pamięci, poziom czujności w relacji do obciążenia pracą, jej rodzaju, ciągłości pracy itp. (rysunek 1.3, 1.4). Większość badań w tym obszarze jest skoncentrowana na symulacyjnych eksperymentach zwykle sprawdzających efekt wpływu jednego lub kilku czynników związanych z pracą na człowieka. Problemy generalizacji tak uzyskanych danych są podobne do tych jakie stoją przed fizjologicznymi pomiarami efektów pracy. Istnieją problemy walidacji tego typu testów. Wpływ na wyniki ma bowiem efekt treningowy (uczenie się), motywacja, między-

osobnicze różnice umiejętności, rytmy cirkadianne (okołodobowe) mające wpływ na zmienność wydajności i sprawności.



Rysunek 1.2 Aparat Krzyżowy służący do badania reakcji organizmu na stres pracy

UWAGA!

Historycznie rzecz biorąc istniały trzy główne kierunki badawcze w dziedzinie poznania wpływu pracy na wykonawcę:

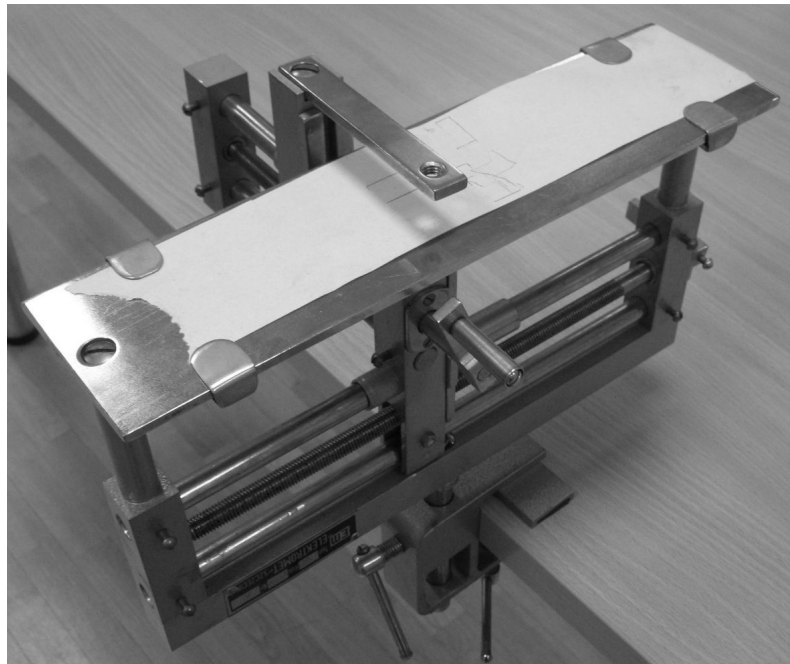
1. Badania zmian w jakości wykonania pracy,
2. Badanie somatycznych reakcji robotnika podczas pracy lub po jej wykonaniu,
3. Psychometryczne testy laboratoryjne.

Celem badań określających wpływ pracy na wykonawcę jest szukanie narzędzia dla umożliwienia określenia instrumentalnego na odpowiednio wczesnym etapie, iż praca wywołuje wpływ mogący doprowadzić do konsekwencji zdrowotnych. Zakłada się, że zanim praca wywoła taki negatywny skutek, organizm daje wcześniejszą odpowiedź elektrofizjologiczną lub na poziomie biochemicznym, a może na obu, jako reakcję na stres pracy. Takie zmiany funkcjonalne istnieją na pewnym poziomie nawet po zakończeniu pracy.

Kolejnym aspektem pomiaru zmęczenia, uwzględnianym zwłaszcza w ostatnich latach, jest subiektywna, dokonywana przez robotnika ocena tego zjawiska. Powstają różnorodne skale i wskaźniki subiektywnego poczucia zmęczenia. Na przykład „SI-Strein Index”, „SWI- Subjective

Workload Index”, zaproponowany przez Vanwongerghem’a, czy 15 stopniowa skala „RPE - Rate of Perceived Exertion” (obejmująca poziomy odczucia zmęczenia od 6-20), zaproponowana przez Borg’a, czy też zaproponowana przez Górską-Fórmaniak (1986) skala subiektywna lecz standaryzowana wydatkiem energii. W tworzeniu subiektywnych skal ocen przodują badacze japońscy.

Próba zdefiniowania zmęczenia psychicznego natrafia na szereg problemów. Dużo łatwiejsza jest, mimo przedstawionych wcześniej ograniczeń, określenie zmęczenia fizycznego (fizjologicznego). Próbując odpowiedzieć na pytanie o zmęczenie psychiczne, po pierwsze trzeba odpowiedzieć na pytanie, czy w ogóle możliwe jest odróżnienie zmęczenia fizycznego od zmęczenia psychicznego. Przyjmuje się, że można mówić o zmęczeniu psychofizycznym. Istnieją silne i w miarę obiektywne wyznaczniki pozwalające na ocenę zmęczenia fizycznego.



Rysunek 1.3 Aparat Suport Moedego do badania koordynacji wzrokowo-ruchowej

Przyjmuje się, że zmęczenie psychiczne:

- Spowodowane stresem oraz długotrwałą dominacją intensywnych emocji (zarówno pozytywnych jak i negatywnych) – daje w efekcie **zmęczenie emocjonalne**,
- Spowodowane znacznym wysiłkiem intelektualnym (np. trudne lub długie zadania) daje w efekcie **zmęczenie poznawcze**,
- Spowodowane wielokrotnymi niepowodzeniami i/lub brakiem poczucia kontroli i nadzoru - daje w efekcie **zmęczenie motywacyjne**,
- Spowodowane niewłaściwą motywacją, prowokowaniem zaniżania samooceny, mobbingiem bądź innymi nagannymi działaniami ze strony nadzoru i kierownictwa - daje w efekcie **zmęczenie tożsamości**.



Rysunek 1.4 Aparat Tremometr - do pomiaru tremoru, precyzji ruchów, ruchów dowolnych ręki i koordynacji wzrokowo-ruchowej

Wymienione wyżej rodzaje zmęczenia psychicznego mogą być oczywiście uwarunkowane do pewnego stopnia fizjologią, a zatem również odwzorowane parametrami będącymi w zainteresowaniu fizjologii pracy. Może się jednak zdarzać sytuacja, w której pojawiające się deficyty i dyskomfort nie posiadają wyraźnego tła fizjologicznego. Za zmęczenie psychiczne można uznać poczucie dyskomfortu połączone z obniżeniem dobrostanu psychicznego człowieka, które pojawia się w wyniku aktywności poznawczo-emocjonalnej oraz na skutek różnych okoliczności zewnętrznych i nie posiada podłoża fizjologicznego. Jak wskazują bada-

nia w zakresie psychologii pracy w pewnym stopniu zmęczenie wynika z właściwości naszej fizjologii, w pewnym zaś jest efektem wyuczonym społecznie czy uwarunkowanym czynnikami osobowościowymi. Zmęczenie psychiczne nie zawsze jest spowodowane rzeczywistością, mierzalną eksploatacją zasobów osobniczych. W tym ujęciu zmęczenie psychiczne jest zindywidualizowanym problemem wynikającym między innymi z percepcji zmęczenia. Czynniki osobowościowe, motywacja wewnętrzna i zewnętrzna wpływają moderująco na zmęczenie psychiczne.

Szczególnym przypadkiem zmęczenia psychicznego jest znużenie rozumiane jako nagle występujące zaburzenia nerwowo-psychiczne uniemożliwiające wykonywanie pracy przeważnie umysłowej, rzadziej fizycznej o niewielkiej intensywności bez wyczerpania się potencjału roboczego ani obiektywnych objawów utraty zdolności do pracy. Następuje spadek poziomu aktywacji w ośrodkowym układzie nerwowym, eliminacja reakcji na bodźce mniej znaczące, o małej intensywności, regularnej rytmice. Mamy do czynienia z przejściową niezdolnością do pracy z objawami paradoksalnie wielkiego zmęczenia podobnego do wyczerpania. Często przyczyną jest spadek lub brak zainteresowania daną pracą, zanik motywacji, atmosfera nudy. Najczęstszym objawem jest nagła senność. Od zwykłego zmęczenia psychicznego znużenie odróżnia również nagła odwracalność zjawiska, jak jego powstawanie, po zastosowaniu łagodnego bodźca.

1.5. Organizacja pracy a uwarunkowania psychofizjologiczne

Praca → organizacja, struktura czasowa pracy, jej implikacja - wydajność pracy

Proces pracy to pewien wyodrębniony i uporządkowany ciąg czynności (operacji) realizowanych w celu osiągnięcia spodziewanego efektu roboczego, czegoś pożytecznego. Podstawowym zadaniem każdego przedsiębiorstwa produkcyjnego jest wytwarzanie wyrobów w wyniku realizacji procesu produkcyjnego (którego podstawową częścią jest proces technologiczny). Proces technologiczny jest zwykle definiowany jako najbardziej efektywna całość (najlepsze z możliwych wykorzystanie zaangażo-

wanych w procesie środków produkcji, materiałów i nakładów pracy obejmująca środki wytwarzania wyrobów powiązane za pomocą określonych metod wytwarzania). Opracowanie procesu technologicznego, najbardziej efektywnego spośród możliwych jego przypadków, związane jest ściśle z zagadnieniem optymalizacji systemu technologii i organizacji produkcji. W praktyce tradycyjnym kryterium efektywności techniczno - ekonomicznej jest wysoka wydajność pracy, przy niskich kosztach produkcji i wysokiej jakości produktu końcowego.

Jak wynika z przeglądu literatury, w procesie optymalizacyjnym szczególną rolę pełni ergonomia. Przyjmuje się, że prawidłowa organizacja wszystkich prac powinna uwzględniać istniejące warunki pracy i pozwalać na uzyskiwanie wysokiej wydajności w drodze właściwego przygotowania procesów produkcji oraz jak najszerzej humanizacji pracy ze szczególnym uwzględnieniem organizowania przerw w pracy i prawidłowego wypoczynku.

Czas pracy stanowi istotny indyktor wydajności pracy. Przy formułowaniu nowych technik pracy, zaleceń organizacji pracy niezbędny jest opis czynników determinujących wymagania czasowe i wydajnościowe: zastosowane maszyny i urządzenia, wyposażenie w narzędzia (przewidyując zabezpieczenie organizmu wykonawcy przed ubytkiem zdrowia i sprawności), charakterystyka środowiska pracy, przewidywane warunki pogodowe, kolejność pracy, procedura i przebieg pracy, metody pracy (wraz z przewidywanymi sposobami likwidacji niepotrzebnych obciążeń działających na organizm pracującego człowieka), stan obiektu pracy, wymagania jakościowe, możliwości wykonawcze i operatorskie wykonawcy. Są to czynniki determinujące wydajność pracy.

UWAGA!

Wydajność pracy jest determinowana przez: czas pracy, zastosowane maszyny, urządzenia, narzędzia, środowisko pracy, kolejność prac, procedury, metody pracy, stan obiektu pracy, wymagania jakościowe, możliwości wykonawcze, umiejętności, motywację wewnętrzną i zewnętrzną.

Organizacja czasu pracy ma bezpośredni związek z ochroną pracy i ochroną samego czasu pracy. Nikt już nie przeczy zasadności 40 godzinnego tygodnia i 8 godzinnej dziennej pracy. Jednocześnie jednak, jednym z istotniejszych zadań jest powiązanie racjonalnego, bezpiecznego dla wykonawcy wykorzystania czasu pracy, bez rezygnacji z odpowiedniego efektywnego wykorzystania zmiany roboczej. Nadal w polskich warunkach efektywność wykorzystania czasu pracy jest niska i nie-

równomierna, co wcale nie jest jednoznaczne z brakiem, czy ograniczaniem zmęczenia robotników.

Znane są doniesienia o istnieniu zależności między wypadkowością, wielkością narażenia na szkodliwość pracy, a organizacją czasową pracy, kolejnością, następstwem czynności roboczych. Uznaje się za niezbędne w trakcie pracy, organizowanie przerw zależnych od wielkości obciążenia w trakcie pracy (więcej informacji na ten temat czytelnik znajdzie w podręczniku tej samej autorki pt. „Ergonomia i ergonomiczne projektowanie stanowisk pracy”). Mają one na celu nie tylko spowodowanie powrotu do normy parametrów fizjologicznych, ale także uwzględnienie istnienia:

1. obciążenia statycznego - by wyrównać potrzeby tlenowe i pokarmowe mięśni, usunąć z nich produkty przemiany materii,
2. ciężkiej, dynamicznej pracy fizycznej - dla powrotu wyjściowych parametrów układu oddechowego i krążenia, dla odzyskania energii do pracy i zapobiegania spadkowi stężenia glukozy we krwi, dla wyrównania długu tlenowego,
3. ekspozycji na wibracje i hałas - dla utrzymania limitu ekspozycji, i umożliwienia wypoczynku w ciszy,
4. monotonii - dla przełamania jej,
5. pracy w izolacji - dla przerwania samotności, umożliwienie kontaktu z innymi pracownikami,
6. pracy niebezpiecznej- dla zapobieżenia wypadkom wynikającym ze zmęczenia zarówno fizycznego jak i psychicznego.

Bazując na znajomości reakcji fizjologicznych w czasie przerw (krzywe restytucji), zaleca się by stanowiły one odpowiednią dla wielkości wysiłku ilość czasu (w % czasu aktywnego). Propozycje te są jednak nadal nie do końca jasno sprecyzowane i w zależności od autorów znacząco różnią się do siebie. Jest za to uzasadnione wieloma badaniami, iż racjonalniej jest by w trakcie pracy było więcej przerw krótkich niż jedna długa. Niezależnie od trwania przerwy, jej pierwsza ćwiartka daje około 50% wartości wypoczynku, druga ćwiartka to już 75 % wartości wypoczynkowej, trzy ćwiartki to 90 %.

Postulowanie jakichkolwiek racjonalnych zmian optymalizujących pracę powinno jednak odbywać się na bazie wcześniej opracowanego zbioru odpowiednich standardów i wymagań ergonomicznych.

Wyniki badań nad obciążeniem pracą mogą mieć dwojakie wykorzystanie. Po pierwsze mogą pozwolić na optymalne kształtowanie warunków pracy, po drugie, mogą posłużyć do doskonalenia systemu dodatków za pracę w warunkach szkodliwych. Niestety robotnicy przedkładają taki sposób rekompensaty za ryzyko utraty zdrowia. To samo odnosi się często także do kierownictwa.

Wydajność jest jednym z najczęściej używanych słów ze słownika współczesnej efektywnej gospodarki. Równie często zaczyna się używać pojęcia struktury dnia roboczego w rozumieniu efektywności pracy. Istotne są bowiem zyski w stosunku do poniesionych nakładów. Błędne by jednak było pojmowanie pracy tylko z perspektywy kosztów i poprawy wydajności pracy. Istnieją bowiem pewne bariery, trudne do przekroczenia granice możliwości przystosowawczych człowieka, jego osobnicze reakcje na stres pracy. Bez włączenia do badania pracy aspektów socjologicznych, psychologicznych i fizjologicznych, wydaje się niemożliwe poważne, pełne, racjonalne rozpatrzenie problemów organizacji pracy.

Istotne, z punktu widzenia obowiązku prawnego organizowania pracy w sposób zapewniający zmniejszenie jej uciążliwości, zwłaszcza pracy monotonnej i pracy w ustalonym z góry tempie, jest właściwe podejście do zjawiska monotonii. Monotonia jest częstym powodem znacznej uciążliwości psychicznej. Niedociążenie emocjonalne spowodowanego brakiem lub jednostajnością bodźców i powtarzalnością działań, a w konsekwencji niezmiennością sytuacji jest częstym składnikiem prac, gdzie przy względnej bezczynności mamy konieczność napięcia uwagi jak ma to miejsce np. przy obserwacji wskaźników na ekranie monitora lub pulpitu sterowniczego. Typ monotonii, wywołanej brakiem aktywizujących bodźców wzrokowych czy słuchowych, jest nazywany monotonią sensoryczną. Jego objawami jest widoczne spowolnienie krążenia, układu oddechowego, pojawianie się senności, zmniejszanie aktywności ruchowej i czujności, czego skutkiem jest spadek nie tylko wydajności pracy, ale także wzrost liczby popełnianych błędów, aż do spowodowania wypadku przy pracy.

Źródłem monotonii w pracy bywa długotrwała, jednostajna aktywność, występująca np. na stanowiskach operatorskich, przy wielkoseryjnych pracach montażowych, przy obsłudze taśmy produkcyjnej, rutynowym wprowadzaniu powtarzalnych danych do komputera itp.

UWAGA!

Z punktu widzenia organizacji pracy możemy mieć do czynienia z dwoma rodzajami monotonii:

1. monotonia sensoryczna - wywołana brakiem aktywizujących bodźców wzrokowych czy słuchowych,
2. monotonia czynnościowa – wywołana długotrwałą, jednostajną aktywnością.

