

**Skrypt
Nr 265**



Małgorzata Wróblewska

Ergonomia
Skrypt dla studentów

ISSN 1427-9932

Opole 2004

Wstęp	13
Rozdział I – PRACA W ŻYCIU CZŁOWIEKA	17
1. Definicje pracy	17
2. Potrzeby ludzkie jako podstawa motywacji do pracy	22
3. Proces przystosowania się pracownika do pracy	27
4. Literatura	32
Rozdział II – PODSTAWOWE ZAGADNIENIA ERGONOMII	33
1. Definicje ergonomii	33
2. Interdyscyplinarny charakter ergonomii	34
3. Zastosowanie ergonomii w środowisku człowieka	37
3.1. Ergonomia wyrobów masowego użytku	37
3.2. Ergonomia a zadowolenie z pracy	39
3.3. Ergonomia osób w starszym wieku	40
3.4. Społeczne i ekonomiczne aspekty ergonomii	41
4. Układ człowiek – praca	42
5. Kierunki działania ergonomii	43
5.1. Ergonomia korekcyjna	44
5.2. Ergonomia koncepcyjna	45
5.3. Atestacja prototypów maszyn i urządzeń	46
6. Literatura	47
Rozdział III – MATERIALNE WARUNKI PRACY	49
1. Definicja materialnych warunków pracy	49
2. Mikroklimat	50
2.1. Istota i znaczenie mikroklimatu	50
2.2. Gospodarka cieplna organizmu człowieka	56
3. Pyły	57
4. Oświetlenie	60
5. Barwy	69
6. Hałas	71
7. Wibracje	76

8. Promieniowanie	82
8.1. Promieniowanie podczerwone	82
8.2. Promieniowanie nadfioletowe	84
8.3. Promieniowanie jonizujące	85
8.4. Promieniowanie spójne wytwarzane przez lasery i masery ...	87
8.5. Promieniowanie elektromagnetyczne wielkiej częstotliwości	88
9. Literatura	89

Rozdział IV – FIZJOLOGIA ORGANIZMU CZŁOWIEKA

A PRACA FIZYCZNA	91
1. System i układy organizmu człowieka	91
1.1. System alimentacyjny	91
1.2. Układ trawienny	92
1.3. Układ oddechowy	93
1.4. Układ krwionośny	94
1.5. Układ mięśniowy	94
2. Biorytmy	96
3. Zmęczenie i stres	99
3.1. Definicje zmęczenia	99
3.2. Klasyfikacja zmęczenia	100
3.3. Stres	102
4. Czas pracy	104
5. Przerwy w pracy	104
6. Posiłki regeneracyjne i napoje	107
7. Literatura	109

Rozdział V – WYBRANE CZYNNIKI ERGONOMICZNE

W KSZTAŁTOWANIU ŚRODOWISKA PRACY	111
1. Konstrukcja budynku	111
2. Cechy antropometryczne jako podstawa projektowania przestrzeni pracy	114
3. Pozycja człowieka przy pracy	120
3.1. Pozycja leżąca	122
3.2. Pozycja klęcząca i kuczna	122
3.3. Pozycja siedząca	122
3.4. Pozycja stojąca	123

4.2. Faza podejmowania decyzji	158
4.3. Faza wykonywania czynności	159
5. Zasady higieny pracy umysłowej	160
6. Literatura	162
Rozdział VIII – ERGONOMIA DLA OSÓB W STARSZYM WIEKU	163
1. Zmiany fizjologiczne zachodzące w procesach starzenia się człowieka	163
2. Zalety pracowników w starszym wieku	167
3. Zasady racjonalnego zatrudniania osób w starszym wieku	167
4. Literatura	169
Rozdział IX – BADANIA ERGONOMICZNE	171
1. Ergonomiczna ocena projektów i prototypów maszyn i urządzeń technicznych	171
1.1. Lista kontrolna K. F. Murrela	172
1.2. Ergonomiczny Test Kontrolny CET – II	173
1.3. Lista kontrolna CBKO	173
1.4. Arkusz ergonomicznej oceny maszyn i urządzeń technicznych – „Ramowe wytyczne”	175
1.5. Ergonomiczna lista problemowa ELP	176
2. Metody i techniki stosowane w ergonomicznych badaniach czynności człowieka w procesie pracy	177
2.1. Istota i zakres badania pracy	177
2.2. Badanie obciążenia fizycznego	178
2.2.1. Obciążenie pracą dynamiczną	179
2.2.1.1. Chronometrażowo-tabelaryczna metoda oceny wydatku energetycznego	179
2.2.1.2. Metoda gazometryczna	187
2.2.1.3. Metoda telemetrycznej miary skurczów serca	189
2.2.2. Obciążenie statyczne	190
2.2.3. Monotypowość ruchów roboczych	194
2.3. Badanie obciążenia psychicznego	195
2.3.1. Metody badawcze stosowane do pomiaru obciążenia organizmu wysiłkiem psychicznym	195

2.3.1.1. Metody psychologiczne	195
2.3.1.2. Metody fizjologiczne	197
2.3.1.3. Metody psychologiczno-fizjologiczne	198
2.3.2. Monotonia pracy	200
2.4. Badanie materialnego środowiska pracy	202
3. Literatura	203
Rozdział X – OCHRONA PRACY	205
1. Choroby zawodowe	205
1.1. Definicja choroby zawodowej i zachorowalności zawodowej	205
1.2. Rodzaje chorób zawodowych	206
1.3. Ekspozycja na działanie czynników szkodliwych dla zdrowia	208
1.4. Diagnozowanie i zgłaszanie chorób zawodowych	209
1.5. Profilaktyka chorób zawodowych	211
1.6. Identyfikacja zagrożeń chorobowych	212
1.7. Redukowanie ryzyka choroby zawodowej	213
1.8. Choroby zawodowe w Polsce i ich skutki	214
2. Wypadki przy pracy	216
2.1. Definicja wypadku przy pracy	216
2.2. Klasyfikacja wypadków	219
2.3. Mierniki i ocena wypadkowości	220
2.4. Zagrożenia, przyczyny i przebieg wypadków	222
2.4.1. Zagrożenia wypadkowe	222
2.4.2. Niebezpieczne wydarzenia	223
2.4.3. Niebezpieczne błędy	224
2.4.4. Ludzka niesprawność przyczyną błędów	225
2.4.5. Cechy zadań a występowanie błędów	225
2.4.6. Warunki środowiska pracy jako przyczyna popelniania błędów	226
2.5. Profilaktyka wypadkowa	227
2.6. Zarządzanie bezpieczeństwem pracy	229
3. Literatura	232

1. Podstawowe czynności i ich mierniki podstawowe charakteryzujące sprawność człowieka w kontaktach z otoczeniem	20
2. Teoria hierarchii potrzeb A. H. Maslowa i przykłady zaspokojenia potrzeb przez przedsiębiorstwo	24
3. Niektóre wskaźniki przystosowania do wykonywanej pracy, grupy pracowniczej i zakładu pracy	29
4. Najnowsze kierunki rozwoju ergonomii	38
5. Zależność zużycia powietrza od warunków pracy człowieka	51
6. Zależność stanu psychofizycznego człowieka od temperatury powietrza	52
7. Zmiany zapotrzebowania na oświetlenie ze względu na wiek człowieka	62
8. Położenie punktu bliży ze względu na wiek człowieka	63
9. Wykaz wybranych przykładowych czynności, pomieszczeń lub urządzeń i przypisanych im najmniejszych wymaganych wartości natężenia oświetlenia	65
10. Kontrasty barwne według malejącej czytelności sygnału	67
11. Oddziaływanie barw na organizm człowieka	70
12. Źródła i poziomy hałasu występujące w środowisku	73
13. Naturalne ubytki słuchu ze względu na wiek człowieka	74
14. Wartości przyspieszeń niektórych źródeł drgań od ręcznych narzędzi	78
15. Wartości przyspieszeń niektórych źródeł drgań o oddziaływaniu ogólnym	79
16. Częstotliwości drgań własnych niektórych narządów	80
17. Granica zmian niektórych parametrów fizjologicznych człowieka pod wpływem wysiłku	95
18. Rytm biologiczny organizmu ludzkiego	97
19. Rozdział dziennego pożywienia według rodzaju i ilości kalorii	107
20. Związek pozycji ciała z występowaniem lokalnych dolegliwości	125
21. Zależność między wydatkiem energetycznym, częstością tętna i rozmieszczeniem obciążenia na ciele człowieka	127
22. Zalecane odległości płaszczyzny pracy od oczu obserwatora	131

23. Wiek człowieka a zmiany predyspozycji	166
24. Uproszczona metoda obliczania jednostkowego wydatku energetycznego według G. Lehmana	180
25. Wydatek energetyczny przy niektórych czynnościach według G. Lehmana	181
26. Ocena ciężkości pracy według wielkości wydatku energetycznego podczas pracy zawodowej w kcal i kJ/dobę	184
27. Zapotrzebowanie na energię w różnych zawodach	186
28. Ocena wysiłku statycznego	193
29. Ocena obciążenia ruchami monotypowymi	195
30. Podwyższenie poziomu przemiany materii przy pracy umysłowej ...	197
31. Częstkowe oceny obciążenia wysiłkiem psychicznym	199
32. Końcowa ocena obciążenia wysiłkiem psychicznym	199
33. Zestawienie wyników kompleksowej oceny obciążenia organizmu człowieka na stanowisku pracy	203

1. Proces motywowania w ujęciu jednostkowym	25
2. Model struktury nauki ergonomii	35
3. Rozmieszczenie punktów antropometrycznych na ciele człowieka ..	115
4. Określenie stref zasięgu ruchów na płaszczyźnie pracy	116
5. Zasadnicze pozycje pracy spotykane w zawodach przemysłowych, usługowych oraz w transporcie	121
6. Centralne i boczne pola widzenia	128
7. Spoczynkowa linia wzroku i normalne pole widzenia	129
8. Optymalne i maksymalne zasięgi wzroku	130
9. Zalecane parametry struktury przestrzennej stanowiska pracy przy komputerze w pozycji siedzącej	135
10. Zakres regulacji parametrów stanowiska przy komputerze do obsługi w pozycji stojącej	139
11. Schemat łańcucha przyczyn wypadku	217

Wstęp

Współczesny człowiek spędza większość swojego czasu w otoczeniu różnego rodzaju urządzeń technicznych, tworzących sztuczne środowisko. Urządzenia te nie powstają bowiem w sposób naturalny w przyrodzie, ale są wytworem świadomej działalności człowieka i posiadającym dwa oblicza: pozytywne i negatywne. Stwarza to potrzebę projektowania, wytwarzania i korzystania ze środków technicznych w taki sposób, aby maksymalizować korzyści, a minimalizować ujemne skutki dla człowieka i jego otoczenia. Rozwój techniki powinien bowiem przyczyniać się do poprawy warunków życia człowieka rozumianych jako coraz lepsze możliwości zaspokojenia różnorodnych potrzeb zdrowotnych i rozwojowych człowieka. W tym celu należy określić i stosować kryteria projektowania i stosowania rozwiązań technicznych i organizacyjnych, pozwalających na traktowanie człowieka jako podmiotu w systemie człowiek – projekt techniczny. Takie kryteria i zasady znajdujemy w niniejszej książce poświęconej ergonomii i interdyscyplinarnej nauce o pracy.

Wiedza ergonomiczna, zaprezentowana w książce będzie przydatna dla menedżerów i inżynierów, którzy podejmując na co dzień decyzje o przebiegu procesów pracy, wywierają wpływ na warunki pracy i życia wielu ludzi.

Studenci szkół wyższych mogą traktować tę książkę jako podręcznik akademicki, rozszerzający ich wiedzę o metodach i zasadach, które można wykorzystać przy tworzeniu przyjaznego środowiska pracy.

Znajomość zagadnień ergonomii i jej praktyczne zastosowanie w życiu codziennym pomaga zapobiegać różnym dolegliwościom. Poznanie i stosowanie tych zasad można zatem traktować jako szczególny sposób promocji zdrowia.

Intencją autorki było dostarczenie interdyscyplinarnej wiedzy o człowieku w środowisku pracy, opartej na najnowszych osiągnięciach nauk technicznych, biologicznych i społecznych. Struktura książki, na którą składa się wstęp i 10 rozdziałów, została ukształtowana tak, aby ukazać całą złożoność związków zachodzących pomiędzy człowiekiem a techniką.

Pierwszy rozdział poświęcony jest zagadnieniom wzajemnego oddziaływania na siebie człowieka i pracy, podstawowym problemom jakie występują w pracy ludzkiej i procesom adaptacji do pracy, ze szczególnym uwzględnieniem zjawisk zachodzących w przypadku nieprzystosowania. Punktem wyjścia dla rozważań autorki jest traktowanie pracy jako szczególnej formy działalności człowieka.

Drugi rozdział książki wprowadza czytelnika w ogólne zagadnienia problematyki ergonomicznej, dotyczące genezy ergonomii i jej interdyscyplinarnego charakteru, omawia podstawowy przedmiot badań ergonomicznych oraz prezentuje charakterystykę współczesnej działalności ergonomicznej.

W trzecim rozdziale przedstawiono całokształt czynników, z którymi człowiek spotyka się w toku wykonywania pracy zawodowej, ze szczególnym uwzględnieniem oddziaływania fizycznego środowiska na organizm człowieka. Zainteresowanie ergonomii tymi zagadnieniami wynika z faktu, że środowisko zakładu pracy to środowisko sztuczne, a przed jego szkodliwym oddziaływaniem człowiek nie wypracował sposobów dostatecznej ochrony.