Metody zapobiegania monotonii to przede wszystkim zmiany w organizacji pracy. Podstawowymi działaniami zmierzającymi do ograniczenia monotonii na stanowiskach pracy są:

1. wprowadzenie rotacji lub przerw na stanowiskach pracy monotonnej,
2. urozmaicenie samej pracy np. przez wprowadzanie czynności odmiennych (niekoniecznie niezbędnych w procesie pracy), wymagających od pracownika aktywności o innym charakterze,
3. ograniczenie liczby powtórzeń czynności, częstotliwości oraz czasu ich trwania w trakcie zmiany roboczej (poprzez między innymi zmiany systemu pracy, włączanie dodatkowych pracowników),
4. prowadzenie szkoleń instruktażowych uczących sposobów przeciwdziałania monotonii i jej skutkom,
5. wprowadzenie, w uzgodnieniu z pracownikami, urozmaicenia środowiska pracy możliwego na danym stanowisku, np. nadawanie cichej, lecz żywej muzyki,
6. kształtowanie przestrzeni pracy i wyposażenia stanowiska pracy i wypoczynku,
7. dbałość o wygodną pozycję przy pracy i wygodne usytuowanie strefy pracy, pełne uwzględnienie danych antropometrycznych, reguł biomechanicznych,
8. prawidłowe konstruowanie i rozmieszczenie urządzeń kontrolnych i sterowniczych uwzględniające tempo odbioru i przetwarzania informacji oraz ich ilość, ważność, złożoność i zmienność (łączość informacyjno-decyzyjna oraz sterownicza w systemie człowiek – maszyna).

1.6. Zalecenia praktyczne uwzględniające przesłanki psychofizjologiczne w kształtowaniu warunków i przebiegu pracy ludzkiej

Praca → - zalecenia praktyczne uwzględniające przesłanki fizjologiczne w kształtowaniu warunków i przebiegu pracy ludzkiej

Należy wyraźnie podkreślić, że dotychczasowy rozwój wiedzy o pracy ludzkiej nie uprawnia do wysuwania ostatecznych wniosków i jednoznacznych zaleceń praktycznych. Przyjmuje się jednak podstawowe założenie - praca winna odbywać się w zasadzie w granicach leżących między komfortem, a wartościami przyjętymi jako dopuszczalne. Na pewno nie może być to obciążenia takie, które przekracza zdolności adaptacyjne organizmu.

Truizmem jest twierdzenie, że w każdej pracy najważniejszym elementem jest człowiek. Wymagane jest oszczędne gospodarowanie zasobami rąk do pracy zwłaszcza. Winno się ono przejawiać m.in. w kształtowaniu stanowisk roboczych uwzględniających fizjologiczne możliwości i potrzeby pracującego człowieka, prawidłowej organizacji pracy i racjonalnym doborze i selekcji kandydatów do pracy. Istnieją, jak się wydaje dla każdego rodzaju pracy zawodowej pewne wymagania co do kandydatów do pracy, ich możliwości wysiłkowych, sprawności psychofizycznej. Wprawdzie widoczny jest naturalny odsiew pracowników, dokonujący się na stanowiskach pracy o szczególnie dużych wymaganiach co do siły, sprawności, reaktywności, itp. cech osobniczych, nie jest to jednak selekcja przeprowadzona do końca i mająca pełne uzasadnienie. W ramach doboru do zawodu, a nawet dużo wcześniej na etapie wyboru kierunku edukacji zawodowej, powinien być określony pewien zestaw cech, danych z wywiadu chorobowego, danych z wywiadu zawodowego, dolegliwości zgłaszane w chwili badania, wskaźniki oceny narządów zmysłów (na przykład czucie wibracji, wzrok, słuch), wskaźniki oceny układu krążenia, wskaźniki rozwoju, siły dynamicznej rąk, wydolności, wyniki badania laryngologicznego, okulistycznego i neurologicznego,

wyniki badań psychotechnicznych (np. zdolność koncentracji uwagi, czas reakcji prostej badany miernikiem czasu reakcji, zdolność widzenia przestrzennego, tremor rąk), wyniki badania radiologicznego narządów klatki piersiowej oraz układu kostno-stawowego, wskaźniki hematologiczne, wyniki analizy moczu. Mówimy tu o cechach będących w wysokiej korelacji z orzeczeniem lekarskim o przydatności do zawodu i istotnie różnicujących populację kandydatów.

Dla niektórych zawodów określono przeciwwskazania względne i bezwzględne do zawodu. Czy jest to w pełni zasadne, rodzą się wątpliwości w sytuacji gdy mamy obowiązujące nadrzędne reguły uprawne mówiące o równości w zatrudnieniu i niedyskryminowaniu bezpośrednim i pośrednim. Wskazania i przeciwwskazania do zawodu to jeden aspekt uwzględniania ewentualnego negatywnego oddziaływania pracy na organizm człowieka. Drugi, to określenie konkretnych zaleceń odnoszących się do samej pracy, jej konstrukcji czasowej, wysiłkowej itp. Nadal nie jest jasne i pewne jakie wymagania siłowe, jaka zależność między komponentą dynamiczną i statyczną w pracy, między częścią aktywną przeznaczoną na pracę a wypoczynkową powinien, czy też może być realizowany w trakcie pracy zawodowej. W literaturze można znaleźć przykłady takich zaleceń ale z zaznaczeniem, że nie są to wartości ostateczne i pewne. Jak wskazują dotychczasowe badania, niezbędne jest badanie dużej liczby stanowisk pracy, w zmieniających się warunkach pracy, stosowanych technologiach, populacji zatrudnionych, po to by w prawidłowy sposób określić wymagania jakie będzie stawiać dana praca.

Propozycje poszczególnych parametrów psychofizjologicznych istotnych z punktu widzenia aktywności zawodowej człowieka powiązane z charakterystykami pracy to:

- czas pracy, układ przerw i aktywnej części pracy. Czasowa regulacja pracy zależy, jak można sądzić z publikacji, od istotności wielkości i czasu używania różnych typów skurczów mięśniowych (wysiłki statyczne i dynamiczne), powtarzalności wysiłku. Niestety nie jest w pełni znana wartość czasowa wypoczynku, który ma być realizowany po konkretnym wysiłku. Propozycje niektórych autorów mówią, że po wysiłku rzędu 70 % maksymalnego możliwego dla danego człowieka, wystarczy wypoczynek rzędu 5 minut. Inni twierdzą, że przy szczególnie dużych wysiłkach dynamicznych (ekscentrycznych) odnowa może jednak trwać nawet kilka dni. Przy wysiłkach statycznych jest możliwe,

że wypoczynek sięga aż 12-krotności trwania samego wysiłku. Finowie zalecają czas przerw w pracy zależny od ciężkości pracy, w następujący sposób (dla 8 godzinnej zmiany roboczej):

- dla pracy lekkiej - 35-45 minut,
- dla pracy umiarkowanej - 45-70 minut,
- dla pracy ciężkiej - 85 minut,
- dla pracy bardzo ciężkiej - 100 minut.

Pojawiają się jednak i takie doniesienia stanowiąca wręcz zaprzeczenie dotychczasowego podejścia do kwestii pracy, która powinna być realizowana z przerwami.

- wielkości sił jakie mogą być realizowane przez pracownika w zależności od rodzaju wysiłku (statyczny, dynamiczny) i obciążanej partii ciała (kręgosłup, ręce, nogi). Według niektórych autorów reprezentujących tę problematykę, istnieje dla każdego stanowiska pewien poziom (PWL-Preferred Work Level) pracy, dla którego jest konkretne, nazwijmy to neutralne zagrożenie obrażeniami. Poniżej tego poziomu brak jest mierzalnego wpływu na wzrost zagrożeń (w sposób logarytmiczny zagrożenie to spada). Powyżej PWL, aż do CWL (Constant Work Level), powoli narasta zagrożenie, zaś powyżej CWL przyrost jest logarytmicznie coraz większy. Taka praca będzie doprowadzała do przemęczenia, a co za tym idzie do wzrostu zagrożenia wypadkami, obniżenia wydajności pracy itp. Jest problemem badawczym ustalenie poszczególnych poziomów. Wielu autorów przyjmuje, że:
 - obciążenie statyczne rzędu 50% siły maksymalnej (Maximum Voluntary Contraction-MVC) może trwać około 1 minuty,
 - przy wykorzystaniu około 30% tej siły wysiłek może się wydłużyć do około 4 minut,
 - według innych poziom 10-12 % MVC nie powinien być w trakcie pracy przekraczany (choć najnowsze dane informują, iż nawet poziom 5% MVC zaangażowany ponad godzinę prowadzi do odczuwania istotnego zmęczenia),

- jeszcze inni autorzy dopuszczają w pracy zaangażowanie 60% pojmowanej jak wyżej siły.
- wydatek energii podczas pracy w ujęciu jednostkowym bądź dziennym. Ogólnie znane są klasyfikacje ciężkości pracy opierające się na poziomie wydatkowania energii. Większość badaczy przyjmuje jako dopuszczalny w pracy, stały wydatek energii nie większy od 4-5 kcal/min, lub 2000 kcal/8h. Są jednak i tacy, którzy twierdzą, że należy dać pracownikowi pełną swobodę doboru poziomu aktywacji.
- obciążenie pracą rozumiane jako poziom zaangażowania pułapu wydolności fizycznej (maksymalnych możliwości), lub parametrów hemodynamicznych (np. maksymalny pułap tętna). Sądząc z ilości ukazujących się opracowań naukowych, wśród parametrów czysto fizjologicznej reakcji organizmu na wysiłek, należy poszukiwać konkretnych zaleceń. Jest ich w rzeczywistości najwięcej, lecz nie znaczy to, iż są w pełni precyzyjne i ostateczne. Wielu autorów przyjmuje za dopuszczalną granicę obciążenie ustroju ludzkiego na poziomie do 50% pułapu tlenowego (VO₂max) dla młodych i wydolnych pracowników, bądź też 30% dla pracowników starszych lub o mniejszej wydolności fizycznej. Inni twierdzą, że dla pracy długotrwałej ta granica powinna być na poziomie 23 - 24% VO₂max. Według niektórych autorów pojawienie się np. choćby minutowego odcinka pracy na poziomie 85% tzw. rezerwy tętna, powinno być bezwzględny ergonomiczny nakaz korekty pracy. Inni posługują się tzw. tętnem pracy, które może osiągać w ciągu dnia roboczej 40 uderzeń/minutę. Wielu innych daje jako dopuszczalną w pracy granicę tętna - 30 uderzeń ponad tętno spoczynkowe (badane w pozycji siedzącej), co dawałoby dla pracowników starszych 100 uderzeń/minutę, zaś dla młodszych około 130 uderzeń/minutę lub przyrost tętna o wartość równą 30-35% tętna maksymalnego należnego.

Jak wynika z powyższego krótkiego zestawienia zaleceń, propozycji fizjologów w odniesieniu do kształtowania pracy ludzkiej, są one w niektórych kwestiach dość spójne, lecz w wielu innych rozbieżności są dość znaczne, wręcz zasadnicze.

Zainteresowani problematyką zapobiegania negatywnemu oddziaływaniu pracy z punktu widzenia uwarunkowań psychofizjologicznych znaj-

ROZDZIAŁ 1

dą rozszerzenie wiadomości w literaturze przedmiotu. Praktyczne ćwiczenia wspomagające działania organizatorskie można znaleźć na stronie internetowej: www.ergoergo.info/exercise-sheet.html.

2

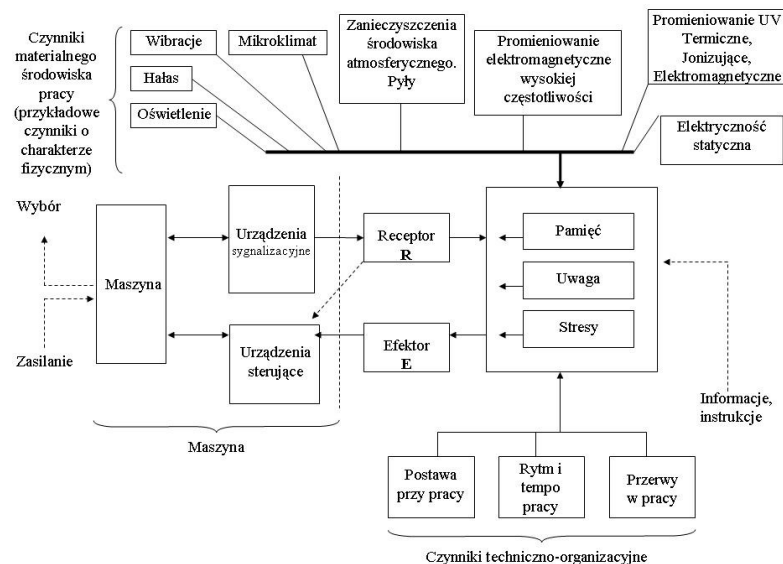
Odbiór i przetwarzanie informacji ze środowiska przez organizm człowieka

W tym rozdziale

- Cybernetyczny model funkcjonowania człowieka
- Źródła i skutki stresu psychicznego w środowisku pracy
- Stres pracy nocnej
- Przeciwdziałanie stresowi w środowisku pracy
- Ocena obciążenia psychicznego pracą

2.1. Cybernetyczny model funkcjonowania człowieka

Podstawowymi pojęciami dla ergonomicznej analizy pracy na wybranym stanowisku roboczym jest układ Człowiek-Technika-Otoczenie (C-T-O) i jego podsystemy składowe. Przy założeniu, że człowiek zajmuje centralne miejsce w tych wzajemnie powiązanych subsystemach, przedmiotem podstawowej analizy są powiązania człowieka z maszyną i materialnym środowiskiem pracy (MŚP). W pierwszym z tych układów występują podstawowe powiązania: urządzenia sygnalizacyjne w maszynie- receptory R pracownika i efekторы E- urządzenia sterujące maszyny (rysunek 2.1). Powiązania te mają charakter cybernetyczny (Rosner 1982), obejmują bowiem procesy informacji i sterowania (Cybernetyka- nauka o systemach sterowania oraz związanym z tym przetwarzaniu i przekazywaniu informacji, Mazur, 1965).



Rysunek 2.1 Cybernetyczny model człowiek-praca
(na podstawie Rosner 1982)

W cybernetyce traktuje się człowieka jako układ cybernetyczny, a nie jako „maszynę” cybernetyczną. Maszyna cybernetyczna jest to technicz-

ny układ cybernetyczny. Do najbardziej znanych pojęć cybernetycznych należy „sprzężenie zwrotne”. Sprzężeniem nazywa się powiązanie między systemami polegające na oddziaływaniu między nimi. Sprzężenie, w którym jeden system oddziałuje na drugi, stanowi „sprzężenie proste”. Sprzężenie, w którym nie tylko jeden system oddziałuje na drugi, ale i drugi system oddziałuje na pierwszy, stanowi „sprzężenie zwrotne”. Przebieg sprzężenia zwrotnego nie kończy się na jednym cyklu. Następuje ciąg cykli sprzężenia zwrotnego, trwający teoretycznie nieskończenie długo, praktycznie zaś do czasu, gdy sprzężenie zostanie przerwane. Na podstawie twierdzeń cybernetyki o sprzężeniu zwrotnym można następnstwa wzajemnego oddziaływania przewidzieć. Przyjmuje się, że sprzężenie zwrotne może być dodatnie (oddziaływania składników zmieniają się w tym samym kierunku) albo ujemne (oddziaływania składników oscylują to w jednym kierunku, to w przeciwnym). Każde z tych sprzężeń jest przy tym albo zbieżne (oddziaływania stopniowo zanikają), albo ustabilizowane (oddziaływania pozostają nie zmienione), albo też rozbieżne (oddziaływania coraz bardziej wzrastają). Na przykład, wojny mają przebieg typowy dla sprzężenia dodatniego rozbieżnego (obustronna eskalacja). Natomiast wszelka regulacja polega na sprzężeniu ujemnym ustabilizowanym (wahania w dół i w górę względem stałego poziomu).

W przypadku modelu opisanego na rysunku 2.1 sprzężenie zwrotne występuje pomiędzy urządzeniami maszyny a zmysłami (R) i efektorami (E) czyli układem mięśniowo-szkieletowym człowieka. Działania na „wyjściach” jednego z elementów tego układu (C i T) zmienia stan na „wejściach” drugiego elementu i powoduje jednocześnie odpowiednie dostosowanie procesów informacji i sterowania przebiegających między maszyną (T) i człowiekiem (C). Przyjąć można, że między człowiekiem (C) i środowiskiem (O) zachodzą jedynie sprzężenia, czyli zgodnie z wcześniej podaną definicją (Mazur 1965), powiązania między systemami polegające jedynie na oddziaływaniu między nimi.

Z takiego ujęcia problematyki wynika wcześniej już podkreślona (również w podręczniku autorki pt. „Ergonomia i ergonomiczne projektowanie stanowisk pracy”) konieczność rozważania każdego ergonomicznego rozwiązania problematyki w zakresie „C-T-O” w sposób systemowy. Wszelki obiekt rozważań ergonomicznych nazwiemy „system C-T-O” zdefiniowanym jako zbiór elementów i występujących między nimi relacji. Ponieważ system „C-T-O” składa się z elementów, które same są systemami, każdy z nich określa się jako „podsystem” lub „subsystem”.