Czwarty rozdział poświęcony jest fizjologii organizmu człowieka w procesach pracy. Znajomość tych zagadnień pozwala bowiem zapobiegać przedwczesnemu pojawianiu się zjawiska zmęczenia, znużenia i stresu charakterystycznego dla współczesnych warunków pracy. Szczegółowo omówione zostały tutaj środki przeciwdziałania i ograniczania występowania tych negatywnych zjawisk

Piąty rozdział przybliży problematykę wyposażenia stanowiska pracy z punktu dostosowania do organizmu człowieka. Szczegółowa znajomość optymalnego ukształtowania parametrów poszczególnych elementów rzeczowego otoczenia człowieka w procesach pracy pozwala na stworzenie warunków efektywnego współdziałania podsystemu technicznego i ludzkiego.

W szóstym rozdziale przedstawiono praktyczne zastosowanie wcześniej podanych zaleceń ergonomii na przykładzie stanowiska komputerowego, które coraz częściej występuje we współczesnym podziale pracy.

Siódmy rozdział poświęcony jest zagadnieniom ergonomii pracy umysłowej, ze szczególnym uwzględnieniem funkcjonowania systemu nerwowego człowieka. Przeprowadzone studia literaturowe wskazują bowiem, że każda czynność jaką wykonujemy w życiu, zawiera elementy pracy umysłowej. Autorka przedstawia także zasady, pozwalające na zachowanie wysokiej sprawności umysłowej do późnej starości. Znajomość tych zagadnień staje się coraz ważniejsza wobec postępującej mechanizacji i automatyzacji procesów produkcyjnych, gdzie rola pracownika coraz częściej sprowadzana jest do nadzoru i kontroli działania urządzeń technicznych.

W ósmym rozdziale autorka wprowadza czytelnika w problematykę gerontologiczną ergonomii, czyli tworzenia środowiska pracy przyjaznego dla osób w starszym wieku. Zagadnienia te nabierają dużego znaczenia ze względu na starzenie się społeczeństw, szczególnie krajów wysoko rozwiniętych. Przewiduje się, że proces ten będzie się nasilał w przyszłości.

Natomiast w rozdziale dziewiątym omówione zostały zagadnienia badań ergonomicznych. Autorka uwzględnia tutaj metody oceny projektów i prototypów technicznych oraz metody i techniki badania obciążenia pracą.

Ostatni rozdział poświęcony problematyce ochrony pracy podzielony został na dwie części, dotyczące chorób zawodowych i wypadkom przy pracy. W pierwszej części przybliżono całokształt zagadnień związanych z chorobami zawodowymi, spowodowanych występowaniem niewłaściwych warunków pracy. Druga część wprowadza czytelnika w zagadnienia wypadków przy pracy.

Autorka skoncentrowała się przede wszystkim na przyczynach wypadków i działalności prewencyjnej, ze szczególnym uwzględnieniem zarządzania bezpieczeństwem.

Każdy rozdział zawiera spis literatury, podstawowe źródła literaturowe, jak i uzupełniające, które stanowiły dla autorki inspirację do wielu przemyśleń.

W tym miejscu autorka pragnie podziękować wszystkim, którzy przyczynili się do powstania tej książki. Szczególnie wdzięczna jestem Panu profesorowi Robertowi Rauzińskiemu za inspirację, zainteresowanie i wsparcie okazywane w trakcie pisania tej pracy oraz Pani profesor Zofii Hasińskiej za pozytywną recenzję oraz cenne uwagi w niej zawarte.

Rozdział I

PRACA W ŻYCIU CZŁOWIEKA

1. DEFINICJE PRACY

Praca jest istotnym czynnikiem rozwoju człowieka i elementem organizującym życie społeczeństw i jednostek ze względu na fakt, iż zajmuje 2/3 dorosłego życia. Praca jest więc szczególną formą działalności człowieka. Różni się od innych form działania dwoma cechami. Po pierwsze wynik pracy jest społecznie użyteczny (służy nie tylko jednostce). Po drugie motywacja do pracy ma charakter pośredni, ponieważ cel pracy jest dla człowieka celem wtórnym. Jest środkiem do celu pierwotnego, jakim jest zaspokojenie określonej potrzeby.

Fakt ten wyróżnia człowieka i jego pracę spośród innych organizmów żywych, które realizując swoją pracę w sensie fizjologicznym, nie są zdolne do świadomego kumulowania wynikających z tego faktu doświadczeń i wiedzy, nie są zdolne do rozwoju poprzez pracę, np. mrówki.

Przedstawione poniżej definicje¹, wskazując na złożoność i bogactwo problematyki pracy, pozwalają stwierdzić, że praca stanowi źródło zaspokajania potrzeb ludzkich, jest niezbędnym warunkiem egzystencji i rozwoju człowieka, określając jego pozycję w społeczeństwie.

W biologii brzmi ona następująco: ruch i reakcje chemiczne o charakterze organicznym, jaki odbywa się w organizmach żywych. Konsekwencją definicji biologicznej jest określenie fizjologiczne: człowiek pracuje wtedy, gdy wykonuje dowolne ruchy mięśniami prądkowanymi (praca dynamiczna) lub gdy utrzymuje je w stanie napięcia (praca statyczna), albo też - gdy w sieci nerwowej następują określone przebiegi impulsów. Fizjologia pracy uznaje zatem za pracę procesy mięśniowe lub nerwowe organizmu człowieka bez względu na ich cel czy uzyskany rezultat.

Odmienne jest podejście w psychologii, gdzie przez pracę rozumie się formę systematycznej aktywności umysłowej, która jest ukierunkowana na osiągnięcie określonego celu. Psychologia zalicza więc pracę człowieka do działań mających charakter heteroteliczny. Nie pracuje ten, kto działa dla samej przyjemności i piękna działania.

W socjologii praca to każda celowa czynność, prowadząca do zaspokojenia dowolnych potrzeb ludzkich, posiadająca społeczną doniosłość i

¹ Nowakowski J., Szmidt Cz., Praca ludzka w społeczeństwie, w: *Nauka o pracy*, pod red. Nowakowskiego J., PWN, Warszawa 1981, str. 5–6; Wiernek B., Przedmiot socjologii i psychologii pracy, w: *Socjologia i psychologia pracy*, pod red. Bugła J., AGH, Kraków 1994, str. 10.

zapewniająca jednostkom czy grupom, które ją wykonują, określoną pozycję w społeczeństwie. W podanej definicji podkreśla się skutki wykonywania pracy przez człowieka w postaci pozycji, jaką zyskuje jednostka lub grupa w społeczeństwie oraz przypisane z tego tytułu prawa i obowiązki.

Pojęcie pracy, sformułowane w prakseologii jest podobne do przedstawionego wyżej, bo kładzie nacisk na użytkowe efekty pracy ludzkiej, ale ujęcie to jest nieco szersze. Prakseologia uznaje za pracę wszelki splot czynów [...], mających charakter pokonywania trudności dla zadośćuczynienia czymś istotnym potrzebom.

Filozofia akcentuje jeszcze inny aspekt pracy ludzkiej. W nauce tej praca jest przede wszystkim procesem, zachodzącym pomiędzy człowiekiem a przyrodą. W procesie tym człowiek swym własnym czynem doprowadza do wymiany materii z przyrodą, reguluje i kontroluje tę wymianę. Oddziałując swymi poruszeniami na przyrodę zewnętrzną i zmieniając ją, człowiek zmienia zarazem i swoją naturę. Należy bowiem uświadomić sobie wzajemne oddziaływanie na siebie pracy i człowieka. Działanie człowieka jest źródłem i nieodzownym warunkiem tworzenia nowych wartości, zmian i udoskonaleń metod wytwarzania, rozwoju i postępu społecznego. Jednocześnie praca jako taka, jej rodzaj i warunki, w których jest prowadzona, istotnie wpływają na człowieka, jego organizm i osobowość. Dostrzeganie tych wzajemnych oddziaływań jest niezbędne przy ocenie i porównaniach pracowników różnych zawodów, działających w różnych dziedzinach wytwarzania w różnych przedsiębiorstwach.

Problematyka pracy, zarówno w teorii jak i praktyce, bywa łączona z problematyką zawodu. Pojęcia pracy i zawodu ściśle wiążą się ze sobą, lecz nie należy ich traktować jako synonimy². Zawód bowiem obejmuje konkretne rodzaje prac, wykonywane przez określone grupy ludzi. Wśród nich występuje specjalizacja w określonych czynnościach, która prowadzi do specjalizacji rozmaitego rodzaju konkretnych prac, co nazywamy zawodowym podziałem pracy.

² Definicję zawodu precyzyjnie określił prof. J. Szczepański, opisując cztery składowe zawodu: 1) system czynności wewnętrznie spójny, oparty na określonej wiedzy i umiejętnościach, skierowany na wytworzenie pewnego produktu czy usług zaspokajających potrzeby; 2) czynności te wykonywane są przez pracownika systematycznie i trwale; 3) wykonywanie tych czynności jest podstawą bytu ekonomicznego pracownika; 4) czynności te i związane z nimi konsekwencje społeczne są podstawą prestiżu i społecznej pozycji pracownika, w: Szczepański J., Czynniki kształtujące zawód i strukturę zawodową, w: *Socjologia zawodów*, pod red. Sarapaty A., Książka i Wiedza, Warszawa 1965, str. 16.

Działalność człowieka w procesach pracy można rozpatrywać w dwu aspektach³:

- aspekcie treściowym: rodzaje działalności jakie wykonuje człowiek. W wyniku postępującego podziału pracy powstały setki różnych zawodów. Przyporządkowanie jednostki do zawodu jest sprawą bardzo osobistą i istotną, gdyż chodzi o psychologiczną specyfikę wykonywania określonego rodzaju działalności. Już sam wybór zawodu, o ile nie jest sprawą przypadku lub nacisku, wskazuje na określone ukierunkowanie, na określone zainteresowania i zamiłowania⁴;
- aspekcie sprawnościowym: różne osoby wykonują czynności wolniej lub szybciej, z błędami lub bez błędów, z mniejszą lub większą trudnością. Jeżeli stopień sprawności wykonywania danej czynności jest wyższy od przeciętnego według wykresu Gaussa to możemy mówić o zdolnościach w danym kierunku. Kwestia udziału w zdolnościach czynnika wrodzonego i efektu ćwiczenia stanowi sprawę otwartą, chociaż badacze zgadzają się, że obydwie czynniki odgrywają istotną rolę.

Można wyróżnić pięć czynności psychicznych, na których opiera się regulacja naszego stosunku do świata oraz stopień sprawności w zakresie tych podstawowych czynności (tabela 1). Poziom sprawności wykonywania czynności jest istotny, niezależnie od tego, czy dotyczy on pracy o charakterze koncepcyjnym (duża rola sprawności myślenia), czy też ruchów roboczych (duża rola sprawności manualnych). Sprawność działania człowieka ulega zmianom pod wpływem różnych czynników, występujących w procesie pracy. Sprawność funkcjonowania danego czynnika psychicznego jednak można poprawić przez uczestnictwo w odpowiednim szkoleniu.

³ Rusek E., Psychologiczne mechanizmy regulujące działanie człowieka, w: *Socjologia i psychologia pracy*, pod red. Bugla J., AGH, Kraków 1994, str. 44-45.

⁴ W kwalifikacjach zawodowych najczęściej wyodrębnia się trzy elementy składowe: 1. wiedzę ogólną i specjalistyczną, która stanowi warunek skutecznego wykonywania zadań wchodzących w zakres danego rodzaju pracy; 2. doświadczenia i nawyki produkcyjne, zdobyte w trakcie pracy zawodowej; 3. predyspozycje psychiczne człowieka do wykonywania określonych funkcji zawodowych: inicjatywę, zdolności organizacyjne i kierownicze, zdolności do pracy twórczej i systematyczność, w: Polańska A., *Ekonomia pracy w zarządzaniu*, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1995, str. 56-57.

Tabela 1

Podstawowe czynności i ich mierniki charakteryzujące sprawność człowieka
w kontaktach z otoczeniem

Czynniki psychiczne	Sprawność w zakresie czynności		Miernik obiektywny
spozstrzeganie	spozstrzegawczość	sprawność wyodrębniania przedmiotów i zjawisk w odzwierciedlanej bezpośrednio rzeczywistości, a w obrębie przedmiotów i zjawisk ich części składowych lub cech	ilość i jakość składników wyodrębnionych w materiale i czas, w jakim to nastąpiło
wyobrażanie	wyobrażnia	sprawność operowania materiałem pośredniego, obrazowego odzwierciedlania rzeczywistości, w sensie odtwarzania lub tworzenia	łatwość reprodukowania doświadczenia i łatwość tworzenia nowych połączeń w materiale pośredniego odzwierciedlenia rzeczywistości
myślenie	inteligencja	sprawność myślowego wyodrębnienia składników i ujmowania ich wzajemnych stosunków	trudność rozwiązanego zadania i czas, w jakim to nastąpiło
manipulowanie	zręczność	sprawność wykonywania czynności ruchowych	złożoność czynności ruchowej wykonanej w jednostce czasu
emocjonowanie	wrażliwość emocjonalna	sprawność wchodzenia w stan emocjonalny, w wyniku działania bodźców emocjonalnych oraz wywoływanie w sobie stanów emocjonalnych w sposób zamierzony	zakres, złożoność i czas, w jakim powstają emocje (uczucia)

Źródło: opracowanie własne na podstawie Rusek E., Psychologiczne mechanizmy regulujące działanie człowieka, w: Socjologia i psychologia pracy, pod red. Bugla J., PWN, Warszawa 1987, str. 46.