2.2. Źródła i skutki stresu psychicznego w środowisku pracy

Definicja propagowana przez National Institute of Safety and Health (NIOSH) podkreśla, że stres powstaje w pracy wtedy, gdy istnieje rozbieżność między wymaganiami stawianymi pracownikowi przez warunki środowiska jego aktywności a jego możliwościami i potrzebami. Stresor można scharakteryzować jako taki element bodźca lub sytuacji, który narusza względną równowagę pomiędzy podmiotem a środowiskiem i uruchamia mechanizmy adaptacyjne regulacji psychicznej zachowania się człowieka.

Mimo indywidualizacji reakcji na stres można przyjąć, że niektóre z czynników obecnych w pracy można potraktować jako obiektywnie odbierane przez większość ludzi, pracowników jako stresujące. Wśród źródeł obiektywnie odbieranego stresu można wyróżnić:

1. Czynniki MŚP: fizyczne, chemiczne, biologiczne czynniki stresu: klimatyczne (wilgotność temperatura, wentylacja), hałas, wibracje, oświetlenie, promieniowanie jonizujące, promieniowanie mikrofalowe, hipoksja (odpowiednie ciśnienie powietrza), przyspieszenie, nieważkość, substancje toksyczne, niewłaściwa organizacja warunków przestrzennych na stanowisku roboczym,
2. Psychologiczne czynniki stresu: zakłócenia jako źródła stresu, zagrożenia jako źródła stresu, przeciążenia (zbyt dużo zadań, zbyt duże tempo pracy, niedopasowane zadania do możliwości pracownika), ustawiczny lęk przed utratą pracy, konieczność utrzymywania stałej wysokiej efektywności pracy, podwyższenie efektywności jako ustawiczna konieczność dla sprostania rosnącym wymaganiom i konkurencji na rynku pracy,
3. Chronobiologiczne czynniki stresu: rytmy biologiczne, rytmy okołodobowe,
4. Socjologiczne czynniki stresu: struktura grupy jako źródło stresu, stres organizacyjny, brak lub niewłaściwa kontrola i nadzór w pracy, niejasność przydziału zadań i podziału pracy, niewłaściwy styl kierowania i zarządzania, konflikty w pracy, niewłaści-

we motywatory i ocena pracy, brak poczucia więzi z pracą, brak perspektyw rozwoju zawodowego.

Psychologiczne czynniki stresu, są charakteryzowane w relacji do psychologicznej skutków wiążących się z nadmiernym obciążeniem psychicznym czy też napięciem emocjonalnym.

Zagrożenia jako źródło stresu. Zagrożenia są to sytuacje, w których występuje zwiększone prawdopodobieństwo wypadku, uszkodzenia ciała, strat materialnych. Źródło zagrożeń płynie ze strony: czynnika ludzkiego, czynnika materialnego środowiska pracy oraz własnej aktywności.

Zakłócenie jako źródło stresu. Zakłócenie (utrudnienie) jest to sytuacja, w której działają jakieś okoliczności szczególnie zmuszające człowieka do zwiększonego wysiłku. Dodatkowym czynnikiem stresowym mogą być: deficyt czasu i informacji, sytuacje konfliktowe, bądź nieoczekiwany rezultat aktywności.

Socjologiczne czynniki stresu

Każdy pracownik jest częścią pewnego systemu pracowniczego, w którym stawiane są mu wymagania i cele zarówno jednostkowe jak i grupowe, które trzeba realizować.

Douglas McGregor (w: Stoner i in. 2001) 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 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.

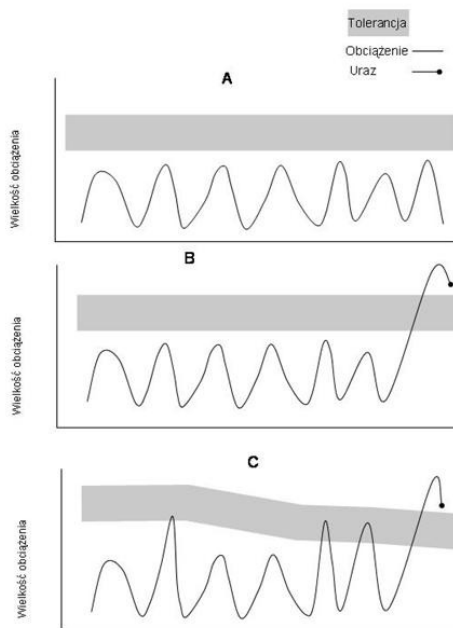
Druga postawa przyjmuje za pewnik, że człowiek z zasady jest sumienny i odpowiedzialny i:

- Jako pracownik traktuje pracę jako coś równie naturalnego jak zabawę czy 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.

W zależności od systemu kierownictwa funkcjonującego w danej jednostce (organizacji), stres pracowników może mieć różne podłoże i wielkość.

Reakcja na stres w pracy może przyjmować różnorodny charakter w zależności od tego jak często powtarzalne są czynniki, jak długie odstępy są między nimi, na ile przekraczana jest bariera indywidualnej odporności. Reakcja może przybrać charakter wypadkowy (rysunek 2.2). Podstawowe symptomy stresu odczuwanego na stanowisku pracy to: niepokój, drażliwość, apatia przechodząca w depresję, brak zainteresowania pracą, problemy somatyczne, problemy ze snem, ustawiczne, trudne do regeneracji zmęczenie, trudności z koncentracją, spadek siły w mięśniach, obniżenie libido, ucieczka w chorobę, nadmierne spożycie używek, pobudzanie własnego organizmu z wykorzystaniem leków czy narkotyków.

Stresory obecne w organizacji pracy i na samym stanowisku pracy powodują zarówno zmęczenie fizyczne jak i psychiczne. Zmęczenie fizyczne wiąże się z wyczerpaniem rezerw energetycznych i ograniczeniem możliwości realizacji wysiłku. Zmęczenie psychiczne wiąże się ze zmniejszeniu stopnia koncentracji, spowolnieniem myślenia i osłabieniem postrzegania, spadkiem motywacji do pracy, pojawieniem się apatii lub rozdrażnienia, sennością.

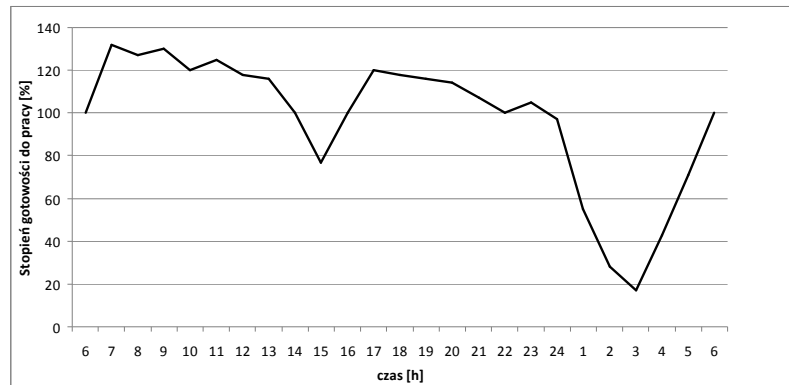


Rysunek 2.2 Koncepcja zależności między tolerancją na obciążenia, a stresem pracy. A - obciążenia w trakcie pracy nigdy nie przekraczają tolerancji osobniczej. B - jednorazowe istotne przekroczenie tolerancji osobniczej – wypadek przy pracy i uraz jako skutek wypadku. C - powtarzalne wkraczanie w granice tolerancji osobniczej - powoduje kumulatywne zmiany przeciążeniowe z obniżenie progu tolerancji na strein pracy (źródło: Davis i Jorgensen 2005 – modyfikacja autorki).

2.3. Stres pracy nocnej

Do źródeł stresu na stanowiskach pracy zaliczamy między innymi czynniki chronobiologiczne. Zakłócenie rytmu okołodobowego (cirkadiannego) wynika z konieczności realizacji pracy w rytmie niezgodnym z rytmem naturalnym. Może to wynikać zarówno z pracy zmianowej, pracy w przedłużonym czasie jak i z realizacji pracy nocnej (więcej informacji na temat ergonomii w optymalizacji pracy zmianowej czytelnik znajdzie w podręczniku autorki pt. „Ergonomia i ergonomiczne projektowanie stanowisk pracy”).

Stres pracy nocnej wynika z istnienia zegara biologicznego u każdego człowieka. Może on ulec rozregulowaniu pod wpływem czynnika jakim jest praca zmianowa, a głównie praca w nocy i w godzinach wczesnorannych. 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 rysunku 2.3 przedstawiony został obraz zmienności gotowości do pracy wynikający z rytmiki cirkadialnej w ciągu doby.



Rysunek 2.3 Przebieg rytmiki cirkadialnej

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. Zakłócenie rytmu okołodobowego powoduje brak koncentracji, zmęczenie, zwiększa się możliwość popełnienia pomyłki, spada znacznie szybkość reakcji na docierające bodźce zewnętrzne, senność, obniżenie sprawności fizycznej i umysłowej.

2.4. Przeciwdziałanie stresowi w środowisku pracy

Stres z punktu widzenia aktywności zawodowej jest współcześnie przyjmowany jako sytuacja, w której wymagania zewnętrzne są postrzegane przez pracownika jako niezgodne z jego możliwościami, predyspozycjami, potrzebami (Łuczak, Żołnierczyk-Zreda, 2002). Stres jest uznawany aktualnie za jeden z najgroźniejszych czynników zagrożeniowych w pracy zawodowej. Skutki narażenia na stres można określić jako krótko i długookresowe.

Ograniczanie stresu na stanowiskach pracy to potrzeba i obowiązek współczesnego menedżera. Jednocześnie sam pracownik powinien zastosować to co możliwe z jego strony by lepiej radzić sobie ze stresem obecnym w pracy.

Właściwe działania kierownictwa to punkt wyjścia do właściwego kreowania warunków pracy. Niezbędne jest jednak aktywne współdziałanie z gronem pracowniczym. Radzenie sobie pracownika ze stresem powinno brać pod uwagę kierunki przedstawione na rysunku 2.4.



Rysunek 2.4 Radzenie sobie ze stresem - plan dla każdego pracownika

Zasadnicze zadania dla pracownika to:

1. wzięcie odpowiedzialności za własny stan zarówno fizyczny jak i psychiczny, dbałość o zdrowie, ćwiczenia aerobowe jako anty-stresor, (więcej informacji i wskazówek znajduje się na stronie <http://helpguide.org/life/exercise.htm>), właściwe zdrowe odżywianie, właściwa ilość snu i jego efektywne wykorzystanie, właściwe kontrolowanie własnych reakcji i emocji,
2. zwerbalizowanie pułapek podwyższających poziom stresu i ich unikanie: zwiększanie poczucia pełnej kontroli nad własnym stanowiskiem pracy i samą pracą, stworzenie planu pracy i określenie priorytetów zadań i zobowiązań, określenie zobowiązań i nie rozszerzanie ich ustawicznie, planowanie regularnych przerw, podział zadania na mniejsze i rozdzielenie zobowiązań, włączanie innych w rozwiązanie problemu,
3. poprawa wzajemnej komunikacji w firmie, przewycięzanie różnic, przyjazne nastawienie do innych, brak małostkowości, dzielenie się informacjami dla wyjaśnienia zadań poszczególnym członkom zespołu, zdefiniować poszczególne role i stanowiska, nieprzeciążanie nierealistycznymi zadaniami i terminami, stosowanie jasnego i wspólnie przyjętego systemu nagradzania i karania, uwzględnianie nagrody ustnej i formalnej (dla zainteresowanych przydatna strona internetowa: <http://www.workhealth.org/prevention/prred.html>).

2.5. Ocena obciążenia psychicznego pracą

Jednym z istotnych czynników pogłębiających zmęczenie 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 wykonywania czynności,
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, monotonią pracy. Przy ocenie obciążenia monotonią bierze się pod uwagę następujące elementy pracy:

1. niezmienność procesu pracy,
2. niezmienność warunków otoczenia,

3. konieczność stałego napięcia uwagi (zaabsorbowanie pracą, uniemożliwiające 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 ocenie między wysiłkiem „minimalnym” a „małym”, przyjmujemy w ocenie wysiłek „mały”. Przy wątpliwościach między wysiłkiem „dużym” i „bardzo dużym” przyjmujemy w ostatecznej ocenie wysiłek „duży”.

W praktyce ocena obciążenia psychicznego, obciążenia stresem przebiega mniej lub bardziej sprawnie w zależności od podejścia do zagadnienia zarówno przez kierownictwo firmy jak i samych pracowników. Wielu pracodawców współcześnie czuje zobowiązane do zwalczania stresu w pracy. Dla niektórych motywację stanowi pragnienie, aby być uznanym za dobrego pracodawcę. W sytuacji ograniczeń na rynku pracy (nawet w sytuacji bezrobocia istnieją działy cierpiące na niedobór pracowników bądź mające problemy z nadmierną rotacją pracowników).

Jednym z narzędzi zaproponowanych przez brytyjski Health and Safety Executive (HSE) jest kwestionariusz ułatwiający analizę i ocenę zarówno stanu aktualnego jak i zachodzących zmian w odczuwaniu przez pra-

owników stresu w pracy. Poniżej załączona jest tabela pytań i ich wartościowania. Całość materiału, łącznie z polskojęzyczną treścią kwestionariusza, jest dostępna na stronie internetowej:

<http://www.hse.gov.uk/stress/standards/downloads.htm>.

Tabela 2.1. Arkusz ocen stanowiska pracy wg HSE

Tab.2.1. Arkusz oceny stanowiska pracy według HSE

Lp.	Pytanie	Nigdy	Rzadko	Czasami	Często	Zawsze
1.	Wiem, czego się ode mnie oczekuje pracy	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
2.	Mogę decydować o tym, kiedy robię przerwę w pracy	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
3.	Różne jednostki organizacyjne oczekują ode mnie wykonania zadań, które są trudne do pogodzenia ze sobą	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1
4.	Wiem jak wykonać moją pracę	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
5.	Doświadczam przykrości w pracy w formie nieuprzejmych uwag lub zachowań	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1
6.	Wyznacza mi się w pracy nierealne terminy wykonania zadań	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1
7.	W chwilach gdy praca jest trudniejsza mogę liczyć na pomoc kolegów	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
8.	Otrzymuję konstruktywne uwagi i informacje zwrotne na temat wykonywanej pracy	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
9.	Muszę pracować bardzo intensywnie	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1
10.	Sam decyduję o tempie wykonywanej pracy	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
11.	Moje obowiązki są jasno określone	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
12.	Jestem zmuszony zaniedbywać niektóre obowiązki ponieważ mam zbyt dużo pracy	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1

ROZDZIAŁ 2

13.	Mam pełną wiedzę na temat celów i zadań mojego wydziału	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
14.	Występują tarcia lub niesnaski między pracownikami	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1
15.	Sam decyduję o tym, jak wykonuję swoją pracę	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
16.	Nie mogę sobie zorganizować przerw tyle ile bym potrzebował	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1
17.	Wiem jakie jest znaczenie i udział mojej pracy w stosunku do celów naszej firmy	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
18.	Jestem zmuszany do pracowania ponad wymiar godzinowy	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1
19.	Mogę decydować o tym, co robię w pracy	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
20.	Muszę pracować w dużym tempie	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1
21.	Jestem ofiarą prześladowań i mobbingu w pracy	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1
22.	Mam nierealistyczne i napięte terminy	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1
23.	Wiem, że mój kierownik zawsze udzieli mi pomocy w razie problemów w pracy	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
		Abсолютnie się nie zgadzam	Nie zgadzam się	Ani się zgadzam ani nie zgadzam	Zgadzam się	W pełni się zgadzam
24.	Uzyskuję pomoc i wsparcie od kolegów w pracy jeśli tego potrzebuję	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
25.	Mam pewne możliwości decyzyjne co do sposobu wykonania mojej pracy	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
26.	Mam wystarczająco wiele możliwości by rozmawiać z kierownictwem o zmianach w pracy	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

ODBIÓR I PRZETWARZANIA INFORMACJI ZE ŚRODOWISKA PRZEZ ORGANIZM CZŁOWIEKA

27.	Otrzymuję od kolegów właściwe uznanie dla mojej pracy. Jestem szanowany	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
28.	Kierownictwo zawsze konsultuje się z pracownikami na temat zmian dotyczących pracy	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
29.	Mogę rozmawiać z moim bezpośrednim przełożonym na temat tego, co mnie w martwi lub denerwuje w pracy	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
30.	Mój czas pracy może być elastyczny	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
31.	Moi koledzy uważnie słuchają tego co dotyczy moich problemów w pracy	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
32.	W chwili gdy są wprowadzane zmiany w pracy, wiem jak one działają i jaki mają wpływ na moją pracę	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
33.	Mam emocjonalne wsparcie przy wykonywaniu trudnej pracy	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5
34.	Relacje w pracy są napięte	<input type="checkbox"/> 5	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 1
35.	Mój bezpośredni przełożony wspiera mnie w pracy i motywuje	<input type="checkbox"/> 1	<input type="checkbox"/> 2	<input type="checkbox"/> 3	<input type="checkbox"/> 4	<input type="checkbox"/> 5

Na stronie internetowej HSE znajduje się dostęp zarówno do opisu metody, narzędzi w postaci kwestionariusza, jak i do specjalnego arkusza obliczeniowego (EXCEL) pozwalającego na wyliczenie własnych wyników jak i stosując benchmarking porównanie z wynikami innych firm. Narzędzie stosowane regularnie stanowi w rękach dobrego menedżera istotne narzędzie usprawniania pracy z punktu widzenia warunków pracy i obciążenia stresem na stanowiskach pracy.

Zainteresowani zagadnieniami stresu w pracy uzyskują wsparcie w postaci różnorodnych narzędzi ukierunkowanych zarówno na pracowników, jak i kierowników, menedżerów.

3

Energetyka pracy i wypoczynku

W tym rozdziale

- Zdolność do wysiłku i wydolność fizyczna człowieka
- Fizjologiczna klasyfikacja wysiłku
- Pomiar wydatku energetycznego podczas wysiłku fizycznego
- Ocena obciążenia fizycznego pracą
- Ręczne czynności transportowe
- Obciążenie termiczne człowieka w środowisku pracy.
Termoregulacja

3.1. Zdolność do wysiłku i wydolność fizyczna człowieka

Zdolność człowieka do wysiłku zależna jest od różnych charakterystyk organizmu człowieka. Tymi czynnikami są właściwości i sprawności jego układu ruchowego, a także innych narządów i układów współdziałających w zaopatrywaniu pracujących mięśni w tlen i substraty energetyczne oraz odpowiedzialne za usuwanie nadmiaru ciepła z organizmu i produktów przemiany materii. Czynnikiem warunkującym w pewnym stopniu zdolność do wysiłku są również niektóre cechy psychologiczne, a przede wszystkim motywacja do wykonania określonej pracy.

Sprawność układu ruchowego charakteryzuje się tzw. cechami motorycznymi, do których się zalicza: szybkość, koordynację, precyzję ruchów oraz zwinność i giętkość ciała, a także siłę mięśni i wytrzymałość. Cechy te oceniać można za pomocą specyficznych testów sprawnościowych.

W fizjologii pracy duże znaczenie, również z punktu widzenia organizatora pracy, ma pojęcie ogólnej wydolności fizycznej. Oznaczające zdolność organizmu do wykonywania długotrwałego wysiłku, który angażuje duże grupy mięśni, bez szybko narastającego zmęczenia i znacznego stopnia zmian w środowisku wewnętrznym organizmu (zaburzeń homeostazy). Do zmian tych należą: kwasica, podwyższenie temperatury wewnętrznej, wzrost ciśnienia tętniczego krwi oraz upośledzenie zdolności szybkiej likwidacji tych zmian po zakończeniu pracy. Ogólna wydolność fizyczna zależy w znacznym stopniu od zdolności pobierania tlenu przez organizm. Jej miarą jest pułap tlenowy. W praktyce jest on traktowany jako wskaźnik ogólnej wydolności fizycznej, chociaż nie ujmuje on wszystkich czynników kształtujących jej poziom. Wśród czynników decydujących o wielkości pułapu tlenowego największe znaczenie u ludzi zdrowych ma sprawność transportu tlenu. Pułap tlenowy jest więc sumarycznym wskaźnikiem dobrze charakteryzującym sprawność układu krążenia i układu oddechowego. Wykorzystując pułap tlenowy jako wskaźnik wydolności można w sposób liczbowy przedstawić relację między wydolnością a obciążeniem wysiłkowym. Intensywność wysiłku wyrażona jako tzw. obciążenie względne, będące

stosunkiem między zapotrzebowaniem na tlen a indywidualną wielkością pułapu tlenowego ($\% \text{VO}_2 \text{ max}$) określa lepiej rzeczywiste obciążenie organizmu niż bezwzględny wydatek energii lub praca zewnętrzna. Metodę oceny wydatku energii bazującą na tej proporcji zaproponował prof. Kozłowski i od jego nazwiska jest nazywana metodą Kozłowskiego. Zależność między czasem wykonywania wysiłku do momentu pojawienia się odczucia wyczerpania a wielkością obciążenia względnego ma charakter krzywoliniowy, zaś jej przebieg jest odmienny u osób o dużej i małej wydolności fizycznej. Szybkie skracanie się czasu pracy przy dużych obciążeniach ma związek z występowaniem progu beztlenowego przy obciążeniu od 50 do 70% pułapu tlenowego i szybkim rozwojem kwasicy po jego przekroczeniu. Próg anaerobowy występuje przy mniejszych obciążeniach względnych u osób o małej wydolności niż u osób o dużej wydolności. Z tego wynika konieczność ograniczania konieczności angażowania siły większej niż wynikającej z 30% swojej wydolności fizycznej w pracę przez osoby o niskiej wydolności. Praca rzędu 50% pułapu tlenowego może być wykonywana jedynie sporadycznie i to przez osoby o dużej wydolności fizycznej.

Pomiar wydolności fizycznej może być przeprowadzony na różnego typu cykloergometrach, bieżni elektrycznej bądź prostszą metodą nazywaną metodą „step-test”, czyli test stopnia. Wydolność fizyczną, rozumianą jako pułap tlenowy (VO_2max), można określić podczas wysiłku submaksymalnego na ergometrze rowerowym typu „Monark” (rysunek 3.1) (produkcji szwedzkiej), zgodnie z zaleceniami dla tego urządzenia tj:

- wstępna praca na poziomie 1 W/kg masy ciała,
- następnie praca rzędu 150W, ewentualnie dla młodych ludzi (poniżej 35 roku życia) 200W,
- pomiar tętna należy wykonać w 5, 6 i ewentualnie 7 minucie ćwiczenia, metodą palpacyjną na tętnicy szyjnej (jeśli tętno pracy było niższe od 130 uderzeń/minutę, należy podwyższyć obciążenie i przedłużyć czas próby),
- wydolność fizyczną w tej próbie ocenia się w warunkach kameralnych, na podstawie tętna uzyskanego podczas pracy submaksymalnej i odpowiednich nomogramów (przy uwzględnieniu poprawki na wiek - zgodnej z propozycjami zawartymi w instrukcji do urządzenia - za Astrandem).

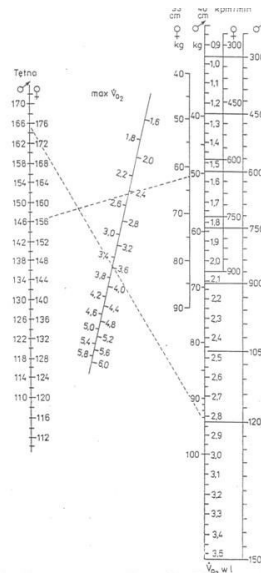


Rysunek 3.1 Ergometr „Monark” służący do określania pułapu tlenowego

Pomiar metodą „step test”, jako metoda mniej dokładna w stosunku do ergometrycznej, stosowany jest wtedy, gdy wynik nie jest podstawowym celem badania zaś uzyskane informacje mają przede wszystkim zastosowanie uzupełniające dla oceny warunków pracy. Tak uzyskana wartość VO_2 max może być bardzo użyteczna przy usprawnianiu stanowisk pracy, ograniczaniu zagrożenia wynikającego z ręcznych czynności transportowych, itp. Podobnie jak w ergometrii określany jest efekt wysiłku submaksymalnego. Badany jest bowiem zmuszany do ciężkiej pracy dużymi grupami mięśniowymi. W zależności od płci stopień, na który wchodzi badany ma wysokość odpowiednio dla mężczyzn 40 cm, dla kobiet 33 cm. Badany przez pięć minut wchodzi na stopień i schodzi z niego w rytmie 44, to jest 22 wejścia i 22 zejścia. Taktowanie metronmem jest bardzo wygodną metodą dla utrzymania właściwego rytmu pracy. Po teście mierzone jest tętno wysiłkowe (na przykład palpacyjnie

na tętnicy szyjnej). Na podstawie nomogramu, korzystając z podstawowych danych (płeć, tętno wysiłkowe, masa ciała) określany jest pułap tlenowy badanego (rysunek 3.2).

**Nomogram Astranda-Ryhminga
do określenia maksymalnego
pochłaniania tlenu
na podstawie
wzrostu tętna
w czasie wysiłku
submaksymalnego**



Fizjologia pracy-badaniemetod pracy

Rysunek 3.2 Nomogram Astranda-Ryhminga do określenia pułapu tlenowego

Wydolność fizyczna uzyskiwana w testach wydolnościowych pozwala określić grupę wolnościową, do której należy osoba badana. Na rysunku 3.3 przedstawiono porównanie wydolności dla obu płci w kategoriach od najmniejszej do maksymalnej wydolności.

Obciążenie pracą dynamiczną-obciążenie wysiłkami szczytowymi

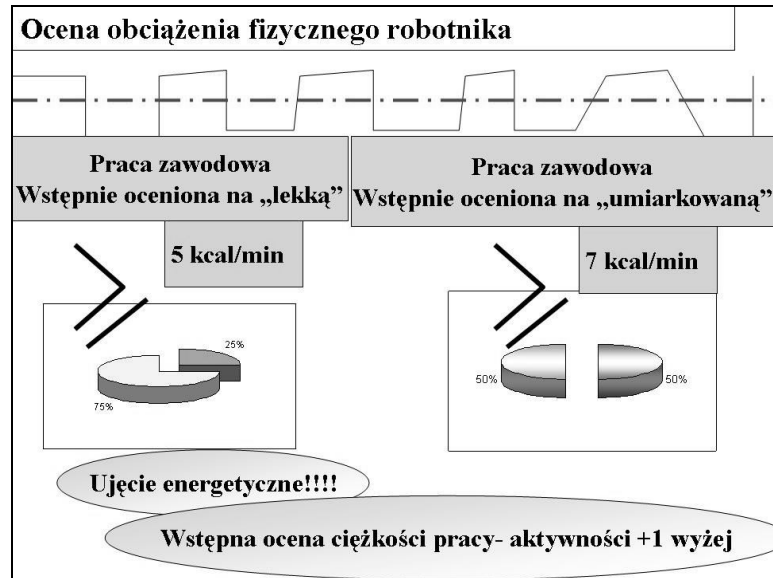
Obciążenia szczytowe wiążą się z obecnością w trakcie pracy o średnim koszcie energetycznym czynności znacznie odbiegających od poziomu pracy lekkiej bądź umiarkowanej. Zakłada się, że jeśli przy ogólnej ocenie pracy zawodowej jako „lekkiej”, czynności wysokoenergetyczne (to jest powyżej 5 kcal/min) stanowią więcej niż co najmniej 75% efektywnego wydatku energii na pracę zawodową, kategoria wstępna oceny powinna zostać podwyższona. Tak więc praca zawodowa z dużym udziałem wysiłków wysokoenergetycznych przejdzie z kategorii pracy lekkiej do pracy umiarkowanej. Podobnie dzieje się w przypadku pracy zawodowej wstępnie ocenionej jako „umiarkowana”.

wydolność fizyczna-pułap tlenowy (w wieku 20-29lat)		Kobiety	LO₂/min
Mężczyźni	LO₂/min	Bardzo mała	Poniżej 1,69
Bardzo mała	Poniżej 2,79	Mała	1,70-1,99
Mała	2,80- 3,09	PRZECIĘTNA	2,00-2,49
PRZECIĘTNA	3,10-3,69	Duża	2,50-2,79
Duża	3,70-3,99	Bardzo duża	Powyżej 2,80
Bardzo duża	Powyżej 4,00		

Fizjologia pracy-badanie metod pracy

Rysunek 3.3 Wydolność fizyczna mężczyzn i kobiet w wieku 20-29 lat w podziale na pięć kategorii

Duży udział czynności wysokoenergetycznych (w tym przypadku ponad 50% wydatku energii w pracy zawodowej przypada na czynności o wydatku energii powyżej 7 kcal/min) powoduje konieczność przeklasyfikowania badanej pracy do kategorii cięższej. Zależności przedstawiono na rysunku 3.4.



Rysunek 3.4 Analiza obciążenia wysiłkami szczytowymi

Zajęcia dydaktyczne z przedmiotu pt. „Psychofizjologia człowieka w środowisku pracy” będą realizowane, oprócz wykładu, także w formie prac projektowych poprzedzonych ćwiczeniami pomiarowymi wykonywanymi na uczestnikach zajęć. Pomiar wykonany na kilku osobach jako pokaz metod badawczych, obejmuje wydolność fizyczną mierzoną metodą „step test” i wydatek energii metodą wentylacyjną. Praktyczne ćwiczenia pomogą słuchaczom w nabyciu umiejętności z zakresu posługiwania się metodami i przyrządami pomiarowymi stosowanymi w fizjologii pracy. Sprawozdanie w postaci wypełnionego arkusza kalkulacyjnego oraz pliku tekstowego zawierającego omówienie ćwiczeń i wnioski z ćwiczeń wykonywane jest w zespołach 2-4 osobowych. Schemat sprawozdania z ćwiczeń pokazano na rysunku 3.5.

SPRAWOZDANIE – OCENA CIĘŻKOŚCI PRACY

1. Określenie PMM metodą Harrisa Benedicta (dobowa, jednostkowa). Zastosować wzór podany na wykładzie.
2. Określenie PMM metodą Miffina (dobowa, Jednostkowa). Zastosować wzór podany na wykładzie.
3. Porównać PMM określony dwoma metodami.
4. Określenie granicy hipokinezy, OIP, OF, B dla danej osoby. Omówić znaczenie poszczególnych wartości w organizacji pracy.
5. Omówienie pojęcia wydolność fizyczna, wykorzystanie danych z wykładu i zasobów Internetu.
6. Omówienie pojęcia ciężkość pracy, wykorzystanie danych z wykładu i zasobów Internetu.

Określenie ciężkości pracy czterema metodami

Badany imię, nazwisko	
Czynność	
Masa ciała [kg]	
Wzrost [cm]	
Wiek	
Hro	
HRW	
Hr max. należne	
HRW/HR max. nzl. [%]	
Ciężkość pracy wg. maksymalnego należnego tętna	
Wydatek energii (kcal/min.)	
Ciężkość wg. WE	
Równoważnik tlenowy pracy (l O ₂)	
Wydolność fizyczna (VO ₂)	
Ciężkość pracy wg. Kozłowskiego	
Wentylacja [l]	
Ciężkość pracy wg. wentylacji płuc	

7. Wykonać wykres restytucji tętna, wkleić do sprawozdania, omówić przebieg.
8. Omówienie oceny ciężkości pracy wykonywanej przez badanego. Zaproponowanie zaleceń organizatorskich

Rysunek 3.5 Schemat sprawozdania z ćwiczeń

3.2. Fizjologiczna klasyfikacja wysiłku

Kryterium podziału wysiłków fizycznych na dynamiczne i statyczne stanowi charakter skurczów mięśniowych, dzięki którym są one wykonywane.

Wysiłek dynamiczny jest realizowany przy udziale skurczów izotonicznych, podczas których zmienia się (zwykle zmniejsza) długość mięśni, a ich przyczepy kostne zbliżają się do siebie (lub oddalają się). W tego typu aktywności mięśni następuje przemieszczanie ciała w przestrzeni lub/i przemieszczanie części ciała względem siebie. Ruchy stanowiące podłoże wysiłków dynamicznych mogą być:

koncentryczne - długość kurczących się mięśni zmniejsza się np. zgięcie przedramienia,

ekscentryczne - kurczące się mięśnie ulegają wydłużeniu np. zginacze przedramienia w czasie jego przeciwstawiania się prostowaniu przedramienia.

Wysiłek statyczny jest realizowany 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. W pracy zawodowej praca statyczna to podtrzymywanie ciężaru, naciskanie na jakiś przedmiot stawiający zbyt duży opór, utrzymywanie wymuszonej pozycji ciała. Skurcze izometryczne mięśni wywierają większy wpływ na przyrost siły mięśni niż skurcze izotoniczne (szybki efekt treningowy).

Ze względu na zaangażowanie w pracę mówimy o wysiłkach **ogólnych** i **lokalnych**. Ogólny to taki, gdzie zaangażowane w pracę jest więcej niż 30% masy mięśniowej (MM). O wysiłku lokalnym mówimy, gdy zaangażowane w pracę jest mniej niż 30% MM. Rolą dobrego organizatora jest tak kreować warunki i przebieg pracy zawodowej, by w pracy dominowały wysiłki:

- tlenowe,
- dynamiczne,
- ogólne,
- o średnim poziomie intensywności,
- przerywane właściwymi przerwami,
- długotrwałe (z punktu widzenia konieczności rozłożenia w czasie sumarycznego obciążenia koniecznego do zrealizowania),
- równomierne, bez zrywów i wysiłków szczytowych.

W zależności od czasu wykonywania pracy wyróżniamy: wysiłek krótkotrwały (do 15 min), wysiłek o średnim czasie trwania (do 30 min) i wysiłek długotrwały (ponad 30 min).