Wszystkie podstawowe czynniki, od których zależy uciążliwość i szkodliwość pracy można wyrazić w jednostkach fizycznych⁵:

- wymiary i siły:
 - wymiary, opisujące rozmieszczenie poszczególnych elementów stanowiska roboczego w zależności od wymiarów antropometrycznych, a także rozmiary i kształt urządzeń sterujących narzędzi, materiałów, które się przemieszcza w toku pracy;
 - siły wymagane do obsługi urządzeń, przemieszczania przedmiotów pracy;
- rytmy: charakteryzowane za pomocą czasu, odzwierciedlające długość i częstotliwość ruchów roboczych, tempo pracy maszyny, czas odpoczynku, dzienny i tygodniowy czas pracy oraz jego rozkład w miesiącu i roku, stopień monotonii ruchów itp.;
- czynniki środowiska materialnego: oświetlenie, hałas, drgania, mikroklimat, promieniowanie, pyły i dymy itp.

Zestawienie to nie obejmuje wielu problemów, związanych z procesami odbioru i przetwarzania informacji oraz podejmowania decyzji. Należą one do najtrudniejszych we współczesnej ergonomii, zwłaszcza w dziedzinie obciążenia psychicznego i zmęczenia ogólnego ustroju.

Stworzenie warunków efektywnego wykorzystywania potencjalnych możliwości działania człowieka wymaga jednak uświadomienia sobie i bliższego poznania pięciu podstawowych problemów, jakie występują w pracy ludzkiej⁶:

- podjęcie pracy przez człowieka wywołuje określone skutki prawne, które znajdują wyraz w nabyciu przez pracownika i przedsiębiorstwo określonych uprawnień i obowiązków;
- możliwości działania człowieka zarówno fizyczne, jak i umysłowe są ograniczone. Praca wykonywana przez człowieka obciąża jego organizm, wywołując zwiększone zużycie energii i zmęczenie, co istotnie ogranicza (w sposób przejściowy) możliwą intensywność działania człowieka w czasie, który oddaje do dyspozycji przedsiębiorstwa. Ograniczenia powyższe wskazują na ważność i potrzebę poznania takich zagadnień jak: wymiary antropometryczne ciała ludzkiego, granice dopuszczalnego wysiłku, prawidłowości narastania i likwidacja zmęczenia itp.;
- zróżnicowanie i zmienność w czasie cech człowieka i wpływ tych cech na możliwości działania. Nie jest obojętne komu powierzymy określoną pracę. Wybór osoby do wykonania określonego zadania warunkuje szybkość i jakość jego wykonania. Wskazuje to na duże znaczenie dla przedsiębiorstwa

⁵ Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 27-28.

⁶ Nowakowski J., *Praca ludzka w przedsiębiorstwie*, w: *Nauka o pracy*, pod red. Nowakowskiego J., PWN, Warszawa 1981, str. 18-19.

takich działań jak: dobór kadr, badanie pracy i cech pracowników, kształtowanie pożądanych cech i doskonalenie umiejętności pracowników itp.;

- wydajność pracy ludzkiej zależy od szeregu czynników obiektywnych (wyposażenie techniczne, warunki i organizacja pracy), ale w znacznym stopniu też od czynników subiektywnych. Czynniki te związane są z osobowością pracowników, ich stosunkiem do pracy i wolą pracy. Aby wydajnie pracować, trzeba nie tylko móc i umieć, ale także chcieć. Wskazuje to na ważność i potrzebę poznania czynników kształtujących aktywność zawodową pracowników, a w szczególności motywacji pracy i związanych z nią zagadnień wynagrodzenia, metod kierowania, bhp itp.;
- coraz powszechniej występuje zespołowa forma działania pracowników we współczesnym przedsiębiorstwie. Z tego faktu, jak też i uwarunkowań efektywności działań ludzkich wynika konieczność zajmowania się takimi zagadnieniami jak: adaptacja nowych pracowników, występowanie więzi formalnych i nieformalnych w zespołach pracowniczych itp.

2. POTRZEBY LUDZKIE JAKO PODSTAWA MOTYWACJI DO PRACY

Człowiek pozostaje w stałym związku ze środowiskiem. Pomiedzy nim a środowiskiem zachodzi stała wymiana, zarówno biologiczna (wymiana materii), jak też wymiana w specyficznej dla człowieka sferze społeczno-kulturowej (wymiana informacji)⁷. Człowiek jest więc zależny pod jakimś względem od otoczenia. Istnienie określonych warunków w otoczeniu powoduje, że funkcjonowanie człowieka jako istoty biologicznej i społecznej przebiega normalnie. Natomiast brak tych warunków w otoczeniu prowadzi do zakłócenia stanu równowagi, który nazywamy potrzebą.

To subiektywne poczucie braku czegoś, co jest niezbędne do życia, jest czynnikiem uruchamiającym działanie człowieka. Działanie jest następstwem odczuwania niezaspokojonych potrzeb. Ludzie pracują i działają nie dlatego, że osiągnęli to, co chcieli, lecz dlatego, że odczuwają brak czegoś, co muszą swym działaniem zdobyć. Warunki, w jakich następuje zdobywanie środków zaspokajających potrzeby, kształtują jednocześnie te potrzeby. Wielość potrzeb powoduje dążenie różnych autorów do ich klasyfikacji. Zależnie od przyjętego kryterium występuje różnorodność ujęć potrzeb. Zachowania i reakcje człowieka pracującego są wyuczone przez czynniki fizjologiczne, anatomiczne i psychologiczne. Pracujący człowiek jest całością i nie można uchwycić jego istoty ani zrozumieć, jeśli rozpatruje się człowieka wyłącznie z punktu widzenia jednej tylko specjalności.

⁷ Rusek E., Psychologiczne mechanizmy regulujące działanie człowieka, w: *Socjologia i psychologia pracy*, pod red. Bugła J., PWN, Warszawa 1987, str. 31-32.

Teoria, która znalazła szerokie zastosowanie w praktyce jako podstawa do wyjaśniania zachowań ludzi i jak też punkt odniesienia w badaniach tych zachowań, to teoria hierarchii potrzeb A. H. Maslowa. Twierdzenia tej teorii można przedstawić następująco⁸:

- warunkiem zdrowia i rozwoju człowieka jest zaspokajanie potrzeb;
- podstawowe potrzeby ludzkie różnią się od siebie pozycją zajmowaną w hierarchii ważności oraz mechanizmem działania;
- ogół potrzeb można przedstawić w postaci hierarchicznego układu, co obrazuje tabela 2.

Wspólne dla obu grup potrzeb jest to, że pozostając w układzie hierarchicznym są od siebie wzajemnie uzależnione⁹. Każda kolejna w hierarchii potrzeba zaczyna wpływać na postępowanie człowieka dopiero wtedy, gdy potrzeba niższa od niej w hierarchii została zaspokojona (przynajmniej częściowo). Najsilniej działają potrzeby niższego rzędu i one dominują, gdy żadna z potrzeb nie została zaspokojona. Natomiast najważniejsza dla osiągnięcia zdrowia psychicznego i pełni rozwoju jest potrzeba samorealizacji.

Teoria potrzeb A. H. Maslowa nie uwzględnia jednak następujących okoliczności¹⁰:

- przypisywanie wszystkim ludziom jednakowej hierarchii potrzeb jest błędne. Na kształtowanie się potrzeb człowieka wpływają warunki jego egzystencji, a zwłaszcza warunki ekonomiczne w kraju, w relacji do takich samych warunków gdzie indziej¹¹. Oddziaływanie tych warunków jednak ma charakter indywidualny, ponieważ pochodzenie społeczne człowieka w istotnym stopniu wywiera wpływ na kształtowanie się aspiracji życiowych i sposobów ich realizacji. Dlatego też jest kwestią dużej wagi dla kierownika znajomość struktury potrzeb poszczególnych podwładnych.
- istnieją liczne wyjątki od reguły, że potrzeby drugiej grupy są aktywizowane dopiero po zaspokojeniu potrzeb pierwszej grupy, co stawia pod znakiem zapytania zasadność podstawowych założeń teorii Maslowa.

⁸ Koziół L., *Motywacja w pracy. Determinanty ekonomiczno-organizacyjne*, PWN, Warszawa – Kraków 2002, str. 40–41.

⁹ Robbins S. P., *Zasady zachowania w organizacji*, Zysk i S-ka, Warszawa 2000, str. 58–59.

¹⁰ Koziół L., *Motywacja w pracy. Determinanty ekonomiczno-organizacyjne*, PWN, Warszawa – Kraków 2002, str. 41.

¹¹ Sztumski J., *Socjologia pracy*, Górnośląska Wyższa Szkoła Handlowa, Katowice 1999, str. 210-212.

Tabela 2

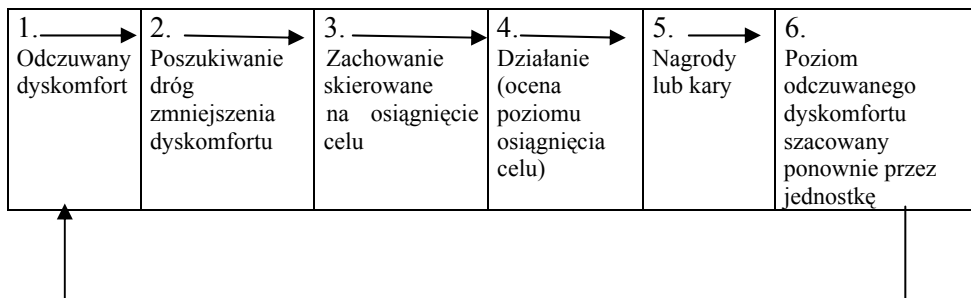
Teoria hierarchii potrzeb A. H. Maslowa i przykłady zaspokojenia potrzeb przez przedsiębiorstwo

Potrzeby		Funkcjonowanie potrzeb
niższe:	fizjologiczne: są zaspokajane przez płace i naturalne środowisko pracy;	na zasadzie homeostazy: brak zaspokojenia potrzeby wywołuje zaburzenia równowagi układu człowiek – otoczenie, a zaspokojenie tę równowagę przywraca. Zaspokojone potrzeby zatem przestają oddziaływać na zachowanie człowieka. Zaspokojenie potrzeb tej grupy jest warunkiem zdrowia fizycznego.
	bezpieczeństwa: mogą być zaspokajane przez np. ciągłość zatrudnienia, system rozpatrywania i załatwiania skarg, odpowiedni program świadczeń ubezpieczeniowych i emerytalnych;	
wyższe:	przynależności i miłości: przyjaźnie w pracy, kierownik może przyczynić się do zaspokojenia tych potrzeb dopuszczając społeczne interakcje i wzmacniając u pracowników poczucie przynależności do zespołu;	Zaspokojenie potrzeby wzmacnia ją zamiast wygasić, ale nigdy nie jest możliwe jej zaspokojenie. Potrzeby tej grupy działają zatem na odmienną zasadzie niż potrzeby grupy niższej. Zaspokojenie potrzeb tej grupy jest warunkiem zdrowia psychicznego.
	uznania i szacunku : tytuł służbowy, odpowiednie nagrody, wygodne pomieszczenia biurowe;	
	samorealizacji: ambitne i ciekawe zadania.	

Źródło: opracowanie własne na podstawie: Kozioł L., Motywacja w pracy. Determinanty ekonomiczno-organizacyjne, PWN, Warszawa – Kraków 2002, str. 40-41.

Potrzeby człowieka wiążą się ściśle z systemem wartości, który ukierunkowuje dalsze działanie człowieka, wpływając na wybór określonych sposobów postępowania. Poszczególne wartości łącząc się w hierarchiczne układy i systemy wartości, mają indywidualny dla każdego człowieka charakter. Pracownik jest w stanie dokonywać weryfikacji w prezentowanej przez siebie hierarchii potrzeb czy wartości. Jeśli jednak przekroczy on pewną granicę podatności na zmiany, to albo sam zmieni miejsce zatrudnienia szukając bardziej odpowiedniego miejsca pracy albo też zakład pracy zrezygnuje z niego. Znajomość systemu wartości i hierarchii potrzeb człowieka pozwala zrozumieć jego postępowanie i skutecznie oddziaływać na nie.

Pojęcie potrzeby bowiem jest kategorią podstawową w problematyce motywowania ludzi w procesach pracy. Występowanie potrzeby sprawia, że jednostka jest bardziej podatna na te oddziaływania przełożonego, które zmniejszają odczuwany dyskomfort lub przyczyniają się do jego braku. Proces motywacji w stosunku do jednostki obrazuje rysunek 1.



Rys. 1. Proces motywowania w ujęciu jednostkowym

Źródło: Pocztowski A., Miś A., *Analiza zasobów ludzkich w organizacji*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2000, str. 60.

Proces motywacji w odniesieniu do poszczególnych osób jest zróżnicowany, ponieważ poszczególne osoby doświadczają presji różnych potrzeb. Motywowanie zatem polega na zindywidualizowanym podejściu kierownika do pracownika, wnikięciu w jego system potrzeb i oczekiwań, stworzeniu odpowiednich warunków pracy oraz na wyborze najlepszego sposobu kierowania, dzięki czemu wykonywana przez niego praca może stać się podstawą do realizacji celów firmy¹². Powstanie i rozwój teorii motywacji datuje się od lat pięćdziesiątych XX wieku, kiedy to sformułowano pierwsze koncepcje

¹² Kozioł L., *Motywacja w pracy. Determinanty ekonomiczno-organizacyjne*, PWN, Warszawa - Kraków 2002, str. 27.

wyjaśniające motywacje pracowników. Od tej pory powstało wiele różnych teorii poświęconych tej problematyce¹³.