W zależności od stosunku obciążenia do wysokości progu beztlenowego wyróżniamy z punktu widzenia fizjologii pracy wysiłek podprogowy i ponadprogowy. Można na tej podstawie wyrażać wielkość obciążenia w procentach progu beztlenowego. Podział ten, chociaż fizjologicznie uzasadniony, rzadko jest stosowany w celu charakterystyki pracy zawodowej ze względu na stosunkowo skomplikowaną procedurę określania progu anaerobowego.

3.3. Pomiar wydatku energetycznego podczas wysiłku fizycznego

Wydatek energii to jeden ze wskaźników istotnych w ergonomicznej ocenie przebiegu pracy na różnorodnych stanowiskach roboczych. Podstawowe metody pomiaru wydatku energii to:

1. kalorymetria bezpośrednia (polega na pomiarze ilości ciepła produkowanego przez organizm w specjalnych komorach kalorymetrycznych),

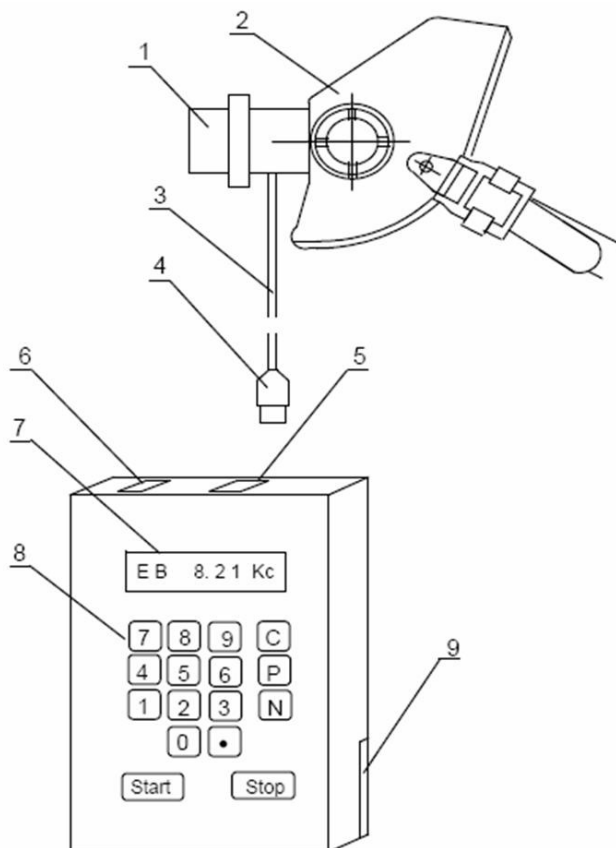
2. kalorymetria pośrednia (podstawą jest pomiar ilości pobieranego przez organizm tlenu i określenia równoważnika energetycznego tlenu - RET),
3. metoda opierająca się na zmianach fizjologicznych czynności organizmu ludzkiego (reakcja organizmu na obciążenie pracą to reakcja mierzalnych zmian tętna, temperatury wewnętrznej ciała, wentylacji minutowej płuc, głębokości oddechów, ciśnienia tętniczego krwi, itp.),
4. uproszczona metoda zaproponowana przez Lehmana.

Wydatek energetyczny jest podstawowym parametrem określającym ilość energii wydatkowanej przez człowieka podczas wykonywania pracy. Ocena ciężkości pracy jest jednym z elementów analizy ergonomicznej stanowiska pracy; jest również niezbędna do realizacji rozporządzeń Rady Ministrów z dnia 28.05.1996 r. w sprawie profilaktycznych posiłków i napojów oraz z dnia 10.09.1996 r. (z późn. zm.) w sprawie prac wzbronionych kobietom. Jednym ze sposobów mierzenia wydatku energii bazującym na zmianie parametrów fizjologicznych jest pomiar miernikiem o nazwie WE-1. Przenośny miernik wydatku energetycznego jest przeznaczony do ilościowej oceny i kwalifikacji ciężkości pracy fizycznej na stanowiskach pracy w zakładach przemysłowych. Może być powszechnie stosowany przez przeszkolonych pracowników służb technicznych lub służb bezpieczeństwa i higieny pracy. Zasada działania miernika wydatku energetycznego jest oparta na pomiarze przepływu powietrza wymuszonego wdechami osoby badanej i stwierdzonej korelacji między wielkością wentylacji płuc a pochłanianiem tlenu, a tym samym wydatkiem energetycznym.

Miernik składa się z kilku zasadniczych elementów. Pokazano go na rysunku 3.6.

Miernik WE-1 składa się z czujnika przepływu powietrza osadzonego w półmasce i mikroprocesorowego układu przetwarzania umieszczonego w osobnej obudowie. Półmaskę zakłada się na twarz badanej osoby, a układ przetwarzania zawieszają na pasku lub innym odpowiednim elemencie ubrania osoby badanej. W tym celu obudowa układu przetwarzania wyposażona jest w specjalny klips. Do czujnika podłączony jest stały, zakończony wtyczką, przewód łączący go z układem przetwarzania. Po założeniu półmaski i zawieszeniu układu przetwarzania, wtyczkę należy włożyć do gniazda w obudowie układu przetwarzania. Uwaga: czujnik przepływu powietrza i układ przetwarzania są do siebie indywidualnie dopasowane. Do pomiarów należy używać czujnika

przepływu powietrza i układu przetwarzania o tych samych numerach fabrycznych.



Rysunek 3.6 Schemat budowy miernika wydatku energii WE-1. Gdzie
1-Czujnik przepływu powietrza (turbina), 2-Półmaska (wymienna ze względu na różnice antropometryczne twarzy bandanych ludzi), 3-Przewód, 4-Wtyczka, 5-Gniazdo pomiarowe, 6-Bezpiecznik 80 mA, 7-Wskaźnik, 8-Klawiatura, 9-Pojemnik na akumulatory

Zasada działania miernika WE-1 jest oparta na pomiarze wentylacji płuc przez czujnik przepływu powietrza. Miernik oblicza wartość wydatku energetycznego z wentylacji minutowej płuc w oparciu o metodę Datta-Ramanathana, z uwzględnieniem temperatury otoczenia, współczynnika ciśnienia atmosferycznego uśrednionego na obszar Polski oraz współczynnika korekcyjnego, co weryfikuje pomiar do wzorcowej

metody kalorymetrii pośredniej. Wyniki pomiarów wydatku energetycznego obarczone są:

- błędem metody Datta-Ramanathana,
- błędem pomiaru wentylacji,
- błędem sprowadzania wentylacji do warunków STPD (objętość gazu suchego w temperaturze 0°C i ciśnienia atmosferycznego 101,3 kPa).

Zakres pomiaru wentylacji wynosi do 60 l/min. Błąd pomiaru wentylacji to $\pm 5\%$. Zakres pomiaru wydatku energetycznego wynosi do 12,5 kcal/min. Błąd wskazania wydatku energetycznego to $\pm 10\%$. Urządzenie można zaprogramować na czas pomiaru od 1 minuty do 999 min. Możliwe jest ciągłe mierzenie wydatku energii (ciągły czas pracy miernika) po pełnym naładowaniu akumulatorów około 100 godzin. Zakres temperatury pracy wynosi od 0°C do 60 °C. W warunkach temperatur ujemnych możliwy jest pomiar po stopniowym zaaklimatyzowaniu urządzenia do warunków zewnętrznych. Przy powrocie do ciepłego pomieszczenia czas aklimatyzacji jest długi. Urządzenie zasilane jest przez 4 akumulatory lub baterie (typ R6). Urządzenie wyposażone jest w sygnalizację spadku napięcia zasilania komunikat „LO BAT” (na wskaźniku). Wymiary urządzenia wynoszą 200 x 100 x 40 mm, zaś masa:

- układ przetwarzania (z akumulatorami) 380 g.
- czujnik z półmaską 230 g.

Przygotowanie miernika do pomiarów. Akumulatory (baterie) powinny być wkładane do miernika tylko na czas wykonywania pomiarów. Po zakończeniu pomiarów, na czas składowania miernika, akumulatory (baterie) powinny być wyjęte. Zalecenie to nie dotyczy przerw w pomiarach wykonywanych tego samego dnia. Przed przystąpieniem do pomiarów zalecane jest naładowanie akumulatorów. Ładowarka akumulatorów znajduje się w zestawie. Akumulatory powinny być również naładowane przed ich składowaniem (podniesie to żywotność akumulatorów). Wyświetlenie komunikatu „LO BAT” sygnalizuje zbyt niskie napięcie zasilania. Należy wymienić baterie na nowe lub akumulatory na naładowane.

Akumulatory (baterie) umieszcza się w pojemniku znajdującym się pod pokrywą na tylnej ścianie obudowy. Po założeniu akumulatorów (baterii) przyrząd należy wyzerować przez przyciśnięcie przycisku C.

W zestawie znajdują się dwie półmaski o różnych rozmiarach; mniejsza o oznaczeniu S/M i większa o oznaczeniu M/L. Podstawowe znaczenie dla dokładności wykonywanych pomiarów ma szczelne dopasowanie półmaski do twarzy osoby badanej tak, aby powietrze wdychane było tylko przez czujnik przepływu powietrza. Dlatego też, zaleca się w większości przypadków stosować maskę mniejszą S/M. Półmaskę, przed użyciem, należy zdezynfekować przecierając jej wewnętrzną powierzchnię np. spirytusem. Osoba badana powinna być poinformowana o celu i przebiegu wykonywanego pomiaru. Współpraca z osobą badaną może być bardzo pomocna podczas dopasowywania półmaski do twarzy. Wymiana czujnika przepływu powietrza między maskami jest operacją prostą. Należy jedynie uważać, aby w czasie naciągania otworu maski na rowek w czujniku nie uszkodzić zaworu czujnika. Czujnik posiada na zewnątrz obudowy zawór w postaci okrągłego płata z tworzywa sztucznego. Aby mieć pewność, że zawór nie zostanie uszkodzony, zaleca się zdejmowanie zaworu przed założeniem czujnika do maski i zakładanie go po umieszczeniu czujnika w masce. Zawór można zdejmować chwytając go za wystającą środkową część.

Pomiar. Nie należy rozpoczynać pomiaru od razu po założeniu osobie badanej półmaski. Należy pozwolić badanemu przyzwyczaić się do oddychania przez maskę (proponowany czas około 5 minut). Przed rozpoczęciem każdego nowego pomiaru przyrząd należy wyzerować przez przyciśnięcie przycisku C. Pomiar rozpoczyna się po wciśnięciu przycisku START. Pomiar można zatrzymać ręcznie przez wciśnięcie przycisku STOP lub może być zatrzymany automatycznie po upływie zaprogramowanego wcześniej czasu. Zatrzymanie pomiaru nie musi oznaczać jego zakończenia, pomiar można wznowić przez wciśnięcie przycisku START. Pomiar można zatrzymywać i wznowiać dowolną ilość razy, a prezentowane wyniki będą miały wartość uśrednioną za wszystkie okresy pomiarowe. Po zatrzymaniu pomiaru wskaźnik pokazuje wartość wentylacji w litrach na minutę, przeliczoną do warunków STPD. Przyciskanie przycisku N spowoduje, że na wskaźniku wyświetlane będą kolejno następujące wielkości (wartości przykładowe):

- Wydatek energetyczny brutto w kcal/min

EB 8,21 Kc

- Wydatek energetyczny netto w kcal/min

EN 7,01 Kc

- Wydatek energetyczny brutto w kJ/min

EB 34,3 KJ

- Wydatek energetyczny netto w kJ/min

EN 29,3 K J

- Wydatek energetyczny brutto w W/m²

EB 293,7 W

- Wydatek energetyczny netto w W/m²

EN 250,8 W

- Wentylacja płuc w l/min (ponownie)

W 30,3 Lm

Jeżeli wartości wydatku energetycznego netto nie są wyświetlane, to oznacza, że nie zostały właściwie zaprogramowane dane dotyczące osoby badanej. Do otrzymania prawidłowego wyniku konieczne jest wpisanie do pamięci miernika, przy użyciu klawiatury, ciężaru ciała, wzrostu, wieku i płci osoby badanej. Po zakończeniu pomiarów dla danej osoby należy: odłączyć czujnik od maski, zdjąć z czujnika zawór (płatek z tworzywa sztucznego), maskę i zawór umyć w ciepłej wodzie z dodatkiem mydła lub detergentu i starannie osuszyć.

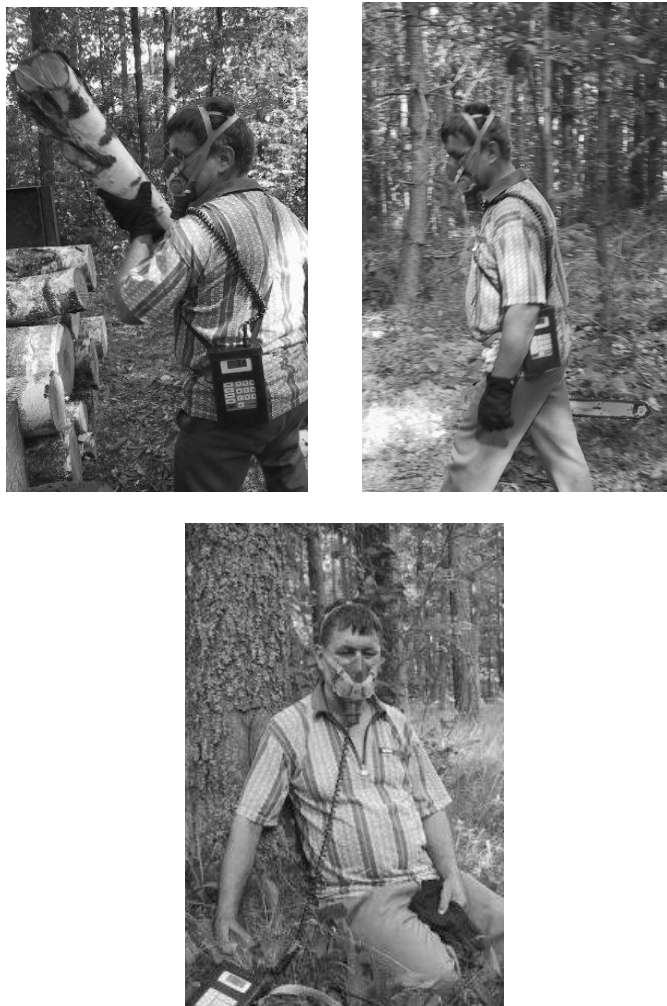
Zasilanie z własnych baterii lub akumulatorów umożliwia pracę miernika w terenie. Wartość wydatku energetycznego i wentylacji płuc uzyskana w czasie badania jest wartością uśrednioną z uwzględnieniem temperatury otoczenia.

Przeprowadzone badania walidacyjne miernika wykazały, że wyniki pomiarów wydatku energetycznego otrzymane z miernika nie różnią się w sposób istotny od wyników pomiarów wyliczonych z pochłaniania tlenu, a uzyskanych za pomocą aparatury wzorcowej MMC (Metabolic Measurement Card) podczas wykonywania pracy lekkiej, średniej, ciężkiej i bardzo ciężkiej. Niewielkie różnice można obserwować w czasie wykonywania pomiarów w spoczynku lub podczas bardzo lekkiej pracy (wpływ innych czynników m. in. emocji na wentylację płuc) oraz podczas pracy ekstremalnie ciężkiej, gdy wentylacja płuc przekracza 60 l/min.

Miernik wydatku energetycznego może służyć do oceny ciężkości pracy fizycznej praktycznie we wszystkich zawodach.

ROZDZIAŁ 3

Przykładowe pomiary w warunkach pracy w leśnictwie przedstawiono na rysunku 3.7.



Rysunek 3.7. Pomiar wydatku energii w różnych czynnościach z wykorzystaniem miernika WE-1

3.4. Ocena obciążenia fizycznego pracą

Ocena obciążenia fizycznego (OF) pracującego człowieka dotyczy czterech składowych. Są to następujące elementy (rysunek 3.8):

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.

Ocena obciążenia fizycznego robotnika



Badanie metod pracy

Rysunek 3.8. Analiza obciążenia fizycznego wymaga oceny czterech jego elementów składowych

ROZDZIAŁ 3

Zasadniczym kryterium oceny obciążenia dynamicznego jest koszt energetyczny pracy. Nie jest to jedyne kryterium. Uczestnicy zajęć będą oceniali wybraną pracę czterema metodami a mianowicie:

1. metodą oceny wydatku energii - WE,
2. metodą maksymalnego należnego tętna,
3. metodą wentylacji płuc,
4. metodą Kozłowskiego.

Poniżej znajduje się wykaz metod (rysunek 3.9), jakie poznają i praktycznie wykorzystują na ćwiczeniach słuchacze studium. W trakcie ćwiczeń badane są podstawowe parametry służące ocenie: wydolność fizyczna (metodą „step test”), tętno wysiłkowe (metodą palpacyjną na tętnicy szyjnej), wentylacja płuc i wydatek energii (miernik WE-1).

W przygotowanym arkuszu kalkulacyjnym i pliku tekstowym uczestnicy zajęć przygotowują sprawozdania w zespołach 2-4 osobowych. Wsparciem dla ich działań jest dostęp do zasobów literatury w internecie.

OCENA CIĘŻKOŚCI PRACY**1. Metoda uwzględniająca wydatek energii WE**

praca b. lekka	WE do 2,5	kcal
praca lekka	2,6 – 5,0	kcal
praca umiarkowana	5,1 – 7,5	kcal
praca ciężka	7,6 – 10,0	kcal
praca bardzo ciężka	10,1 – 12,5	kcal
praca skrajnie ciężka	ponad 12,5	kcal

2. Metoda uwzględniająca wentylację minutową plus l/min.

praca b. lekka	do	10
praca lekka		10 - 20
praca umiarkowana		20 - 35
praca ciężka		35 - 50
praca bardzo ciężka		50 - 65
praca skrajnie ciężka	powyżej	65

3. Metoda uwzględniająca maksymalne należne tętno

HRmax nal. = 220 - wiek

1. praca lekka	do 40	%
2. praca umiarkowana	do 60	%

Próg przemian aerobowych – intensywność pracy odpowiadająca metabolizmowi tlenowemu

3. praca ciężka	60 – 70	%
4. praca bardzo ciężka	70 – 85	%

Próg niekompensowanej kwasicy metabolicznej

5. praca skrajnie ciężka	powyżej 85	%
--------------------------	------------	---

4. Rozszerzona ocena wg Kozłwskiego uwzględniająca pułap tlenowy VO₂ max

praca b. lekka	do 10	%
praca lekka	10 – 20	%
praca umiarkowana	20 – 30	%

Próg przemian aerobowych (średni wydatek energii na tym poziomie dopuszczalny w pracy zawodowej)

praca ciężka	30 – 40	%
praca bardzo ciężka	40 – 50	%
praca skrajnie ciężka	powyżej 50	%

Rysunek 3.9. Metody oceny ciężkości pracy na podstawie różnych kryteriów

3.5. Ręczne czynności transportowe

Szczególnie drastyczne obciążenia fizjologiczne występują przy czynnościach transportowych wykonywanych ręcznie. Dane wypadkowe zarówno krajowe jak i zagraniczne wskazują na zagrożenia związane z pracami transportowymi. Choroby narządu ruchu stanowią w Polsce około 2,5% wszystkich uznanych chorób zawodowych (dane Państwowej Inspekcji Pracy-PIP). Podczas pracy wiele czynności roboczych wymaga ręcznego podnoszenia lub przenoszenia przedmiotów o różnej masie i kształcie. Wykonywanie tych czynności obciąża układ mięśniowo-szkieletowy człowieka i może powodować dolegliwości lub nawet urazy, dlatego istnieje tendencja do systematycznego obniżania granicznych wartości ciężarów przenoszonych ręcznie w warunkach pracy zawodowej. Również wartości obciążeń dopuszczalnych zalecane dla pracowników młodocianych są znacznie niższe od tych dla populacji dorosłych. Dla kobiet zaleca się zwykle mniejsze wartości dopuszczalne zmiennych charakteryzujących obciążenie niż dla mężczyzn, a dodatkowo przepisy prawne wymagają znacznego obniżenia tych wartości dla kobiet w ciąży (Tokarski i in. 1999).

Czynnikami mającymi wpływ na wielkość zagrożenia wynikającego z ręcznego podnoszenia, przemieszczania ładunków są:

1. zmienne charakteryzujące człowieka-pracownika:
 - a. wiek,
 - b. płeć,
 - c. masa ciała,
 - d. wzrost,
 - e. wymiary ciała,
 - f. trening,
 - g. kondycja fizyczna,
 - h. zdrowie aktualne i przeszłość chorobowa,
 - i. motywacja.

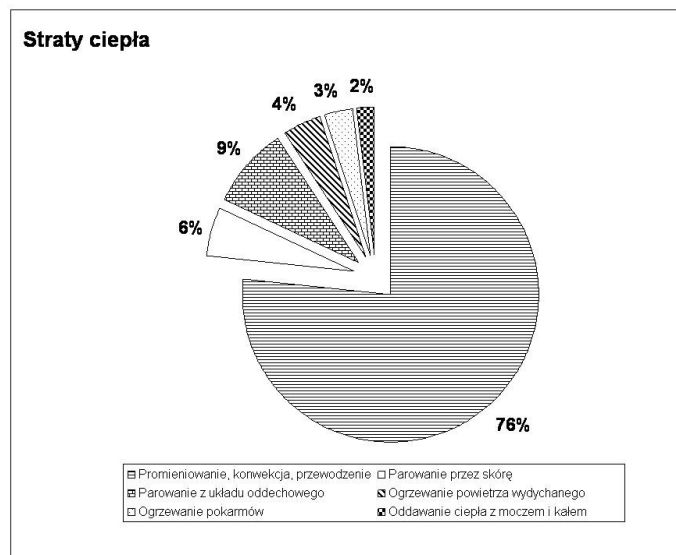
2. zmienne dotyczące zadań roboczych:
 - a. częstość powtarzania zadania roboczego w dniówce roboczej,
 - b. masa pojedynczego obiektu,
 - c. wymiary przedmiotów i ich charakterystyki (kształt, bezpieczeństwo zawartości, itp.),
 - d. wysokość podnoszenia (start i koniec zadania roboczego),
 - e. wygoda uchwytów,
 - f. podłoże, po którym następuje przemieszczanie, jego stabilność, czystość, wilgotność, itp.,
 - g. czas trwania zadań roboczych w ciągu dniówki roboczej,
 - h. pozycja robocza.
3. zmienne dotyczące warunków otoczenia pracy:
 - a. przestrzenne uwarunkowania wykonania zadania roboczego,
 - b. warunki materialnego środowiska pracy mające wpływ ujemny, synergiczny na reakcje człowieka (temperatura, wilgotność, itp.),
 - c. koszt energetyczny pracy,
 - d. system nadzoru nad pracą, kierowania i wartościowania pracy.

W Polsce dopuszczalne wartości przenoszonej masy określone w oparciu o obowiązujące normatywy prawne są znaczne. Przez dziesiątki lat, to jest od lat 50-tych ubiegłego wieku praktycznie nie podlegały istotnym zmianom. Nastąpiło to dopiero w 1990 r. Mimo wsparcia środowisk naukowych i opiniotwórczych (m.in. Centralnego Instytutu Ochrony Pracy Państwowego Instytutu Badawczego - CIOP-PIB), które sugerowały od dawna potrzebę zmiany regulacji prawnych poprzez wprowadzenie maksymalnego ciężaru przenoszonego ręcznie w pracy stałej do 25 kg, zmiany prawne miały znacząco mniejszy zakres. Nadal więc praca, mimo, iż zgodna z normatywami, prowadzić może do przeciążania pracowników. Każde dźwiganie (bez względu na podnoszoną masę) może niekorzystnie wpływać na stan kręgosłupa pracownika i cały układ biomechaniczny. W związku z tym, nadrzędnym zadaniem organizatora pracy jest dążyć do tego, aby wszelkie dźwiganie było wyeliminowane a tam, gdzie jest ono jeszcze koniecznością, należy zadbać o to, by masy podnoszone przez pracowników były jak najmniejsze. Kolejnym

działaniem zmniejszającym zagrożenia wynikające z ręcznych czynności transportowych jest wzrost wiedzy samych wykonawców pracy i świadomość ergonomicznych uwarunkowań pracy.

3.6. Obciążenie termiczne człowieka w środowisku pracy. Termoregulacja

Praca fizyczna wraz z rosnącą intensywnością powoduje wzrost przemian metabolicznych, a co za tym idzie zwiększenie ilości ciepła produkowanego przez organizm (rysunek 3.10).



Rysunek 3.10. Oddawanie ciepła przez organizm pracujący w otoczeniu pracy o temperaturze 18 °C

Niekorzystne warunki termiczne w trakcie pracy to dla organizmu człowieka dodatkowe obciążenie, zwłaszcza dla układu krążenia. Rosnąca temperatura otoczenia powoduje:

- Wzrost częstości tętna,

- Wzrost ilość krwi krążącej w organizmie,
- Rozszerzenie naczyń krwionośnych w skórze,
- Spadek ciśnienia tętniczego krwi,
- Osłabienie czynności nerek i nadnerczy (ilość wydalanego moczu maleje, zwiększa jego kwasowość i zawartość chlorków. Zmniejsza się zdolność do zatrzymywania wody w organizmie),
- Zmniejszenie zawartości hemoglobiny w czerwonych krwinkach,
- Wzrost częstości oddechów szczególnie obarczająca chorych z niedomaganiem układu oddechowego,
- Spadek liczby białych krwinek – odporność na zakażenie spada. Zwiększa się liczba zakażeń bakteryjnych,
- Zmniejszenie się reaktywności, centralny system nerwowy działa mniej sprawnie, zwiększa się senność, bezwładność psychiczna.

Czynniki te łącznie przyczyniają się do znacznego osłabienia organizmu, co w przypadku współistnienia chorób serca powoduje zwiększoną śmiertelność, częstość wypadków przy pracy.

Konsekwencje pracy w mikroklimacie gorącym można ująć w kilku stopniach od najmniej uciążliwych do tych o bardzo groźnych konsekwencjach dla pracującego człowieka:

1. Skórne zmiany cieplne: potówki, zaczerwienienie ujęść gruczołów potowych, drobne pęcherzyki, zapalenie gruczołów potowych,
2. Omdlenia cieplne przy pracy stojącej z małą aktywnością ruchową,
3. Kurcze cieplne jako skutek ubytku chlorku sodu z organizmu,
4. Wyczerpanie cieplne (odwodnienie), temperatura ciała podnosi się powyżej 37,5-38,5°C,
5. Udar cieplny- temperatura ciała powyżej 41,1°C.

Istnieje kilka dróg oddawania ciepła przez organizm człowieka do otoczenia. Są to przede wszystkim procesy natury fizycznej: przewodzenie, konwekcja, promieniowanie i odparowanie potu. Pierwsze trzy procesy zależą w dużej mierze od różnicy temperatur między ciałem pracującego człowieka i jego otoczeniem. Ostatni z procesów zależy od cząstkowego ciśnienia pary wodnej na powierzchni skóry i w powietrzu otaczającym. W temperaturze otoczenia powyżej 25°C oddawanie ciepła przez pracujący organizm zachodzi wyłącznie drogą parowania potu, co prowadzi do przeciążenia organizmu. Wymianę ciepła między ciałem człowieka a otoczeniem moderują warunki mikroklimatu środowiska pracy, a w szczególności sposób czyni to wiatr i ruch powietrza.

Główną metodą na pozbycie się z organizmu nadmiaru ciepła wyprodukowanego, przez metabolizm jest parowanie. Oddanie ciepła w ilości 580 Kcal odpowiada odparowaniu 1 litra wody. W przypadku dużej ilości wytwarzanej energii cieplnej potrzeba zatem dużych ilości wody by odprowadzić jej nadmiar. W mikroklimacie gorącym może to stanowić problem przyczyniając się do pogorszenia komfortu i wydajności pracy. Parowanie jest zależne od temperatury, wilgotności i ruchu, czyli stanu fizycznego powietrza. Każde wahanie nawet jednego z tych czynników powoduje zmianę ilości pary wodnej jaką powietrze może przyjąć.

Warunki środowiskowe, w których występuje obciążenie termiczne organizmu człowieka określane są w przyjętej w ergonomii terminologii jako mikroklimat gorący i zimny.

Pojęcia te są definiowane następująco:

- **mikroklimat gorący** – warunki środowiska pracy określone temperaturą powietrza w pomieszczeniu pow. 30 st. C i względną wilgotnością powietrza pow. 65% lub bezpośrednio (według definicji GUS sformułowanej na potrzeby zbierania danych o warunkach pracy) oddziaływaniem otwartego źródła promieniowania cieplnego w pomieszczeniach,
- **mikroklimat zimny** – warunki środowiska pracy określone temperaturą powietrza w pomieszczeniu poniżej 14 st. C i względną wilgotnością powietrza pow. 65%.

Dla mikroklimatu gorącego ustalona została dopuszczalna wartość wskaźnika obciążenia termicznego WBGT (wet bulb globe temperature) w stopniach Celsjusza dla pięciu poziomów tempa metabolizmu

organizmu, związanego z wielkością wysiłku fizycznego pracownika (spoczynek, praca lekka, umiarkowana, ciężka, bardzo ciężka). Wartości dopuszczalne WBGT, według rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej z 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz.U. Nr 217, poz. 1833 ze zmianami w 2005 r.), są takie same jak dopuszczalne wartości WBGT zamieszczone w załączniku A do Polskiej Normy PN-EN-27243:2005 „Środowiska gorące. Wyznaczenie obciążenia termicznego działającego na człowieka podczas pracy, oparte na wskaźniku WBGT (wet bulb globe temperature)”. W normie nazwane one zostały „wartościami odniesienia wskaźnika WBGT obciążenia termicznego”.

Ustalone dopuszczalne wartości wskaźnika WBGT odpowiadają takim poziomom ekspozycji, na które mogą być narażone osoby bez szkodliwych skutków, o ile są zdrowe i ubrane w odzież o izolacji termicznej = 0,6 CLO.

Wskaźnik WBGT wiąże trzy wielkości środowiska gorącego: temperaturę powietrza, średnią temperaturę promieniowania, wilgotność bezwzględna. Jest wartością służącą ocenie przeciętnego oddziaływania ciepła na człowieka w okresie reprezentatywnym dla jego pracy, czyli odpowiadającym maksymalnym obciążeniom (lato, południe, miejsce najbardziej niekorzystne). Nie ma zastosowania do oceny obciążeń termicznych występujących w ciągu bardzo krótkich okresów (kilkuminutowych).

Wartość wyznaczonego wskaźnika WBGT zależy także – poza ciężkością wykonywanej pracy, której miarą jest poziom metabolizmu – od stopnia aklimatyzacji pracownika oraz od odczuwalnego ruchu powietrza (rysunek 3.11).

Mniej groźnym dla organizmu pracującego człowieka od przegrzania jest wychłodzenie. Z punktu widzenia wartościowania środowiska pracy jest to jednak bardzo istotny czynnik. Oddziaływanie zimnego środowiska może dotyczyć całego organizmu lub niektórych jego obszarów. W pierwszym przypadku jest to chłodzenie ciała w wyniku stosowania odzieży o niewystarczającej ciepłochronności (CLO). Lokalne zaś działanie zimnego środowiska to bezpośredni kontakt określonych partii ciała z zimnymi powierzchniami, a także chłodzenie nieosłoniętych obszarów skóry, głównie twarzy i rąk, wywołane ruchem powietrza. Do lokalnego oddziaływania zimnego środowiska należy także chłodzenie organizmu przez drogi oddechowe oraz chłodzenie kończyn. Stres zimna może powodować:

- zwiększenie poziomu hormonów stresu,
- zwiększenie ciśnienia tętniczego krwi,
- zmniejszenie krążenia krwi w obwodowych regionach skóry.

Reagując na zimne środowisko, człowiek w pierwszej kolejności zmienia swoje zachowanie, dąży do zastosowania odzieży ciepłochronnej lub przemieszcza się do ogrzewanych pomieszczeń. Gdy skuteczność tych działań jest niewystarczająca, odruchowo uruchamiane są procesy fizjologiczne. Reakcje termoregulacyjne człowieka na schłodzenie ciała, początkowo obejmują skurcz powierzchniowych naczyń krwionośnych, czego wynikiem jest ograniczenie utraty ciepła. W następnej kolejności uruchamiane są przemiany fizjologiczne. Fizjologiczne podstawy równowagi cieplnej w zimnie to zdolność organizmu do zatrzymania lub wzmoczonego wytwarzania ciepła. Zachowanie ciepła następuje przez ograniczenie ilości ciepła przenoszonego z wnętrza ciała do kończyn. Odczucia ciepłe są związane z temperaturą skóry. Zwężenie powierzchniowych naczyń krwionośnych pozwala na zachowanie ciepła, ale obniżenie temperatury skóry może być odczuwane jako chłód lub zimno. Drugi proces to produkcja ciepła. Ma on miejsce głównie w mięśniach. Wzmoczone wytwarzanie ciepła w organizmie w wyniku procesów termoregulacyjnych związane jest z termogenezą drżeniową i bezdrżeniową. Pierwszy z tych procesów to mimowolny skurcz włókien mięśni szkieletowych, powodujący zwiększenie metabolicznej produkcji ciepła. Z kolei termogeneza bezdrżeniowa jest bardziej długotrwałym mechanizmem wytwarzania ciepła, działającym poprzez współczulny układ nerwowy i hormony tarczycy.