Motywację przede wszystkim można uruchamiać na dwa sposoby¹⁴:

- stosowanie ujemnych bodźców motywacyjnych, które uruchamiają motywację negatywną;
- korzystanie z dodatnich bodźców motywacyjnych, co uruchamia motywację pozytywną.

Motywacja negatywna opiera się na stworzeniu sytuacji zagrożenia utratą tego co człowiek już osiągnął: zarobków, nagany, przesunięcia na inne stanowisko pracy niżej opłacane niż aktualne. W praktyce bodźce negatywne są często stosowane, ponieważ poczucie zagrożenia dość łatwo uruchamia silniejsze dążenia i prowadzi do wyzwolenia większej energii, a jednocześnie proces ten nie jest związany z ponoszeniem przez pracodawcę kosztów finansowych. Działanie bodźców negatywnych jest mniej korzystne od działania bodźców pozytywnych. Poczucie obawy czy lęku powoduje, że pracownik nie stara się o jak najlepsze wykonanie zadania, ale za wszelką cenę chce zaspokoić oczekiwania przełożonych. Ponadto skutkiem działania motywacji negatywnej może być niekorzystna zmiana w osobowości pracownika, np. obniżenie poczucia własnej wartości, nadmierny lojalizm.

Motywacja pozytywna polega na stwarzaniu pracownikowi perspektyw coraz lepszego urzeczywistnienia jego celów w miarę spełniania oczekiwań pracodawcy, jak np. osiągnięcie wyższych zarobków, stanowiska, większej samodzielności itp. Ten rodzaj motywacji powoduje większą aktywność pracownika i pełniejsze wykorzystanie jego możliwości ze względu na większe zaangażowanie uczuciowe. Jej skuteczność w dużej mierze zależy od realności dawanych pracownikowi obietnic i jego przeświadczenia, że sukces jest możliwy.

Działalność człowieka powinna być przede wszystkim pobudzana przez pozytywne następstwa sukcesu, dobrej roboty, sprawnego wykonania działania. Równocześnie muszą istnieć zabezpieczenia działające w wypadkach, gdy pozytywne pobudki okazują się niewystarczające. Wtedy konieczne jest posłużenie się bodźcami ujemnymi. W praktyce częściej należałoby stosować motywację pozytywną, jednakże w konkretnych sytuacjach może ona być wspierana motywami negatywnymi.

Nie jest on jednak jedynym czynnikiem, który należy brać pod uwagę przy sterowaniu działaniem pracownika. Warto także rozpatrywać poziom

¹³ W literaturze przedmiotu szerokie omówienie potrzeb można znaleźć w m.in.: Robbins S. P., *Zasady zachowania w organizacji*, Zysk i S-ka, Warszawa 2000, str. 88-108.

¹⁴ Koziół L., *Motywacja w pracy. Determinanty ekonomiczno-organizacyjne*, PWN, Warszawa - Kraków 2002, str. 29-30.

sprawności działania, który najwyraźniej przejawia się w działaniu w sytuacjach trudnych oraz temperament działający jako regulator biologiczny, który odzwierciedla się przede wszystkim w dynamice działania.

Należy zdać zatem sobie sprawę, że omówione powyżej potrzeby i motywacje oraz ocena ich wartości, ocena prawdopodobieństwa osiągnięcia celu i poziom aspiracji – nie tylko determinują ogólny kierunek działania i wybór konkretnego celu, ale wpływają także na przebieg działania, sterując tak, aby cel został osiągnięty. Wszystko to powoduje, że działanie charakteryzuje złożoność i wieloaspektowe uwarunkowanie. Na wyczerpujące omówienie tych zagadnień brak jednak miejsca w ramach skryptu.

3. PROCES PRZYSTOSOWANIA SIĘ PRACOWNIKA DO PRACY

Proces przygotowania do pracy to proces osiągania odpowiedzialności, zachowań i postaw, dostosowanych do wymogów sytuacji pracy¹⁵. Obejmujący z jednej strony modyfikację zachowań i postaw po stronie pracownika, z drugiej zaś strony modyfikację wymogów i warunków po stronie zakładu pracy i pracodawcy. Kiedy zachodzą reakcje jednej strony na zmiany po drugiej stronie – mówimy o przystosowaniu. Jak widać przystosowanie do pracy jest procesem dwustronnym, gdzie ma miejsce wzajemne oddziaływanie na siebie obydwu stron uczestniczących w tym procesie. Świadczy to o dynamice procesów przystosowawczych i aktywnej roli przystosowania.

Proces przystosowania się człowieka do pracy można rozpatrywać z trzech punktów widzenia¹⁶:

- przystosowania do funkcji zawodowych;
- przystosowania do fizycznego środowiska pracy;
- przystosowanie do społecznego środowiska pracy.

Przystosowanie do funkcji zawodowych obejmuje przystosowanie do wymogów dotyczących całokształtu procesów produkcyjnych lub usługowych na danym stanowisku pracy. Skuteczność przystosowania zależeć będzie od następujących elementów:

- przygotowania zawodowego jednostki, zdobytego w trakcie edukacji szkolnej;
- predyspozycji psychologicznych pracownika i ich odpowiedniości do tych, które są określone dla każdego stanowiska pracy;
- stopnia złożoności wymogów stanowiska pracy.

¹⁵ Maciąg L., Psychospołeczne aspekty przystosowania do pracy, w: *Socjologia i psychologia pracy*, pod red. Bugla J., AGH, Kraków 1994, str. 129.

¹⁶ Maciąg L., Psychospołeczne aspekty przystosowania do pracy, w: *Socjologia i psychologia pracy*, pod red. Bugla J., AGH, Kraków 1994, str. 130-131.

Efektom przystosowania będzie opanowanie umiejętności i nawyków zawodowych koniecznych do właściwego przebiegu pracy na danym stanowisku pracy.

Przystosowanie do fizycznego środowiska pracy uwzględnia specyfikę każdego stanowiska pracy pod względem takich elementów jak: oświetlenie, temperatura, hałas, promieniowanie itp. Fizyczne warunki pracy decydują o stopniu uciążliwości lub szkodliwości czynników występujących na danym stanowisku pracy. Możliwości adaptacyjne organizmu człowieka do tych warunków są ograniczone i całkowita adaptacja nigdy nie będzie miała miejsca. Pracownik powinien także wykształcić w sobie nawyki bezpiecznego wykonywania pracy.

Przystosowanie do społecznego środowiska pracy obejmuje całokształt relacji jednostki z grupą społeczną. Pracownik musi dostosować się do stosunków interpersonalnych panujących w danej grupie społecznej, a także poznać i zaakceptować obowiązujący system wartości i norm. Niewłaściwe jest całkowite przystosowanie się do społecznego środowiska pracy ze względu na występowanie negatywnych wzorców zachowań. Pracownik powinien akceptować ze środowiska pracy tylko pozytywne wzorce zachowań, sam takie jednocześnie wnosząc, a eliminować ze swojego zachowania negatywne.

Konsekwencje przystosowania do pracy przejawiają się zazwyczaj w słowach i/lub w zachowaniach pracowników w postaci sprawdzalnych faktów (tab. 3). Odzwierciedleniem przebiegu procesu adaptacji do pracy jest zachowanie się pracownika, wyrażające się w kategoriach zadowolenia lub niezadowolenia z pracy. Jest to najprostszy wskaźnik stosunku pracownika do pracy na płaszczyźnie subiektywnej.

Tabela 3

Niektóre wskaźniki przystosowania do wykonywanej pracy, grupy pracowniczej i zakładu pracy

Przystosowanie do:		
wykonywanych czynności	grupy pracowniczej	zakładu pracy
wydajność i jakość pracy (wyniki pracy)	staż pracy w zespole pracowniczym	staż pracy w zakładzie
chęć usprawnienia pracy	rodzaj i charakter oddziaływań współkolegów na jednostkę	demonstrowanie lub deklarowanie przywiązania do zakładu
niechęć do zmiany wykonywanych czynności roboczych na inne	stopień akceptacji przez pracownika norm grupowych	zadowolenie z wyboru pracy w tym zakładzie
stopień zadowolenia osiąganego przy wykonywaniu czynności roboczych	stosunki pracownika z kolegami i przełożonymi	stopień zadowolenia z pracy, płacy, warunków pracy stwarzanych przez zakład
ilość rozwiązywanych problemów technicznych	przejawiana inicjatywa w zespole	duma z przynależności do zakładu
	stopień zadowolenia z pracy w zespole	znajomość zakładu, jego historii, struktury, profilu produkcji
	niechęć do zmiany zespołu pracy	niechęć do zmiany zakładu

Źródło: Maciąg L., Psychospołeczne aspekty przystosowania do pracy, w: Socjologia i psychologia pracy, pod red. Bugiel J., PWN, Warszawa 1987, str. 138–139.

Przez zadowolenie rozumiemy stan równowagi między potrzebami pracownika i oczekiwaniami co do możliwości ich zaspokojenia w pracy a faktycznym ich zaspokojeniem¹⁷. Zależność między zadowoleniem pracownika z pracy a jego efektami zatem jest uwarunkowana z jednej strony satysfakcją człowieka, a z drugiej strony wymaganiami stawianymi człowiekowi. Zadowolenie z pracy sprzyja powstawaniu identyfikacji z zakładem pracy, co prowadzi do podejmowania działań na rzecz zakładu. Ponadto zwiększa ogólną odporność pracownika na stres i frustracje, a wiążąc się z dodatnimi reakcjami emocjonalnymi wpływa pośrednio na sprawność działania pracownika. Wpływ zadowolenia z pracy może zatem mieć charakter pośredni na wynik finansowy, jaki uzyskuje przedsiębiorstwo. Zadowolenie z pracy może mieć charakter przejściowy lub stały, a także nie jest zjawiskiem jednorodnym. Na podstawie

¹⁷ Maciąg L., Psychospołeczne aspekty przystosowania do pracy, w: *Socjologia i psychologia pracy*, pod red. Bugla J., AGH, Kraków 1994, str. 139.

badania stwierdza się, że na zadowolenie pracownika z wykonywanej pracy najczęściej wywierają wpływ¹⁸:

- interesująca praca, czyli zadowolenie z czynności odpowiadających posiadanym kwalifikacjom zawodowym;
- odpowiednie warunki pracy;
- stosunki z współpracownikami;
- stałość pracy;
- płace;
- stosunki ze zwierzchnikami;
- godziny pracy.

Każdy z tych czynników odgrywa różną rolę w hierarchii wartości poszczególnych grup zawodowych i pracowników.

Warto zwrócić także uwagę na występowanie zjawiska negatywnego zadowolenia z pracy, które ma miejsce, gdy przykre warunki pracy są rekompensowane zarobkami. Zjawisko to nie stymuluje aktywności zawodowej pracownika.

Jednym z ważniejszych wyznaczników przystosowania jest stabilizacja mierzona zazwyczaj długością stażu pracy w określonym zawodzie czy zakładzie. Chodzi tutaj o stabilizację rzeczywistą, czyli będącą rezultatem faktycznego akceptowania pracy i jej warunków. Nie zawsze taka sytuacja ma miejsce, ponieważ pracownik może nie przystosować się do pracy, a mimo to nadal tam pracować. Pozostaje tam, ponieważ nie ma innej możliwości zatrudnienia. Zjawisko to jest nazywane pozorną stabilizacją kadr, wynikającą z konieczności.

Innym przejawem przystosowania jest identyfikacja pracownika z pracą, rozumiana jako identyfikacja jednostki z wykonywaną pracą lub zakładem pracy przez utożsamianie przez pracownika własnych interesów z interesami zakładu, co wyraża się w jego stosunku do zakładu i swojej grupy oraz w chęci do stabilizacji.

Do przejawów przystosowania można także zaliczyć szybkie dochodzenie do dużej sprawności zawodowej, osiąganie wymaganej wydajności i jakości pracy, stawianie sobie wysokich wymagań w zakresie dokształcania się, aktywności zawodowej, poszukiwania nowych rozwiązań innowacyjnych itp.

Należy także zwracać uwagę na społeczną wartość przystosowania. Wysoki stopień przystosowania przejawia się przejmowaniem od grupy pozytywnych wzorców zachowań, systemów norm i wartości respektowanych w środowisku pracy. Dotychczasowy system wartości ulega wówczas pewnej modyfikacji pod wpływem otoczenia w środowisku pracy.

¹⁸ Wieczorek S., *Podstawy ergonomii*, Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza, Rzeszów 1992, str. 43-44, Januszek H., Sikora J., *Socjologia pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1996, str. 128-131.

Nieprzystosowanie się pracownika do pracy powoduje szereg negatywnych skutków społecznych, takich jak:

- fluktuacja (płynność) załogi;
- niechęć do pracy, nieusprawiedliwiona absencja, skłonność do wypadków itp.;
- brak identyfikacji z zawodem, zakładem;
- zwiększenie liczby konfliktów społecznych.

Spośród wielu przejawów niezadowolenia (nieprzystosowania się) na szczególną uwagę zasługuje frustracja, agresja, kontestacja oraz konflikt¹⁹.

Frustracja to stan psychiczny (emocjonalny), pojawiający się wtedy gdy, pracownik chce osiągnąć konkretny cel, zadanie lub zaspokoić potrzebę, ale napotyka na przeszkody utrudniające lub uniemożliwiające mu zrealizowanie tych dążeń. Częstym efektem frustracji jest pojawienie się u człowieka następujących reakcji: agresji, apatii, fantazjowania i regresji.