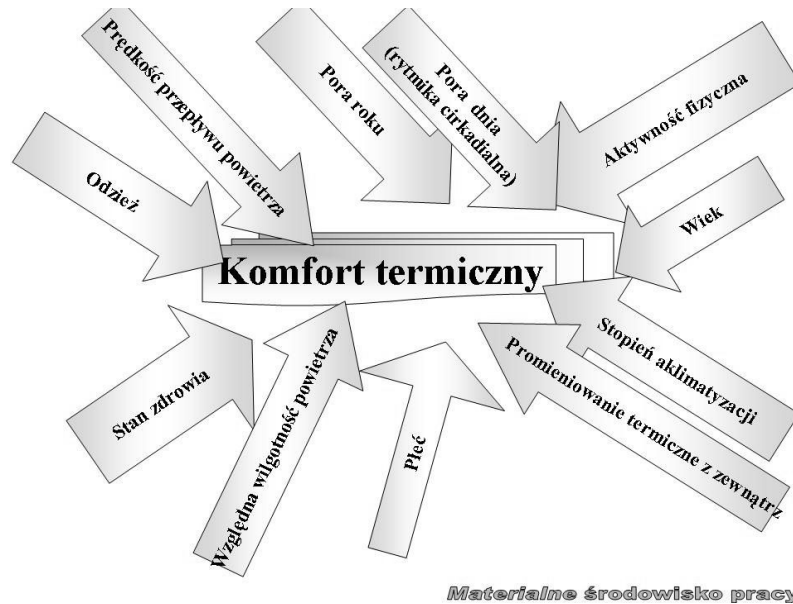
Obydwa mechanizmy, czyli produkcji i zachowania ciepła, mają na celu utrzymanie homeostazy termicznej ustroju, a ich działanie powoduje wiele wtórnych zmian czynnościowych ze strony różnych narządów i układów. Należą do nich przede wszystkim zmiany w objętości i rozmieszczeniu płynów ustrojowych, zmiany w czynnościach nerek i inne. Efektywność termoregulacji w zimnym środowisku jest taka, że warunki, które wywołują obniżenie temperatury wewnętrznej poniżej 36°C można uznać za surowe, poniżej 35°C określane są jako hipotermia, która stwarza sytuację potencjalnie niebezpieczną. W reakcjach poszczególnych pracowników istnieją duże rozbieżności międzyosobnicze. Drżenie mięśniowe o dużym nasileniu zachodzi jako próba utrzymania temperatury wewnętrznej na stałym poziomie. Przy obniżaniu się temperatury wewnętrznej mięśnie stają się sztywne, lepkość krwi zwiększa się, co powoduje, że porusza się ona dość wolno. Z tego powodu może nastąpić utrata informacji czuciowych i zaburzenia świadomości.

Uszkodzenia wywołane zimmem są dzielone na dwa rodzaje:

1. odmrożenia, które zachodzą wówczas, gdy chłodzenie osiąga poziom powodujący zamrażanie płynów tkankowych,
2. uszkodzenia chłodem, powodujące zmniejszenie przepływu krwi, zachodzące w wyniku zanurzenia stóp w wodzie lub w warunkach działania powietrza o temperaturze 1-15 °C.

Do mniej poważnych skutków wychłodzenia zaliczane są pęknięcia skóry, drobne odmrożenia palców, paluchów stóp lub uszu.

Miedzy człowiekiem a środowiskiem zachodzi nieustanna wymiana ciepła. Odbywa się ona z udziałem czterech zjawisk fizycznych: przewodzenia, konwekcji, promieniowania oraz odparowywania wody wraz z potem i wydychanym powietrzem. O udziale każdego z wymienionych zjawisk w procesie wymiany ciepła decydują takie czynniki, jak: temperatura powietrza, średnia temperatura promieniowania, ciśnienie pary wodnej i prędkość ruchu powietrza, a także ubiór oraz aktywność fizyczna



Materialne środowisko pracy

Rysunek 3.11. Czynniki warunkujące komfort termiczny pracującego organizmu człowieka

W organizacji pracy konsekwencje omówionych zjawisk znajdują odzwierciedlenie w regulacjach prawnych dotyczących zobowiązań pracodawcy w chwili przekroczenia pewnych granicznych wartości materialnego środowiska pracy. Jedną z tych regulacji prawnych to zobowiązanie pracodawcy w sprawie profilaktycznych posiłków i napojów (Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 28 maja 1996 r. w sprawie profilaktycznych posiłków i napojów. Dz. U. 96 nr 60 poz. 279). Zobowiązania określone aktem normatywnym przedstawiono poniżej.

Na podstawie art. 232 Kodeksu pracy zarządza się, co następuje:

§1. Pracodawca zapewnia pracownikom zatrudnionym w warunkach szczególnie uciążliwych nieodpłatnie:

- 1) posiłki wydawane ze względów profilaktycznych, zwane dalej "posiłkami", w formie jednego dania gorącego, z zastrzeżeniem §2 ust. 2,
- 2) napoje, których rodzaj i temperatura powinny być dostosowane do warunków wykonywania pracy.

§2. 1. Posiłki powinny zawierać około 50-55% węglowodanów, 30-35% tłuszczów, 15% białek oraz posiadać wartość kaloryczną około 1000 kcal.

2. Jeżeli pracodawca nie ma możliwości wydawania posiłków ze względu na rodzaj wykonywanej przez pracownika pracy lub ze względów organizacyjnych, może zapewnić w czasie pracy:

- 1) korzystanie z takich posiłków w punktach gastronomicznych,
- 2) przyrządzanie posiłków przez pracownika we własnym zakresie z otrzymanych produktów.

§3.1. Pracodawca zapewnia posiłki pracownikom wykonującym prace:

- 1) związane z wysiłkiem fizycznym, powodującym w ciągu zmiany roboczej efektywny wydatek energetyczny organizmu powyżej 2000kcal (8375 kJ) u mężczyzn i powyżej 1100 kcal (4605 kJ) u kobiet,
- 2) związane z wysiłkiem fizycznym, powodującym w ciągu zmiany roboczej efektywny wydatek energetyczny organizmu powyżej 1500 kcal (6280 kJ) u mężczyzn i powyżej 1000 kcal (4187 kJ) u kobiet, wykonywane w pomieszczeniach zamkniętych, w których ze względów technologicznych utrzymuje się stale temperatura poniżej 10°C lub wskaźnik obciążenia termicznego (WBGT) wynosi powyżej 25°C,

3) związane z wysiłkiem fizycznym, powodującym w ciągu zmiany roboczej efektywny wydatek energetyczny organizmu powyżej 1500kcal (6280 kJ) u mężczyzn i powyżej 1000 kcal (4187 kJ) u kobiet, wykonywane na otwartej przestrzeni w okresie zimowym; za okres zimowy uważa się okres od dnia 1 listopada do dnia 31 marca,

4) pod ziemią.

2. Pracodawca zapewnia posiłki pracownikom zatrudnionym przy usuwaniu skutków klęsk żywiołowych i innych zdarzeń losowych.

§4.1. Pracodawca zapewnia napoje pracownikom zatrudnionym:

1) w warunkach gorącego mikroklimatu, charakteryzującego się wartością wskaźnika obciążenia termicznego (WBGT) powyżej 25°C,

2) w warunkach mikroklimatu zimnego, charakteryzującego się wartością wskaźnika siły chłodzącej powietrza (WCI) powyżej 1000,

3) przy pracach na otwartej przestrzeni przy temperaturze otoczenia poniżej 10°C lub powyżej 25°C,

4) przy pracach związanych z wysiłkiem fizycznym, powodującym w ciągu zmiany roboczej efektywny wydatek energetyczny organizmu powyżej 1500 kcal (6280 kJ) u mężczyzn i 1000 kcal (4187 kJ) u kobiet,

5) na stanowiskach pracy, na których temperatura spowodowana warunkami atmosferycznymi przekracza 28°C.

2. Pracodawca zapewnia pracownikom napoje w ilości zaspokajającej potrzeby pracowników, odpowiednio zimne lub gorące w zależności od warunków wykonywania pracy, a w przypadku określonym w ust. 1 pkt 1 - napoje wzbogacone w sole mineralne i witaminy.

§5. Stanowiska pracy, na których zatrudnieni pracownicy powinni otrzymywać posiłki i napoje, oraz szczegółowe zasady ich wydawania, a także warunki uzasadniające zapewnienie posiłków w sposób, o którym mowa w § 2 ust. 2, ustala pracodawca w porozumieniu z zakładowymi organizacjami związkowymi, a jeżeli u danego pracodawcy nie działa zakładowa organizacja związkowa - pracodawca po uzyskaniu opinii przedstawicieli pracowników.

§6.1. Posiłki i napoje wydawane są pracownikom w dniach wykonywania prac uzasadniających ich wydawanie.

ROZDZIAŁ 3

2. Posiłki powinny być wydawane w czasie regulaminowych przerw w pracy, w zasadzie po 3-4 godzinach pracy.

3. Napoje powinny być dostępne dla pracowników w ciągu całej zmiany roboczej.

§7. Pracodawca powinien zapewnić zachowanie odpowiednich warunków higienicznosanitarnych przygotowywania oraz spożywania posiłków i napojów.

§8. Pracownikom nie przysługuje ekwiwalent pieniężny za posiłki i napoje.

§9. Traci moc uchwała nr 134 Rady Ministrów z dnia 8 października 1984 r. w sprawie zasad wydawania posiłków profilaktycznych i regeneracyjnych wzmacniających pracownikom zatrudnionym w warunkach szkodliwych dla zdrowia lub szczególnie uciążliwych (Monitor Polski Nr 25, poz. 168).

§10. Rozporządzenie wchodzi w życie z dniem 2 czerwca 1996 r.

Zgodnie z obowiązującymi w Polsce rozwiązaniami prawnymi w sytuacji gdy warunki pracy osiągają pewne parametry niezbędne jest właściwe zabezpieczenie pracowników w środki ochrony indywidualnej bądź inne działania organizacyjne. Wybrane przedstawiono w tabeli 3.1.

Tabela 3.1. Termiczne warunki pracy – zobowiązania pracodawców

Warunki pracy	Niezbędne działania organizatora pracy
Temperatura otoczenia poniżej 4°C	Przydział odzieży ciepłochronnej
Temperatura otoczenia poniżej -1°C	Wyposażenie pracownika w rękawice ochronne ciepłochronne
Temperatura otoczenia poniżej -7°C	Udostępnienie pracownikom ogrzanego pomieszczenia w pobliżu miejsca pracy
Pomieszczenia nie przeznaczone do stałego przebywania ludzi (magazyny bez stałej obsługi, garaże)	Minimalna temperatura 5°C
Pomieszczenia, w których przebywające osoby są w okryciach zewnętrznych, znajdują się w ruchu i nie przebywają tam dłużej niż 1 godzinę (klatki schodowe w budynkach mieszkalnych)	Minimalna temperatura 8°C
Pomieszczenia przeznaczone do stałego przebywania ludzi w okryciach zewnętrznych lub wykonujących ciężką pracę fizyczną	Minimalna temperatura 12°C

(magazyny składy wymagające stałej obsługi, hale ciężkiej pracy, maszynownie chłodni, ładownie akumulatorów, hale targowe, sklepy rybne i mięsne, itp.)	
Pomieszczenia przeznaczone do stałego przebywania ludzi w okryciach zewnętrznych lub bez okryć ale znajdujące się w ruchu podczas pracy (hale lekkiej pracy, szatnie, klatki schodowe w biurach, palarnie, korytarze, bufety, ustępy publiczne, sklepy spożywcze i przemysłowe)	Minimalna temperatura 16°C
Pomieszczenia przeznaczone do stałego przebywania ludzi bez okryć zewnętrznych nie wykonujących w sposób ciągły pracy fizycznej (pokoje biurowe, biblioteki, czytelnie, pomieszczenia do nauki)	Minimalna temperatura 20°C
Pomieszczenia przeznaczone do stałego przebywania ludzi bez odzieży (rozbieralnie, łazienki, hale pływalni, sale operacyjne)	Minimalna temperatura 25°C
Pomieszczenia wymagające podwyższonej temperatury, nie wyposażone w specjalne urządzenia (suszarnie odzieży)	Minimalna temperatura 32°C

4

Podsumowanie

Podsumowując rozważania nad psychofizjologicznymi uwarunkowaniami pracy można wysunąć kilkanaście podstawowych wniosków:

1. Dotychczasowy rozwój wiedzy o pracy ludzkiej nie uprawnia do wysuwania ostatecznych wniosków i jednoznacznych, kategori-
cznych zaleceń praktycznych umożliwiających bezpośrednio kształtowanie pracy.
2. Zjawisko relacji występujących między technologią, opisaną za pomocą między innymi: wydajności pracy, struktury dnia roboczego, stosowanego sprzętu, a parametrami stanowiącymi odpowiedź organizmu ludzkiego na stres pracy nie otrzymały jeszcze do tej pory pełnej podbudowy teoretycznej.
3. Opracowanie użytecznej metody pomiaru, umożliwiającej wykazanie wpływu pracy na jej wykonawcę oraz ustalenie, w jakim stopniu ten wpływ zmienia się w zależności od warunków pracy i środowiska to plan badawczy najbliższych dekad dla ergonomii w jej branżowych aplikacjach.
4. Brak jest użytecznych i powszechnie stosowanych metod standaryzacji wyników wykluczających zmienność indywidualną i międzyosobniczą. Brak jest również rozwiązania, najtrudniejszej w gruncie rzeczy sprawy jaką jest interpretacja uzyskiwanych wyników w testach psychotechnicznych. Nadal należy poszukiwać praktycznych, wygodnych w użyciu przez organizatora pracy metod oceny obciążenia psychicznego w pracy.
5. Mimo sprzecznych poglądów na temat optimum wysiłku fizycznego na stanowisku pracy, nie można zrezygnować z podejmowania prób bardziej przyjaznego dla człowieka kształtowania pracy, korzystnego z punktu widzenia jego zdrowia, a także w aspekcie utrzymania jego wysokiej wydajności pracy, co jest sprawą bardzo istotną, zarówno dla jednostki, jak i całego społeczeństwa.
6. Można powiedzieć, że reakcję na stres pracy wyznacza nie tylko siła i rodzaj bodźców negatywnych z obszaru pracy, ale również zmienne osobnicze i dalecy jesteśmy od pełnego poznania dawki

odporności na wysiłek, jest jednak niezmiernie istotne by ją poznać.

7. Negatywne skutki wywołane przez pracę można starać się łagodzić stosując dwie metody: 1. stopniowo eliminując czynniki szkodliwe i uciążliwe ze środowiska pracy, 2. oddziałując na człowieka. Wydaje się, że lepsza jest metoda pierwsza, ponieważ przystosowanie człowieka do czynników szkodliwych w środowisku pracy pociąga za sobą wiele negatywnych skutków zdrowotnych,
8. Brak jest w miarę pełnych i aktualnych badań wydolnościowo - sprawnościowych różnych grup zawodowych w Polsce, które mogłyby stanowić bazę odniesienia przy próbie tworzenia nowych organizacyjnie i technologicznie prac. Z kolei odnośnienie się do danych pochodzących z innych krajów, może być mylące i nieuzasadnione,
9. Istotnym jest znalezienie sposobu umożliwiającego wartościowanie tak złożonego elementu jak sprawność. Jak na razie w pełni mierzalne są tylko elementy środowiska pracy i stan czynnika, który zwiemy „maszyną”. By opis sprawności funkcjonowania człowieka był kompatybilny z opisem maszyny, muszą znaleźć się podobne jednostki opisu charakterystyk. Literatura przedmiotu wskazuje, że proces poszukiwań trwa.
10. Przyszłościowymi pracami będą te, jak przewiduje się, które zajmą się mierzaniem relacji pomiędzy zmianami stanu funkcjonalnego organizmu pod wpływem pracy, a długookresowym wpływem na zdrowie człowieka.

Kształtowanie warunków pracy, przestrzeni aktywności człowieka wymaga oglądu wieloaspektowego i wielokierunkowego. Wskazują na to wyniki badań i wdrożeń ergonomicznych. 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.

Z punktu widzenia uwarunkowań i charakterystyk psychofizjologicznych człowieka dobre stanowisko pracy:

- Zmniejsza znaczenie różnic indywidualnych między pracownikami, w tym także różnic w sprawności, wytrzymałości, sile, wszelkich innych charakterystykach wynikających między innymi z płci i wieku itp.
- Daje możliwość zatrudniania zróżnicowanych pracowników również z punktu widzenia niesprawności z tytułu różnorodnych dysfunkcji fizjologicznych bądź psychologicznych,
- Ogranicza do minimum pracę w pozycji wymuszonej, niefizjologicznej. Szczególne znaczenie ma zapobieganie pracy w pozycji stojącej, a także w szczególnie nienaturalnych pozycjach ciała,
- Nie naraża na obciążenia powodujące schorzenia mięśniowo-szkieletowe, określane wspólną nazwą Work Related Musculo-skeletal Disorders (WRMSD),
- Nie zmusza do ponadnormatywnego wydatku energii,
- Wyklucza w miarę możliwości ręczne czynności transportowe. W razie konieczności realizacji zadań transportowych zapewnia się wszelkie możliwe udogodnienia w jej wykonywaniu, urządzenia pomocnicze, dobiera właściwe zespoły robocze,
- Nie zmusza do jednostronnego wykorzystania wybranych grup mięśni i partii szkieletu dzięki zachowaniu ergonomicznych zasad pracy,
- Pozwala, dzięki odpowiedniemu dla pracy układowi i ilości przerw, na regenerację sił w trakcie pracy. Regulacja pracy i zmian w dłuższych odcinkach czasu pozwala w maksymalny sposób uwzględnić rytmikę cirkadiálną człowieka,
- Nie powoduje podwyższonego poziomu stresu, niepewności, poczucia zagrożenia, obciążenia psychicznego. Jest właściwie kierowana, nadzorowana, organizowana i wartościowana,

- Stosowane środki ochrony indywidualnej nie powodują niepotrzebnego ograniczenia sprawności i zwiększonego ponad miarę wydatku energii,
- Warunki środowiska pracy nie powodują zagrożenia zdrowotnego, w szczególności zaś przeciążenia mechanizmów termoregulacji,
- Pracownik jest równorzędnym uczestnikiem procesu tworzenia i adaptowania stanowiska pracy. Zgodnie z obowiązującą we współczesnym zarządzaniu maksymą 3XE- Enlargement+Enrichment+Empowerment pracownik wspomaga zarządzanie firmą.