Agresja frustracyjna może być skierowana przeciwko przedmiotowi lub osobie, o której wiadomo, że jest przyczyną frustracji. Agresja może prowadzić do mniej lub bardziej bezpośredniej, fizycznej (np. uderzenie) lub psychicznej (np. szkodliwe plotki) napaści na źródło frustracji.

Apatia to bierność, zubożenie, niedbalstwo, ogólne zniechęcenie do życia, minimalizacja wszelkich dążeń. Fantazjowanie to ucieczka czy wyobcowanie od otaczającego, wręcz nieprzychylnego otoczenia w sensie psychologicznym. Regresja przejawia się pewnego rodzaju cofnięciem powrotem do zachowań, które w przeszłości były nagradzane, a więc skuteczne, np. wymuszanie szantażem, płaczem.

Kontestacja to źródło wielu sytuacji konfliktowych w środowisku pracy. Kontestatorzy to pracownicy, którzy ujawniają swoje niezadowolenie z istniejących warunków pracy w postaci malkontentstwa, niesubordynacji, niechęci do autorytetów, zmian organizacyjnych, krytykanctwa czy braku wszelkich zainteresowań pracą.

Pracownik często doświadczający uczuć wynikających z nieprzystosowania do pracy jest z trudem tolerowany przez rodzinę, kolegów, znajomych czy przełożonych. Jest to dla niego dostateczny powód do aranżowania nowych konfliktów i frustracji, co w ostatecznym rozrachunku przyczynia się do zwiększenia liczby konfliktów społecznych.

¹⁹ Maciąg L., Psychospołeczne aspekty przystosowania do pracy, w: *Socjologia i psychologia pracy*, pod red. Bugla J., AGH, Kraków 1994, str. 140–142.

4. LITERATURA:

- [1] ROBBINS S. P.: Zasady zachowania w organizacji, Zysk i S-ka, Warszawa 2000.
- [2] KOZIOL L.: Motywacja w pracy. Determinanty ekonomiczno-organizacyjne, PWN, Warszawa – Kraków 2002.
- [3] POCZTOWSKI A., MIŚ A.: Analiza zasobów ludzkich w organizacji, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Krakowie, Kraków 2000.
- [4] POLAŃSKA A.: Ekonomia pracy w zarządzaniu, Wydawnictwo Uniwersytetu Gdańskiego, Gdańsk 1995.
- [5] ROSNER J.: Ergonomia, PWE, Warszawa 1985.
- [6] Socjologia i psychologia pracy, pod red. Bugla J., AGH, Kraków 1994.
- [7] Socjologia zawodów, pod red. Sarapaty A., Książka i Wiedza, Warszawa 1965.
- [8] Nauka o pracy, pod red. Nowakowskiego J., PWN, Warszawa 1981.
- [9] WIECZOREK S.: Podstawy ergonomii, Politechnika Rzeszowska im. I. Łukasiewicza, Rzeszów 1992.
- [10] JANUSZEK H., SIKORA J.: Socjologia pracy, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1996.
- [11] SZTUMSKI J.: Socjologia pracy, Górnośląska Wyższa Szkoła Handlowa, Katowice 1999.

Rozdział II

PODSTAWOWE ZAGADNIENIA ERGONOMII

Słowo ergonomia pochodzi od greckich słów: ergon – praca, dzieło i nomos – prawo, zasada. Jako określenie dyscypliny naukowej termin „ergonomia” został po raz pierwszy użyty przez wybitnego polskiego przyrodnika, profesora W. B. Jastrzębowskiego, który w roku 1857 ogłosił rozprawę zatytułowaną „Rys ergonomii, czyli nauki o pracy” w czterech częściach w tygodniku „Przyroda i przemysł” (nr 29–32)¹. Prawie sto lat później i zapewne niezależnie termin ten został ustalony w Wielkiej Brytanii, gdzie w 1949 roku powstało Ergonomiczne Towarzystwo Naukowe. Ergonomia jest więc dyscypliną dopiero powstającą, nauką in statu nascendi, a jako dziedzina działalności praktycznej powstała w formie załączkowej w okresie II wojny światowej.

Zwiększająca się liczba chorób cywilizacyjnych i zawodowych, wynikających z hipokinezji (pogorszenie czynności ruchowych, które polega na uogólnionym albo ograniczonym spowolnieniu i zubożeniu ruchów), monotypowości i monotonności procesu pracy niewątpliwie istotnie przyczynia się do coraz większego zainteresowania dorobkiem teoretycznym i praktycznym ergonomii.

1. DEFINICJE ERGONOMII

Według definicji przyjętej w statucie Międzynarodowego Stowarzyszenia Ergonomicznego (IEA): „Ergonomia określa stosunki powstające między człowiekiem a jego zajęciem, sprzętem i środowiskiem w najszerszym tego słowa znaczeniu, włączając w to sytuacje związane z pracą, zabawą, rekreacją i podróżą”². Koncepcję humanistycznego punktu widzenia na cele ergonomii wprowadziło też Polskie Towarzystwo Ergonomiczne w swoim statucie w roku 1977 przyjmując następującą definicję: „Ergonomia zmierza do dostosowania narzędzi, maszyn, urządzeń, technologii materialnego środowiska pracy i życia oraz przedmiotów powszechnego użytku do wymogów fizycznych i psychicznych człowieka”³. W literaturze polskiej występuje także wiele innych definicji tej nauki. Wśród nich na uwagę zasługuje zdanie J. Rosnera⁴ który

¹ Franus E., *Struktura i ogólna metodologia nauki ergonomii*, Towarzystwo Autorów i Wydawców Prac Naukowych „Universitas”, Kraków 1992, str. 15

² Kowal E., *Ekonomiczno-społeczne aspekty ergonomii*, PWN, Warszawa – Poznań 2002, str. 23

³ Kowal E., *Ekonomiczno-społeczne aspekty ergonomii*, PWN, Warszawa – Poznań 2002, str. 23

⁴ Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str.11.

uważa, że „przedmiotem ergonomii są zagadnienia dostosowania maszyn, narzędzi i urządzeń oraz materialnego środowiska pracy do możliwości i potrzeb człowieka w celu usunięcia zagrożeń jego zdrowia i życia, optymalizacji kosztu biologicznego pracy i zapewnienia wygody podczas jej wykonywania”. Według E. Franusa⁵ pierwotnie ergonomię interesowała tylko praca oraz dostosowanie urządzeń sygnalizacyjnych i sterowniczych, w okresie powojennym było to dostosowanie maszyn, otoczenia i organizacji pracy, a obecnie dostosowanie całej techniki do człowieka i odwrotnie (w pracy, w domu, w szkole, w transporcie itd.). Zdaniem tego uczonego przedmiotem badań i działań ergonomii jest kształtowanie wzajemnych stosunków między człowiekiem i otaczającym go środowiskiem w różnych przejawach życia.

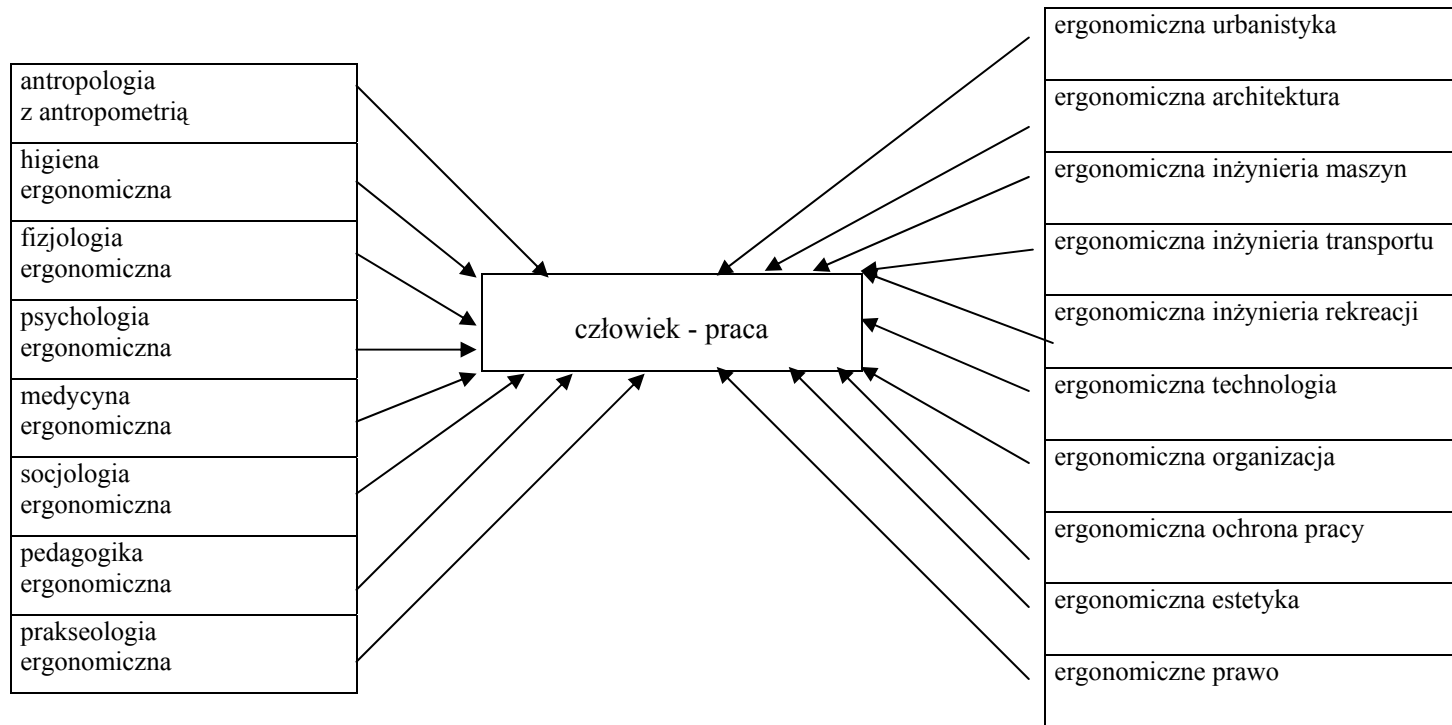
Wszystkie przedstawione definicje wyraźnie podkreślają, że ergonomia przede wszystkim jest dziedziną działalności humanistycznej, ponieważ centralnym jej elementem zainteresowań jest człowiek, a nie efekt ekonomiczny, jaki można osiągnąć wprowadzając rozwiązania ergonomiczne. Efektywność ekonomiczna tych rozwiązań, wyrażająca się w zwiększeniu wydajności pracy i jakości produkcji, będzie wtórną konsekwencją inicjatyw podejmowanych dla zdrowia i życia ludzi. W ergonomii dominuje troska o różnorodne potrzeby zdrowotne i możliwości rozwojowe człowieka. Troska ta wyraża się w:

- dążeniu do dostosowania świata materialnego do potrzeb i ograniczeń fizycznych oraz psychicznych człowieka w celu usunięcia zagrożeń zdrowia i życia;
- zapewnieniu człowiekowi dominacji nad elementami materialnymi;
- optymalizacji kosztu biologicznego pracy człowieka i stworzeniu wygodnych, a nawet komfortowych warunków podczas wykonywania obowiązków zawodowych.

2. INTERDYSCYPLINARNY CHARAKTER ERGONOMII

Tak szerokie ujęcie zadań ergonomii wymaga korzystania z dorobku naukowego wielu dyscyplin naukowych, zapewniając jej ważne miejsce wśród nauk o pracy ludzkiej, co pokazuje rys. 2.

⁵ Franus E., *Struktura i ogólna metodologia nauki ergonomii*, Towarzystwo Autorów i Wydawców Prac Naukowych Universitas, Kraków 1992, str. 17–19.



Grupa A

Grupa B

Rys. 2. Model struktury nauki ergonomii

Źródło: Fraus E., Struktura i ogólna metodologia nauki ergonomii, Towarzystwo Autorów i Wydawców Prac Naukowych „Universitas”, Kraków 1992, str. 44.

Do grupy A⁶ zaliczyć należy wszystkie te dyscypliny naukowe, których zadanie polega na badaniu właściwości fizycznych i psychicznych człowieka i gromadzeniu o nim wiedzy. Otrzymane rezultaty teoretyczne jak i praktyczne tych dziedzin stanowią bazę dla koncepcyjnych i korekcyjnych rozwiązań dyscyplin grupy B, zajmujących się doskonaleniem procesu pracy. Przedstawiony podział dyscyplin naukowych na dwie grupy oznacza związek funkcjonalny, wyrażony w ścisłej współpracy badaczy obydwu grup, a co za tym idzie, we wzajemnym powiązaniu wyników badań.

Do najważniejszych dyscyplin naukowych z grupy A, których dorobek naukowy jest wykorzystywany na potrzeby ergonomii zaliczamy⁷:

- antropologia, w ramach której występuje antropometria, czyli metodyka pomiarów ciała ludzkiego. Znajomość wymiarów antropometrycznych przy budowie maszyn, urządzeń i narzędzi oraz rozplanowania stanowisk roboczych ma ogromne znaczenie dla stworzenia zdrowych i wygodnych warunków wykonywania pracy;
- fizjologia pracy zajmująca się badaniem biologicznych zjawisk zachodzących w procesie pracy, w celu zapewnienia najbardziej racjonalnego wykorzystania sił fizycznych i psychicznych pracowników. Przedmiotem jej zainteresowania przede wszystkim są zjawiska zmęczenia i znużenia pracą oraz metody zapobiegania ich występowania, badanie wielkości wydatku energetycznego człowieka pracującego oraz warunki optymalizacji tego wydatku;
- higiena pracy, której zadaniem jest niedopuszczenie do występowania czynników zagrażających zdrowiu pracowników, eliminowanie ryzyka chorób zawodowych i parazawodowych, optymalizacja warunków materialnego środowiska pracy (oświetlenie, mikroklimat, hałas, drgania i promieniowanie);
- psychologia pracy, gdzie zainteresowania koncentrują się wokół trzech zagadnień:
 - a) przystosowania człowieka do pracy (dobór pracowników, poradnictwo zawodowe, nauka zawodu);
 - b) przystosowanie pracy do człowieka (tworzenie optymalnych warunków odbioru informacji, podejmowanie decyzji i ich wykonywanie w toku pracy);
 - c) przystosowania człowieka do człowieka (problematyka psychologii społecznej);

⁶ Franus E., *Struktura i ogólna metodologia nauki ergonomii*, Towarzystwo Autorów i Wydawców Prac Naukowych „Universitas”, Kraków 1992, str. 44

⁷ Franus E., *Struktura i ogólna metodologia nauki ergonomii*, Towarzystwo Autorów i Wydawców Prac Naukowych „Universitas”, Kraków 1992, str. 131–167.

- organizacja pracy i ekonomika pracy, a w szczególności problemy dotyczące badania i mierzenia pracy, zasad ekonomii ruchów itp.

Ergonomia łączy zatem w sobie naukę o człowieku z naukami technicznymi i ekonomicznymi. Ergonomia jest więc dziedziną bardzo rozległą i istnieją tendencje do dalszego jej rozszerzania.

3. ZASTOSOWANIE ERGONOMII W ŚRODOWISKU CZŁOWIEKA

Zastosowanie praktyczne ergonomii w wielu dziedzinach działalności społecznej i praktycznej koncentruje się na czterech płaszczyznach⁸ (tab.4):

- ergonomia wyrobów masowego użytku;
- ergonomia a zadowolenie z pracy;
- ergonomia osób w starszym wieku;
- społeczne i ekonomiczne aspekty ergonomii.

3.1. Ergonomia wyrobów masowego użytku

Ergonomiczność wyrobu jest jednym z ważniejszych, a w niektórych przypadkach najważniejszym kryterium jakości. Każdy z wyrobów posiada ergonomiczną jakość o określonym poziomie, przy czym przez ergonomiczność rozumie się zbiór cech obiektywnych decydujących o poziomie dostosowania jego funkcji, budowy, kształtu i wyglądu do psychofizycznych, fizjologicznych i anatomicznych cech człowieka posługującego się tym obiektem.

Doskonalenie wyrobu powinno dotyczyć wszystkich jego cech jakościowych, do których należą⁹:

- cechy techniczne – wymiary geometryczne, stan powierzchni, własności fizykochemiczne, parametry charakteryzujące działanie wyrobu: prędkość, wydajność, moc itp., zależnie od przeznaczenia wyrobu;
- cechy użytkowe – trwałość, niezawodność, naprawialność;
- cechy ekonomiczne – społeczny koszt wytwarzania lub szeroko rozumiane koszty eksploatacji wyrobu.

⁸ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 14–15.

⁹ Górska E., Tytyk E., *Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Podstawy teoretyczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998, str. 104.

Tabela 4

Najnowsze kierunki rozwoju ergonomii

Lp.	Kierunek ergonomii	Najważniejsze cechy
1.	Ergonomia wyrobów masowego użytku	Metody kontroli wyrobów masowej konsumpcji mają na celu ustalenie, czy: <input type="checkbox"/> dany wyrób spełnia przewidziane dla niego funkcje; <input type="checkbox"/> dany wyrób spełnia swą rolę w systemie społecznym jako całości; <input type="checkbox"/> dany wyrób jest wygodny i łatwy w użyciu; <input type="checkbox"/> dany wyrób nadaje się do używania przez specjalne grupy konsumentów (osoby starsze i niepełnosprawne).
2.	Ergonomia a zadowolenie z pracy (humanizacja pracy)	Celem badań w tym kierunku jest zintegrowanie wysiłków zmierzających do poprawy warunków w jakich wykonywana jest praca. Wykorzystanie dorobku naukowego socjologii, organizacji i ekonomii.
3.	Ergonomia osób w starszym wieku	Uwzględnienie w ergonomii koncepcyjnej: <input type="checkbox"/> cech fizycznych i właściwości psychicznych innych grup ludności niż mężczyźni (kobiety, osoby starsze i sprawni inaczej); <input type="checkbox"/> stopniowe odchodzenie od pojęcia „człowieka przeciętnego” w odniesieniu do danych antropometrycznych w pracach projektowych i wymagań siłowych, szybkości przekazywania i liczby podanych informacji, wytrzymałości na warunki stresowe (wysokie temperatury, hałas, warunki oświetlenia).
4.	Społeczne i ekonomiczne aspekty ergonomii	Powiązanie ergonomii z założeniami polityki społecznej i ekonomicznej w odniesieniu do pojedynczego pracownika i jego maszyny lub stanowiska pracy, jak i w odniesieniu do projektowania systemowego.

Źródło: Olszewski J., Podstawy ergonomii i fizjologii pracy, Akademia Ekonomiczna, Poznań 1997, str. 14.

- cechy ergonomiczne – dogodność i bezpieczeństwo użytkowania wyrobu, cechy estetyczne: wygląd zewnętrzny, proporcje kształtu, kompozycja, kolorystyka,
- stopień zgodności z wymaganiami mody i wzornictwa przemysłowego, staranność wykonania.

W tej dziedzinie duży wkład ergonomia wniosła do wzornictwa przemysłowego.

Preferowanie jakości ergonomicznej przez twórców techniki świadczy o poziomie rozwoju społeczeństwa, gdyż akceptowany poziom humanizacji techniki może być uważany za jeden z mierników rozwoju cywilizacyjnego. Jeżeli działania zmierzające do zwiększenia ergonomiczności obiektów

technicznych prowadzone są we wczesnych etapach istnienia wyrobu, to można osiągnąć odpowiednio wysoki poziom ergonomicznej jakości tego wyrobu.

Wszystkie wyroby niezależnie od ich budowy i złożoności, z punktu widzenia przystosowania ich do człowieka podzielić możemy na łatwe lub trudne w użytkowaniu, obsłudze lub eksploatacji¹⁰. Łatwość obsługi lub użytkowania rozumiana jest jako możliwość uzyskiwania pełnej zdolności działania wyrobu przy współdziałaniu z człowiekiem przeciętnym. Natomiast trudność użytkowania to możliwość uzyskiwania pełnej zdolności wyrobu tylko przy współdziałaniu ze specjalnie wybranym użytkownikiem. Ten sam wyrób może być jednocześnie łatwy w obsłudze i trudny w użytkowaniu lub odwrotnie. Coraz częściej jednak w procesach przemysłowych człowiek ma do czynienia z wyrobami trudnymi w eksploatacji. W takich warunkach decydujący wpływ na jakość wyrobu ma poziom ergonomicznej jakości warunków pracy. Wynika z tego drugi obszar zainteresowania ergonomii, czyli projektowanie pracy i środowiska pracy, w których wyrób powstaje.

3.2. Ergonomia a zadowolenie z pracy

Dostrzeżone dysproporcje między poziomem rozwoju techniki a przystosowaniem jej do potrzeb sterującego nią człowieka, spowodowały zainteresowanie się kompleksową problematyką człowieka i pracy¹¹. We współczesnej organizacji pracy stosuje się rozczłonowanie procesu technologicznego, stąd prace są coraz prostsze, a tym samym coraz łatwiejsze i można je wykonywać szybko, a w konsekwencji praca staje się bezosobowa (alienacja pracy). Jest to objaw bardzo niebezpieczny, gdyż powoduje spadek zainteresowania pracą, jaką się wykonuje. Racjonalizowana ustawicznie organizacja pracy powoduje określone konsekwencje w postaci tendencji do znużenia i przedwczesnego zmęczenia pracującego człowieka. Stąd wynika zainteresowanie celowym kształtowaniem warunków pracy, a tym samym i środowiska pracy, które przeciwdziałałoby przedwczesnemu zmęczeniu człowieka i zwiększeniu zainteresowania efektywnością pracy. W tym celu należy dążyć do zapewnienia pracownikowi wpływu na treść i sposób zorganizowania procesu pracy. Sprawa ta jest istotna, gdyż rola człowieka w sterowaniu produkcją stale wzrasta i wydaje się, że będzie nadal wzrastać. W każdym bowiem procesie produkcyjnym człowiek jest czynnikiem decydującym dla jakości i ilości wytwarzanych dóbr materialnych. Im bardziej intensywny jest proces produkcyjny, tym większe są wymagania stawiane człowiekowi. Intensyfikacja i podtrzymywanie sprawności fizycznej i dobrego samopoczucia

¹⁰ Górka E., Tytyk E., *Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Podstawy teoretyczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998, str.105.

¹¹ Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 11–13.

psychicznego człowieka jest zatem podstawowym nakazem dla stworzenia optymalnych warunków z punktu widzenia wydajności pracy, zwiększenia bezpieczeństwa, a nawet stworzenia pewnego komfortu w miejscach pracy¹².

Bardzo rozpowszechniony jest pogląd, że wszelkie trudności związane z obsługą urządzeń przemysłowych czy racjonalizacją stanowisk roboczych zostaną rozwiązane z chwilą przejęcia wszystkich czynności przez automat, który zdejmuje z człowieka trud wykonywania pracy. Ale mechanizacja i automatyzacja nie zawsze są możliwe zarówno z powodu trudności technicznych, jak i z uwagi na koszty. Ponadto mechanizacja i automatyzacja nie zawsze jest wskazana i w interesie sprawności funkcjonowania danego układu i w interesie człowieka.

3.3. Ergonomia osób w starszym wieku

Starzenie się społeczeństwa jest zjawiskiem wspólnym wszystkim krajom wysoko rozwiniętym¹³ i proces ten będzie się nasilał w przyszłości. Mimo, że procesy starzenia się, zwłaszcza fizycznego można spowolnić odpowiednim treningiem, racjonalnym trybem życia, odżywianiem się, to istnieją określone charakterystyczne symptomy obniżonej wraz z wiekiem wydolności fizycznej, fizjologicznej i psychicznej.

Zainteresowanie ergonomii problemami gerontologicznymi obejmuje analizę trudności napotykaných przez osoby starsze przy wykonywaniu pracy zawodowej i rozwiązywaniu problemów życia codziennego.

Ergonomia postuluje coraz szerszą integrację osób starszych w zakładach pracy, co wymaga podjęcia konkretnych działań w celu dostosowania materialnego środowiska pracy do odmiennych potrzeb psychofizycznych osób starszych. Osoby starsze mogą zadowalająco wykonywać obowiązki na specjalnie przystosowanych stanowiskach pracy. Stanowiska te powinny uwzględniać choroby wieku starczego, obejmujące choroby układu ruchu, ograniczenie swobody ruchu, spadek zdolności reakcyjnej mózgu oraz zmniejszenie sprawności psychicznej, a niekiedy zmiany psychiczne ze skłonnością do stanów depresyjnych, będące wynikiem samotności¹⁴.

Wczesna diagnoza zmian spowodowanych obniżeniem się sprawności funkcjonowania organizmu człowieka ma bardzo istotne znaczenie. Z jednej strony można bowiem zapobiegać dalszej degradacji ustroju człowieka wskutek

¹² Kowal E., *Ekonomiczno-społeczne aspekty ergonomii*, PWN, Warszawa – Poznań 2002, str. 24-26

¹³ Frejlich Cz., *Ergonomia w projektowaniu przedmiotów dla osób starszych*, Ergonomia 2000, nr 23, t. 1–2.

¹⁴ Górska E., Tytyk E., *Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Podstawy teoretyczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998, str. 105.

stawiania zbyt wysokich wymagań w pracy. Z drugiej strony marnotrawstwem społecznym jest traktowanie osób starszych jako niezdatnych do wykonywania pracy.

Tworzenie możliwości działania zawodowego dla osób starzejących się przynosi wymierne korzyści dla gospodarki państwa. Jednakże mimo znacznego postępu w tej dziedzinie, zwłaszcza w zakresie rozwiązań teoretycznych, praktyczne potrzeby są nadal olbrzymie.

3.4. Społeczne i ekonomiczne aspekty ergonomii

Efekty stosowania ergonomicznie poprawnych rozwiązań w środowisku pracy są wielostronne, zarówno społeczne jak i ekonomiczne. Efekty te, obok rezultatów przewidzianych mogą wywoływać także skutki całkowicie niezamierzone¹⁵.

Ekonomiczne aspekty ergonomii przed wszystkim wyrażają się w zwiększaniu wydajności pracy ludzkiej w miarę jak materialne warunki pracy i organizacja procesu pracy staje się coraz lepiej dostosowana do możliwości psychofizycznych człowieka. Jednakże obliczanie wzrostu wydajności pracy osiągniętego dzięki poprawie materialnych warunków pracy jest bardzo trudne ze względu na jednoczesne oddziaływanie wielu czynników. Łatwiej oblicza się koszty i straty ponoszone przez gospodarkę narodową wskutek lekceważenia dorobku teoretycznego i praktycznego ergonomii przez zakłady pracy. Do najważniejszych strat ponoszonych z tego tytułu zalicza się:

- wypadki przy pracy, które powodują stratę czasu poszkodowanego, świadków wypadku i kadry kierowniczej, ponoszenie kosztów odszkodowań, absencję poszkodowanego, uszkodzenie urządzeń technicznych, postój maszyny itp.;
- konsekwencje występowania choroby zawodowej, takie jak absencja pracowników, koszty odszkodowań i koszty związane z przekwalifikowaniem lub przeniesieniem na inne stanowisko pracownika, itp.;
- zmniejszoną wydajność pracy wszystkich pracowników, występującą gdy obsługa urządzenia wymusza zbyt wiele wydatku energetycznego organizmu ludzkiego ze względu na nieprawidłowe rozmieszczenie elementów sterowniczych czy sygnalizacyjnych, narzędzia i materiały produkcyjne położone za daleko, szybsze i większe zmęczenie pracą wskutek niewłaściwie zaprojektowanego krzesła itp. Tego typu koszty są najtrudniejsze do oceny ekonomicznej.