Literatura

Literatura poświęcona obciążeniu fizycznemu i psychicznemu, jakim podlega człowiek podczas pracy, jest bardzo obszerna zarówno w języku polskim jak i językach obcych, przede wszystkim angielskim. W zestawieniu poniżej znalazły się zasadnicze pozycje stanowiące podstawę do zrozumienia metodyki badań i praktyki w zakresie analizy i wartościowania obciążenia pracą człowieka. Stąd pojawiają się stare wydawnictwa z początku wieku dwudziestego, ale i z lat sześćdziesiątych, siedemdziesiątych i oczywiście współczesne. Takie opracowania jak prace Astranda z lat 50. i 60., „Ergonomics. Man in his working environment Murrell’a z 1965 r., „Men at work” R. Shephard’a z 1974 r., „The biomechanical basis of ergonomics” E. Tichauer’a z 1978 r, czy nasze polskie opracowanie Armida Hansena z 1970 r., to dzieła, bez znajomości których trudniej jest odczytać problemy, na jakie napotykamy w analizie i ocenie obciążeń człowieka na stanowiskach pracy.

Z racji charakteru niniejszego podręcznika i zachowania walorów większej pogładowości, 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.

1. Astrand I. *Aerobic work capacity in men and women with special reference to age*, Acta Physiologica Scandinavia, 49 (suppl.169), 1960
2. Astrand P.O., Ryhming I. *A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from pulse rate during submaximal work*, Journal of Applied Physiology, 7: 218-221. 1954
3. Bączek S., Szczęśniak Ł. *Racjonalne żywienie człowieka*, PWN Warszawa 1990
4. Batogowska A., *Podstawy ergonomii*, Wyższa Szkoła Pedagogiczna, Olsztyn, 1998
5. Bezpieczeństwo i ochrona człowieka w środowisku pracy. Tom 2. Psychofizjologiczne problemy człowieka w środowisku pracy. CIOP-PIB, Warszawa 2007
6. Bielski J., Kostrzewa A., *Zastosowanie radioelektrokardiografii do oceny obciążenia fizycznego pracą zawodową i kwalifikowania osób do pracy*, Polski Tygodnik Lekarski, 41, 15: 495-497. 1986
7. Biegeleisen-Żelazowski B., *Nauka o pracy ludzkiej i jej zadania*, Nauka Polska, VI, 1,21, 1-24, PWN, Warszawa,1958
8. Borg K., Hensing G., Alexanderson K., *Prediction of future low levels of sickness absence among young persons sick listed with back, neck, or shoulder diagnoses*, Work (23): 159-167, 2004
9. Brouha L. *Fizjologia w przemyśle*, WNT, Warszawa 1962
10. Buckle P., Devereux J., *Work-related neck and upper limb musculoskeletal disorders*, European Agency for Safety and Health at Work. Office for Official Publications of the European Communities. 1999
11. Bugajska J., Roman D., Sobolewski A., Wittek A., Jarosz M., Krokosz A., *Model zmęczenia podczas pracy monotypowej. I, II etap*, Praca nr III.018. CIOP 1992
12. Cail F., Aptel M., *Incidence of stress and psychosocial factors on musculoskeletal disorders in CAD and data entry*, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 11(2): 119-130. 2005

13. Chaffin D. B., Page G. B., *Postural effect on biomechanical and psychophysical weight-lifting limits*, Ergonomics, 37, 4: 663-676. 1994
14. 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
15. Cieślak R., Widerszal-Bazyl M., *Psychospołeczne warunki pracy*, Podręcznik do kwestionariusza, Warszawa, CIOP 2000.
16. Ciriello V. M., Snook S. H., Blick A. C., Wilkinson P. C., *The effects of task duration on psychophysically - determined maximum acceptable weights and forces*, Ergonomics, 33, 2: 187-201. 1990.
17. Ciriello V.M., Snook S. H., Hughes G. J., *Further studies of psychophysically determined maximum acceptable weights and forces*, Human Factors, 35, 1, March: 175-186. 1993
18. Davis K.G., Heaney C.A., *The relationship between psychosocial work characteristics and low back pain: underlying methodological issues*, Clinical Biomechanics, 15: 389- 406, 2000
19. Davis K. G., Jorgensen M. J., *Biomechanical modeling for understanding of low back injuries: a systematic review*, Occupational Ergonomics, 5: 57-76. 2005
20. Dudek B., *Psychiczne obciążenie pracą. Pomiar - czynniki warunkujące – skutki*, Studia i materiały monograficzne. Zeszyt 38, Łódź, IMP 1992.
21. Durnin J.V.G., Passmore R., *Energetyka pracy i wypoczynku*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe. Warszawa, 1969
22. Edholm O., G., *Energy expenditure*, Advance Science. N.13, s.486.
23. Eide R., *Psychophysiological methods in the study of stress*, W: Methods in ergonomic research in forestry, IUFRO seminar Silvifuturum Hurdal, Norway, September 1971, IUFRO Division No. 3, Forest operations and techniques. Publication no.2: 147-154. 1973

24. Eliaz A., Wrześniewski K., *Ryzyko chorób psychosomatycznych: środowisko i temperament a wzór zachowania A*, Wrocław, Ossolineum 1988.
25. Fibiger W., *Fizjologiczne wskaźniki oceny wysiłku psychicznego. Cz. 1. Wskaźniki biochemiczne*, *Ochrona Pracy* 7, str.18-21. 1988a
26. Fibiger W., *Fizjologiczne wskaźniki obciążenia psychicznego. Cz.2. Fizjologiczna arytmia czynności serca*, *Ochr. Pracy* 10, str.18-20, 1988b,
27. Fibiger W., *Tymczasowa obiektywna klasyfikacja obciążenia psychicznego*, *Ochr. Pracy* 7, str.12-13. 1990,
28. Fibiger W., Rogoziński A., *Koszt energetyczny pracy*, IW CRZZ, Warszawa.1977
29. Franus E., *Struktura i ogólna metodologia nauki ergonomii*, Universitas, Kraków, 1992
30. Gillberg M., *Sleepiness and its relation to the length, content and continuity of sleep*, *Sleep Research*. 4 (2): 37-40. 1995
31. Górska-Fórmaniak M., *Obciążenie fizyczne pracowników a subiektywnie oceniane odczucie zmęczenia* [w:] XIV Konferencja ergonomiczna nt: Problemy zmęczenia w pracy zawodowej, Wrocław - Bierutowice, 2-4 X 1986, str.126-128, TNOiK, PTErg, NOT. 1986
32. Hansen A. (red.), *Ergonomiczna analiza uciążliwości pracy*, Wyd. Związkowe CRZZ, Warszawa, 1970
33. Horst W. (red.), *Ergonomia z elementami bezpieczeństwa pracy*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2006
34. Józefaciuk J., Nowacka W., *Ćwiczenia z ergonomii i ochrony pracy*, Wyd. SGGW. 1999
35. Kania J., *Metody ergonomiczne*, PWE, 1980
36. Klonowicz S., Rogoziński A., *Ocena obciążenia robotników pracą*, WZ CRZZ, Warszawa. 1965
37. Kofranyi, E., Michaelis, H. F., *Arbeitsphysiologie*, 11, 148, 1940

38. Konarska M., *Proste metody oceny obciążenia pracą fizyczną: dynamiczną i statyczną*, Bezpieczeństwo Pracy, 1, 1993
39. Konarska M., *Metody oceny wydatku energetycznego*, Bezpieczeństwo pracy 6, str. 3-8, 1985b
40. Konarska M., *Metodyka obliczania zalecanych wartości masy podnoszonych ciężarów*, Bezpieczeństwo Pracy, 1996, 1, (249), 6-12.
41. Konarska M., *Obciążenie organizmu pracą statyczną*, Bezpieczeństwo Pracy, 1994, 11, 2-6.
42. Konarska M., *Obciążenie organizmu statyczną pracą fizyczną: kryteria i metody oceny*, Bezpieczeństwo pracy 11, str.2-5,1994
43. Konarska M., *Wydatek energetyczny*, Bezpieczeństwo pracy 4: str.3-6., 1985a
44. Kopczyński J., *Koncepcja zdrowia w świetle definicji i empirii*, [w:] Człowiek, środowisko, zdrowie. Polska Akademia Nauk, Komitet Prognoz „Polska w XXI wieku” przy Prezydium PAN. Wrocław, Warszawa, Kraków, Zakład Narodowy Ossolińskich. Wydawnictwa PAN:147-154. 1990
45. Koradecka D.(red.), *Bezpieczeństwo Pracy i Ergonomia*, Wyd. CIOP, Warszawa, 1997.
46. Koradecka D., Bugajska A J., *Ocena wielkością obciążenia pracą fizyczną na stanowiskach robotniczych*, Wyd. CIOP, Warszawa,1998
47. Koradecka D., Sawicka A., *Ocena obciążenia organizmu pracą fizyczną*, Bezpieczeństwo pracy 11: str.9-14, 1987
48. Kotarbiński T., *Traktat o dobrej robocie*, PWN, Wrocław. 1969
49. Kozłowski S., Nazar K., *Wprowadzenie do fizjologii klinicznej*, Wydawnictwa Lekarskie, PZWL, Warszawa. 1995
50. Kräpelin E., *Die Arbeitskurve*, Philosophische Studien, 19, 459-507. 1902
51. Lehmann G., *Praktyczna fizjologia pracy*, Warszawa, 1966

52. Lindsay P.H., Norman D.A., *Procesy przetwarzania informacji u człowieka*, Wprowadzenie do psychologii, PWN Warszawa. 1991
53. Liu D., Kamińska J., Tokarski T., *Określenie dopuszczalnego czasu utrzymania obciążenia na stanowiskach pracy o charakterze statycznym*, Prace badawcze CIOP.IV. 19.9. 1997
54. Łuczak A., Żołnierczyk-Zreda D., *Praca a stres*, Bezpieczeństwo Pracy, 10, str. 2-5. 2002
55. Marek T., *Obciążenie i zmęczenie psychiczne w procesie pracy*, [W:] XIV Konferencja ergonomiczna nt: Problemy zmęczenia w pracy zawodowej, Wrocław - Bierutowice, 2-4 X 1986.:75-87, TNOiK, PTerg, NOT. 1986
56. Markiewicz L., *Rola i zakres stosowania metod fizjologii pracy w badaniach ergonomicznych*, materiały Krajowej Konferencji Ergonomicznej nt." Problemy metodologiczne w teorii i praktyce ergonomii, 9-11 października 1975, Jagniątków: 22-41. 1975
57. Marszałek A., *Wpływ zimnego środowiska na organizm człowieka*, Bezpieczeństwo Pracy. Nr 1, str. 10-12, 2009
58. Mastej M., Józwiak J., *Raport. Lipidogram 2004*, Ogólnopolskie badania epidemiologiczne zaburzeń lipidowych oraz wybranych czynników ryzyka chorób sercowo-naczyniowych w warunkach podstawowej opieki zdrowotnej. (w: Kardiologia Polska, Supplement III, sierpień 2006; tom 64: nr 8), 2006
59. Mazur M., *Cybernetyka a humanitaryzm*, [w:] Cybernetyka. Argumenty za i przeciw. KiW, Warszawa, s. 32-42. 1965
60. Missiuro W., *Fizjologiczne czynniki wydajności pracy*, Nauka Polska, rok VI, 1, 21, 25-44, PWN, Warszawa1958
61. Murrell H., *Ergonomics. Man in his working environment*, Chapman and Hall. A Halsted Press Book. John Wiley&Sons, New York. 1965
62. Nowacka W., *Useful indicators of human fatigue suitable in making organizational changes of work - ergonomic point of view*, Proceedings of Joint FAO/ECE/ILO Committee on Forest Technology and Training Seminar, Konolfingen, Switzerland, 7-11 October, 1996. Safety and Health in Forestry are Feasible. FOEFL. Berne, Switzerland: 334-342. 1997

63. Nowacka W. Ł., *Wieloaspektowa analiza ergonomiczna operatorów specjalistycznych maszyn stosowanych w pozyskiwaniu drewna*, Wydawnictwo SGGW. Warszawa. 2009
64. Ogińska H., *Rytmika okołodobowa sprawności psychicznej*, Ergonomia, 11, 2: 193-203. 1988
65. Ogiński A., Pokorski J., Iskra-Golec I., Szramel W., *Obserwacja zmęczenia w pracy zmianowej*, Ergonomia, 11, 2: 265 - 270. 1988
66. Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Wyd. Akademii Ekonomicznej, 1997
67. Palczak A., *Wartościowanie pracy żywej*, Wyd. Pol. Śląskiej, Gliwice 1998
68. Paluch R., Piesiewicz A., *Relationships between subjective symptoms and objective work load*, Trends in Ergonomics, Human Factors, III: 1185- 1193. 1986.
69. Pokorny M. L. I., Opmeer H. J. M., Blom D. H. J., *The measurement of effects of work on the worker - an alternative strategy and some preliminary results*, Ergonomia, 13, 1: 31-53. 1990.
70. Pokorski J., Ogiński A., Kuleta J., *Dobowy rozkład częstości akcji serca u mężczyzn, kobiet zatrudnionych w ruchu ciągłym w hucie żelaza i stali*, Ergonomia, 14, 1: 41-56. 1991
71. Roman-Liu D., *Analiza biomechaniczna pracy powtarzalnej*, CIOP-PIB. Warszawa. 2003.
72. Roman-Liu D. Upper limb load as a Function of repetitive task parameters: part 1- a model of upper limb load. International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 11(1): 93-102. 2005
73. Roman-Liu D., Tokarski T., *Upper limb load as a Function of repetitive task parameters: part 2 - an experimental study*, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics, 11(1): 103-112. 2005.
74. Rosner J., *Podstawy ergonomii*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa, 1982

75. Shephard R.,J, *Men At work. Applications of ergonomics to performance and design*, Charles C. Thomas Publisher. Springfield, Illinois, USA, 1974
76. Sokołowska M., *O definicjach zdrowia i zdrowego człowieka*, [w:] Człowiek, środowisko, zdrowie. Polska Akademia Nauk, Komitet Prognoz „Polska w XXI wieku” przy Prezydium PAN. Wrocław, Warszawa, Kraków, Zakład Narodowy Ossolińskich. Wydawnictwa PAN:155-161. 1990
77. 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
78. Stoner J. S., Freeman R.E., Gilbert D.R., *Kierowanie*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, 2001
79. Tichauer E.,R., *The biomechanical basis of ergonomics*, Anatomy applied to the design of work situations. A Willey-Interscience Publication. John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, 1978
80. Titkow A., *Czynniki makrospoteczne a proces chorobowy*, [w:] Człowiek, środowisko, zdrowie. Polska Akademia Nauk, Komitet Prognoz „Polska w XXI wieku” przy Prezydium PAN. Wrocław, Warszawa, Kraków, Zakład Narodowy Ossolińskich. Wydawnictwa PAN: 205-225, 1990
81. Tokarski T., Kamińska J., Wittek A., *Ręczne podnoszenie i przenoszenie ładunków*, Bezpieczeństwo Pracy-nauka i praktyka, nr 2, str. 5-. 1999
82. Tomanić S., *Effect of workers' fatigue on the daily and weekly dynamic of work output in logging*, [w:] materiały FAO, ILO UNECE Symposium on ergonomics applied to forestry, Joint Committee on Forest Working Techniques and Training of Forest Workers, vol. II, part I, 80-88. Geneva. 1971
83. Traczyk W. Z., Trzebski A. (Red.), *Fizjologia człowieka z elementami fizjologii stosowanej i klinicznej*, PZWŁ, Warszawa. 1989
84. Widerszal-Bazyl M., Cieślak R., *Monitoring psychosocial stress at work: development of the psychosocial working conditions*

questionnaire, International Journal of Occupational Safety and Ergonomics. Special Issue 2000: 59-70. 2000

85. Wróblewska M., *Ergonomia*, Skrypt dla studentów. Politechnika Opolska, 2004
86. Wykowska M., *Ćwiczenia Laboratoryjne z Ergonomii*, Skrypt Uczelniany nr 1412. Wydawnictwa AGH, Kraków 1995
87. Zawieska D., Nowotny J., Niesłuchowski W., Liu D., Owczarek S., *Kręgosłup a zdrowie*, CIOP, Warszawa, 2002
88. Żolnierczyk-Zreda D., *Wybrane indywidualne strategie radzenia sobie ze stresem*, Bezpieczeństwo Pracy, nr 61, 8-12. 2000