Równoległe wzrasta ranga społecznego oddziaływania ergonomii wynikającego oddziaływaniem dobrze zaprojektowanego stanowiska pracy na

¹⁵ Filipkowski S., *Ergonomia przemysłowa. Zarys problematyki*, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970, str. 22–25.

całokształt stosunków międzyludzkich. Znaczenie społeczne ergonomii przede wszystkim dotyczy poprawy stanu bezpieczeństwa i higieny pracy. Ogólna poprawa stanu zdrowia oznacza bowiem mniej problemów w rodzinie. Jeśli takie problemy występują na skalę masową to powodować mogą zaburzenia społeczne, oddziałując na wiele środowisk społecznych, ich stabilizację, tryb życia i wzajemne powiązania. Zaburzenia te negatywnie wpływają na pracę i życie osób odczuwających więź emocjonalną z osobami poszkodowanymi w wypadkach czy osób z orzeczoną chorobą zawodową. Starania kadry kierowniczej mające na celu dostosowanie środowiska pracy do możliwości fizycznych i psychicznych pracowników natychmiast zostają zauważone i ocenione. Pracownicy mogą nabrać przekonania, że te pozytywne zmiany będą w przyszłości ich również dotyczyć. W rezultacie poprawa materialnych warunków pracy wywiera znaczący wpływ na fluktuację kadr, co powoduje, że czynnik ten można uznać za jeden z istotnych elementów warunkujących stabilizację załogi zakładu pracy.

Zbyt niski poziom ergonomicznej jakości narzędzi i obiektów technicznych w stosunku do oczekiwań użytkowników jest źródłem wielu dodatkowych kosztów i strat natury zarówno ekonomicznej, jak i społecznej. Można je podzielić na trzy kategorie¹⁶:

- straty ekonomiczne, których wielkość jest możliwa do oszacowania jak np.: niska wydajność pracy i produkcja braków, skutki wypadków przy pracy, choroby zawodowe, zwolnienia lekarskie spowodowana przemęczeniem, nadmiernym hałasem, złym oświetleniem, wysoką temperaturą, itp.;
- straty ekonomiczne, których wielkości nie można bezpośrednio oszacować jak np.: utrata zdrowia, duża płynność kadr, niszczenie materiałów, narzędzi i maszyn wskutek niedbalstwa i niechęć do wykonywania swojej pracy itp.;
- straty moralne, nie poddające się ekonomicznej wycenie jak np.: złe samopoczucie, niski etos pracy, brak poczucia podmiotowości, wzrost bierności i apatii, zanik potrzeby wartości wyższych itp.

4. UKŁAD CZŁOWIEK – PRACA

Podstawowym przedmiotem badań ergonomicznych jest układ człowiek – praca. Analizując ten układ należy właściwie ocenić możliwości pracownika w zakresie świadczenia pracy, a więc określić jego wysiłek psychofizyczny związany z pokonywaniem uciążliwości, jakie stwarza mu sama

¹⁶ Górská E., Tytyk E., *Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Podstawy teoretyczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998, str. 15–16.

praca i czynniki jej towarzyszące. Czynniki działające obciążająco na organizm człowieka w czasie pracy najczęściej dzieli się na trzy grupy¹⁷:

- człowiek – maszyna;
- człowiek – materialne środowisko pracy;
- oraz człowiek – stanowisko robocze.

W ujęciu ergonomicznym schemat projektowania układu człowiek – maszyna polega na ustaleniu funkcji, jakie będzie miał do spełnienia dany układ, a następnie przydzieleniu pewnych czynności w tym układzie maszynie, a innych człowiekowi i stworzeniu temu ostatniemu optymalnych warunków wykonywania przydzielonych mu zadań. Metoda ta powoduje, że człowiek występuje w roli czynnika podporządkowującego sobie maszynę (czyli jako podmiot w procesie pracy), a nie odwrotnie (czyli jako przedmiot).

W układzie człowiek – maszyna występują następujące elementy powiązań¹⁸:

- urządzenia sygnalizacyjne maszyny (S);
- receptory, czyli zmysły pracownika (R);
- efekторы, czyli zespoły mięśni (E);
- urządzenia sterownicze maszyny.

Elementy te mają charakter sprzężenia zwrotnego, ponieważ dotyczą procesów informacji i sterowania. Oznacza to, że działanie na wyjściu jednego z elementów tego układu zmienia stan na wejściu drugiego elementu i powoduje odpowiednie dostosowanie procesów informacji i sterowania, przebiegających między maszyną i człowiekiem.

W układzie człowiek – materialne środowisko pracy i człowiek – stanowisko robocze powiązania nie mają charakteru cybernetycznego, ponieważ nie dotyczą procesów informacyjno-sterowniczych. W układzie człowiek – materialne warunki pracy analizuje się występowanie poszczególnych czynników środowiska pracy oraz ich wpływ na zdrowie i życie człowieka pracującego.

W układzie człowiek – stanowisko robocze przede wszystkim bierze się pod uwagę dane antropometryczne, warunkujące rozmiary, kształt i rozmieszczenie wszystkich elementów tego układu.

5. KIERUNKI DZIAŁANIA ERGONOMII

Wyróżnia się trzy kierunki działania ergonomii w dostosowywaniu środowiska pracy do psychofizycznych możliwości człowieka¹⁹:

- ergonomię korekcyjną,

¹⁷ Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 25.

¹⁸ Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 26.

¹⁹ Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 28-30

- ergonomię koncepcyjną,
- atestację prototypów maszyn i urządzeń.

5.1. Ergonomia korekcyjna

Przedmiotem jej zainteresowań jest analiza już istniejących stanowisk pracy z punktu widzenia ich dostosowania do właściwości anatomicznych, fizjologicznych i psychicznych pracowników. Dostrzeżone usterki w eksploatacji maszyn i urządzeń mają być usunięte przez formułowanie i wprowadzanie odpowiednich zaleceń i zmian. Ergonomia korekcyjna stanowi dziedzinę badań stosowanych. Obejmuje to następujące obszary²⁰:

- poprawę parametrów materialnych warunków pracy (zmniejszenie hałasu, drgań, poprawa oświetlenia, mikroklimatu);
- wyeliminowanie nadmiernych obciążeń fizycznych i psychicznych (mechanizacja i automatyzacja ciężkich prac fizycznych, poprawa pozycji przy pracy, poprawa organizacyjno-technicznych warunków odbioru informacji, usprawnienia w organizacji pracy).

Działania tego typu mają już ustaloną renomę, ale mają też swoje granice naturalne, podyktowane możliwościami technicznymi i względami ekonomicznymi poza sytuacją, w której istniejące usterki mogą być źródłem poważnych zagrożeń dla zdrowia czy życia pracowników.

Ergonomia korekcyjna jest procesem ciągłym, ponieważ obserwacje wadliwych rozwiązań systemów człowiek – praca są niewyczerpanym źródłem usprawnień i doskonalenia tych warunków²¹:

- utrzymanie się wielu wadliwych rozwiązań w zakładach pracy pozostaje w związku faktem, że w przemyśle, w rolnictwie czy komunikacji używa się wiele starego sprzętu;
- niezależnie od tego na nowe konstrukcje często przenoszone są błędy powstałe w przeszłości;
- wiele złego powstaje też w procesie realizacji projektów nowych urządzeń technicznych, zwłaszcza pod wpływem fałszywie pojętych przesłanek oszczędnościowych;
- nowe wynalazki i nowa technika, likwidując wiele dotychczasowych niedogodności i zagrożeń, niosą ze sobą inne, nie przewidziane przez projektantów niebezpieczeństwa – zatrucie powietrza i wód, niszczenie przyrody, hałas, wibracje, zaburzenia nerwicowe wywołane absorbującą układ nerwowy, wysoce odpowiedzialną pracą.

²⁰ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 37.

²¹ Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 29.

5.2. Ergonomia koncepcyjna

Ergonomia koncepcyjna wyrasta z doświadczenia ergonomii korekcyjnej. Ma na celu stosowanie ergonomicznie prawidłowych rozwiązań już w fazie przygotowywania projektów maszyn, urządzeń, narzędzi, stanowisk roboczych, hal i budynków, a także mieszkań, szkół i innych konstrukcji. Poprawne projektowanie ergonomiczne polega na uwzględnieniu danych liczbowych antropometrycznych, fizjologicznych i psychologicznych, otrzymanych w wyniku dogłębnej analizy oraz specjalistycznych pomiarów i badań laboratoryjnych. Ergonomia koncepcyjna ma podstawowe znaczenie na najwyższym szczeblu kierownictwa, gdzie ma miejsce planowanie i organizowanie, koordynowanie i regulowanie procesu produkcyjnego. Ergonomia koncepcyjna napotyka na trzy bariery, w tym dwie natury psychologicznej, a jedną organizacyjnej²²:

- psychologicznej - projektant może mieć wewnętrzne przekonanie, że trudny problem, przed którym stanął, jest niemożliwy do rozwiązania lub nierealny albo, że tego dotąd nie było;
- psychologicznej - projektant z dłuższym stażem pracy może mieć tendencje do preferowania stereotypowych, tradycyjnych i często przestarzałych rozwiązań lub też stosuje rozwiązania z jednej wybranej techniki czy technologii. Powoduje to zawężenie obszaru możliwych rozwiązań projektu. Często też pojawia się obawa przed nowością i niechęć do podjęcia ryzyka;
- organizacyjnej - dotyczy trudności w zorganizowaniu zespołu specjalistów z różnych dziedzin (inżynier lub architekt, psycholog pracy i fizjolog pracy) i koordynacji ich prac. Jeżeli decyzje projektowe musi podejmować jedna osoba, to z natury nie jest ona kompetentna w zakresie wielu zagadnień, o których decyduje. Inżynier przekładając istotę funkcji, jakie ma spełniać obiekt na język techniki, wybiera z nich zazwyczaj takie elementy, które może potraktować jako parametry charakteryzujące przyszłą konstrukcję. Będą to na przykład²³:

²² Górską E., Tytyk E., *Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Podstawy teoretyczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998, str. 14–15.

²³ Górską E., Tytyk E., *Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Podstawy teoretyczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998, str. 15.

- dla dźwigu: maksymalny podnoszony ciężar, zasięg ramienia, wysokość podnoszenia, prędkość ruchu;
- dla pojazdu: dopuszczalne obciążenie, prędkość maksymalna, rodzaj paliwa, droga hamowania;
- dla obrabiarki: moc i szybkość skrawania, rodzaj obrabianego materiału oraz narzędzia, prędkość posuwu, gabaryty obrabianego materiału, stopień automatyzacji.

Są to pojęcia całkowicie odhumanizowane, ściśle techniczne. Człowiek w takim rozumowaniu pojawia się dopiero w dalszych etapach projektowania jako czynnik ograniczający swobodę konstruowania, narzucający konieczność uwzględnienia wymogów bezpieczeństwa i higieny pracy oraz wygody pracy. W rezultacie projektant traci z oczu najważniejsze funkcje i cechy, decydujące o przystosowaniu obiektu do obsługującego go człowieka. Należy mieć na uwadze, że powyższe straty ponoszone są przez użytkowników przez wiele lat eksploatacji obiektów technicznych.

Ergonomia koncepcyjna jest procesem ciągłym, ponieważ nawet przy najlepszej pracy zespołów ergonomicznych w biurach konstrukcyjnych i projektowych nie uda się uniknąć konieczności wprowadzania pewnych poprawek w konstrukcji już eksploatowanych maszyn, urządzeń czy hal fabrycznych, chociażby ze względu na zmienność warunków ich użytkowania. Ergonomia koncepcyjna zastosowana we wczesnej fazie opracowywania rozwiązań technicznych jest o wiele bardziej racjonalna i skuteczna niż ergonomia korekcyjna.

5.3. Atestacja prototypów maszyn i urządzeń

Trzecim kierunkiem działań ergonomii, łączącym cechy ergonomii korekcyjnej i koncepcyjnej jest atestacja prototypów nowych maszyn i urządzeń przed wydaniem zgody na ich produkcję seryjną²⁴. W wyniku atestacji odpowiedzialne za nią organy odbioru technicznego odrzucają pewien odsetek przedstawianych im rozwiązań technicznych, nakazując ich modyfikację. W atestacji maszyn i urządzeń technicznych przed wszystkim koncentruje się na wymaganiach bezpieczeństwa i higieny pracy. Do wprowadzenia obowiązkowej atestacji zobowiązuje Polskę ratyfikowanie w 1977 roku konwencji nr 119 MOP dotyczącej zabezpieczenia maszyn.

²⁴ Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 30.

6. LITERATURA:

- [1] FRANUS E.: Struktura i ogólna metodologia nauki ergonomii, Towarzystwo Autorów i Wydawców Prac Naukowych „Universitas”, Kraków 1992.
- [2] FREJLICH Cz.: Ergonomia w projektowaniu przedmiotów dla osób starszych, Ergonomia 2000, nr 23, t. 1–2.
- [3] FILIPKOWSKI S.: Ergonomia przemysłowa. Zarys problematyki, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970.
- [4] GÓRSKA E., TYTYK E.: Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Podstawy teoretyczne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998.
- [5] KOWAL E.: Ekonomiczno-społeczne aspekty ergonomii, PWN, Warszawa – Poznań 2002.
- [6] OLSZEWSKI J.: Podstawy ergonomii i fizjologii pracy, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997.
- [7] ROSNER J.: Ergonomia, PWE, Warszawa 1985.

Rozdział III

MATERIALNE WARUNKI PRACY

1. DEFINICJA MATERIALNYCH WARUNKÓW PRACY

Na przestrzeni dziejów człowiek przystosował się do naturalnych warunków bytowania, ale nie przygotował dostatecznej ochrony przed szkodliwym oddziaływaniem warunków sztucznego środowiska pracy. Reakcja organizmu na bodźce tego środowiska jest różna w zależności od ich charakteru i nasilenia.

Obciążenia wynikające z warunków środowiskowych występujących w procesach pracy mogą wywoływać ujemne skutki dla organizmu ludzkiego. Wydatek energetyczny pracującego człowieka dzieli się bowiem na: niezbędną energię do wykonania pracy i energię zużywaną na utrzymanie normalnych funkcji fizjologicznych. Stosunek wzajemny obydwu grup wydatku energetycznego jest różny. Grupa pierwsza wymaga znacznie większego zużycia energii niż grupa druga. Jednak w niekorzystnych warunkach środowiskowych grupa druga znacznie przewyższa zużycie energii wymienione w grupie pierwszej.

Zainteresowania ergonomii coraz częściej koncentrują się na pełnym wymiarze czasu w jakim pracownik jest do dyspozycji zakładu pracy. Całością czynników, z którymi człowiek spotyka się w toku wykonywania pracy zawodowej nazywamy materialnymi warunkami pracy. Dzielą się one na cztery grupy¹:

- rzeczowe warunki pracy, czyli maszyny i urządzenia, wyposażenie pomocnicze, pomieszczenie pracy oraz stanowisko robocze, oddziałujące bezpośrednio na człowieka. Warunkują one możliwe do zastosowania warianty rozwiązań organizacyjnych;
- fizyczne czynniki, czyli mikroklimat, promieniowanie, hałas, oświetlenie, drgania i wstrząsy oraz zapylenie powietrza;
- chemiczne czynniki, do których zaliczamy: rozpuszczalniki przemysłowe, farby, lakiery, gazy i pary nieorganiczne itp.;
- biologiczne czynniki, czyli wirusy, bakterie itp.

Każdy z materialnych czynników powoduje różne reakcje fizjologiczne organizmu ludzkiego. Niektóre z tych czynników działają adekwatnie na poszczególne układy i narządy organizmu ludzkiego (np. hałas jest adekwatnym bodźcem dla narządu słuchu) lub też mogą oddziaływać ogólnie. Ostatecznym celem badania materialnych warunków pracy jest ustalenie pewnych norm i

¹ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 70.

opracowanie środków zapewniających możliwość ich przestrzegania. Ocena wpływu materialnych warunków pracy na postawy pracowników jest na ogół jednoznaczna. Poprawa materialnych warunków pracy zmniejsza absencję, zachorowalność, wypadkowość i fluktuację kadr, a co więcej zwiększa zadowolenie z pracy, a więc w ostatecznym rezultacie poprawia ekonomiczne efekty przedsiębiorstwa.

2. MIKROKLIMAT

2.1. Istota i znaczenie mikroklimatu

Powietrze jest zasadniczym elementem w kontakcie człowieka ze środowiskiem. Zawiera w sobie wiele czynników decydujących o efektywności działania człowieka. Jakość powietrza w środowisku pracy jest bardzo ważna, ponieważ wywiera wpływ na²:

- przebieg funkcji fizjologicznych człowieka;
- samopoczucie pracujących;
- przebieg niektórych procesów technologicznych;
- eksploatację maszyn i urządzeń;
- wydajność pracy i jej bezpieczeństwo.

Postęp techniczny łagodzi w pewnym stopniu wpływ jakości powietrza na przebieg niektórych procesów technologicznych oraz eksploatację maszyn i urządzeń. W rezultacie ciężar zainteresowania ergonomii przenosi się na wpływ jakości powietrza na funkcje fizjologiczne człowieka i jego samopoczucie. Warunki pracy istotnie wpływają bowiem na ilość zużywanego przez człowieka powietrza w procesie pracy. Zużycie powietrza na utrzymanie funkcji biologicznych jest tym większe, im organizm jest bardziej obciążony (tab. 5).

Mikroklimat to zespół elementów meteorologicznych, typowych dla określonego pomieszczenia lub obszaru. Do podstawowych czynników kształtujących mikroklimat środowiska należy zaliczyć:

- temperaturę powietrza;
- wilgotność i ruch powietrza;
- temperaturę otaczających płaszczyzn;
- ciśnienie atmosferyczne w niektórych przypadkach.

² Wojtowicz R., *Zarys ergonomii technicznej*, PWN, Warszawa 1978, str. 97.

Tabela 5

Zależność zużycia powietrza od warunków pracy człowieka

Warunki pracy człowieka	Średnia norma zużycia powietrza w l/ min przy ciśnieniu 760 mm Hg
Całkowity spoczynek	10
Praca lekka – odpoczynek w pozycji siedzącej	20
Praca mało wyczerpująca	30
Praca średnio wyczerpująca	40 – 50
Praca wyczerpująca	60
Praca bardzo ciężka	Do 100

Źródło: Wojtowicz R., *Zarys ergonomii technicznej*, PWN, Warszawa 1978, str. 99.

Czynniki te pozostają we wzajemnej zależności i wywierają wpływ na gospodarkę cieplną organizmu. Optymalne wartości poszczególnych elementów mikroklimatu kształtują się następująco³:

- temperatura powietrza dla organizmu człowieka zmienia się wraz z rodzajem wykonywanej pracy. Generalnie zalecana jest temperatura zawierająca się w przedziale od 16-22 stopni Celsjusza (tab. 6);
- za żelazną regułę można przyjąć wymaganie, aby temperatury otaczających powierzchni nie odbiegały od temperatury powietrza o więcej niż 2-3 stopnie Celsjusza w górę lub w dół. Przekroczenie tych wartości może wywoływać nieprzyjemne samopoczucie osób pracujących w pobliżu tych powierzchni;
- współczesna higiena uznaje, że w pomieszczeniach ogrzewanych pożądana jest wilgotność względna od 30 do 70%, a w przedziale 40 – 50% stwarza dobre samopoczucie mikroklimatyczne. Wilgotność poniżej 30% wywołuje niekorzystne objawy wysuszenia śluzówek oczu i dróg oddechowych. W rezultacie zwiększa się podatność organizmu ludzkiego na choroby o charakterze infekcyjnym i zakaźnym. Wilgotność powyżej 60% sprzyja występowaniu zjawiska korozji na metalowych powierzchniach i niszczeniu galwanicznych powłok. Wilgotność względna 30% występuje przy temperaturach powyżej 23 stopni Celsjusza, 50% - przy temperaturze około 21 – 22 stopni, a 70% - 21 stopni i poniżej;

³ Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 204 i 209-210; Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 78–79; Wojtowicz R., *Zarys ergonomii technicznej*, PWN, Warszawa 1978, str. 105.

Tabela 6

Zależność stanu psychofizycznego człowieka od temperatury powietrza

Temperatura przy 50% wilgotności względnej	Określenie stanu psychofizycznego pracującego człowieka	Skutki wpływu temperatury na człowieka obserwowane w organizacji pracy	Uwagi
15	pełna zdolność	temperatura optymalna	dla pracy bardzo ciężkiej
16			dla pracy ciężkiej w pozycji stojącej
17			dla pracy lekkiej w pozycji stojącej
18			dla pracy lekkiej w pozycji siedzącej
19			
20			
21			
22	dostrzegane zaburzenia psychiczne	uciążliwość	granica komfortu cieplnego
23		podniecenie	
24		trudności utrzymania równowagi	
25		spadek wydajności pracy umysłowej	
26		spadek wydajności pracy umysłowej	
27	zaburzenia psychofizjologiczne	wzrost liczby błędów	granica pojawienia się zaburzeń psychofizjologicznych
28		spadek wydajności prac zręcznościowych	skutki obserwowane w pracy „fizycznej” i „umysłowej”
29			
30	zaburzenia fizjologiczne	wzrost liczby wypadków	granica pojawienia się zaburzeń fizjologicznych
31			
32	zaburzenia fizjologiczne	spadek wydajności pracy ciężkiej	silne obciążenie układu krążenia
33			
34		organizacyjna konieczność regulowania skutków zaburzeń fizjologicznych, np. przez dostarczania płynów i pokarmów	
35		spadek wydajności pracy ciężkiej jak przy temp. 33 stopni, ale w znaczniejszym stopniu obserwowane jest zmęczenie	groźba bardzo szybkiego wyczerpania sił pracownika

Źródło: Wojtowicz R., Zarys ergonomii technicznej, PWN, Warszawa 1978, str. 106.

- ruch powietrza może wpłynąć na odczuwanie temperatury. Prędkość ruchu powietrza w pomieszczeniu, gdzie jest wykonywana praca, powinna być dostosowana do jej rodzaju. Generalnie uznaje się, że optymalny jest ruch powietrza rzędu 0,2 m/s. Przy pracach wymagających przyjęcia postawy nieruchomej przez dłuższy okres (praca siedząca oraz wymagająca precyzji i dokładności wykonania) mniejszy ruch powietrza – 0,1 m/s jest odczuwany jako nieprzyjemny przeciąg, a przy pracach fizycznych (praca stojąca oraz wymagająca dużej siły fizycznej) ruch powietrza przekraczający 0,5 m/s może być w ogóle nie odczuwany.

Każdy człowiek posiada wrodzone możliwości oceny stanu warunków mikroklimatycznych. Gdy wyrażane jest zadowolenie ze środowiska termicznego, to mówimy o komforcie termicznym. Jeżeli przedstawione warunki środowiska termicznego są oceniane jako stwarzające komfort przez ponad 80% ludzi, uważa się je za możliwe do przyjęcia. Niezadowolenie ze środowiska termicznego może powstać wskutek odczucia przez ciało człowieka braku komfortu termicznego, przejawiającego się w postaci:

- dyskomfortu całkowitego (oceny środowiska jako ciepłego lub zimnego);
- dyskomfortu lokalnego (przegrzanie lub nadmierne schłodzenie określonej części ciała);

Biologiczne skutki pracy w gorącym mikroklimacie są następujące⁴:

- udar cieplny, który występuje wskutek przekroczenia możliwości termoregulacyjnych i porażenia ośrodka termoregulacji. Jest najczęściej groźny dla życia, ponieważ wewnętrzna temperatura ciała ludzkiego podnosi się do 41 stopni Celsjusza, co prowadzi do uszkodzenia aktywnych struktur białkowych;
- wyczerpanie cieplne, spowodowane utratą wody i/lub soli wskutek pocenia się, któremu towarzyszą: ogólne osłabienie, zawroty i bóle głowy, chwiejność układu krążenia i nudności;
- odwodnienie, spowodowane niedostatecznym uzupełnieniem wody utraconej przez pocenie się (stąd prawdziwy jest wniosek, że człowiek dlatego pije, bo poci się, a nieprawdziwy, że poci się dlatego, że pije);
- bolesne skurcze mięśni i inne dolegliwości ze strony mięśni, spowodowane zaburzeniem równowagi wodno-elektrolitowej;
- zmiany skórne tzw. potówki, upośledzenie funkcji wydzielania gruczołów potowych oraz stany zapalne, wywołane dodatkową infekcją skóry.

⁴ Uzarczyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: mikroklimat*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 22; Sołtyński D., *Mikroklimat*, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 364.

Wykaz środków zmniejszających obciążenie cieplne spowodowane ciepłem pochodzącym ze źródeł wewnątrz pomieszczeń obejmuje m.in.⁵:

- eliminację narażenia: instalowanie źródeł wysokiej temperatury na zewnątrz budynków lub w pomieszczeniach, gdzie nie przebywają ludzie, zastępowanie źródeł ciepła innymi, wytwarzającymi mniej energii czy pełna automatyzacja stanowiska pracy;
- poziom aktywności i reżim czasu pracy oraz wypoczynku: częściowa automatyzacja stanowisk pracy, koncepcja ergonomiczna stanowisk pracy, zmniejszenie czasu ekspozycji na działanie ciepła, tworzenie brygad, zmianowość pracy zwłaszcza w okresie letnim, zwiększenie czasu odpoczynku w pomieszczeniach klimatyzowanych;
- wymianę ciepła przez promieniowanie: rozmieszczenie maszyn w odstępach, przegradzanie, izolowanie maszyn i urządzeń wytwarzających ciepło, stosowanie ekranów, stosowanie odzieży zabezpieczającej przed promieniowaniem w środowiskach gorących i suchych (skuteczność odzieży wzrasta, gdy części wystawione na promieniowanie są aluminizowane);
- wymiana ciepła przez konwekcję: izolacja maszyn i urządzeń wydzielających ciepło, odświeżanie powietrza (baterie suche lub wilgotne, pompy ciepłne), usprawnienie wentylacji, stosowanie odzieży wentylowanej i schładzanej w warunkach krańcowych oraz regulacja temperatury i wilgotności powietrza;
- wymiana ciepła na drodze parowania potu: eliminacja przecieków pary, zasysanie pary u źródła, stosowanie odzieży wentylowanej i schładzanej w warunkach krańcowych.

Należy bezwzględnie unikać miejscowej utraty ciepła przez nogi lub inne partie ciała, które są w stałym kontakcie z materiałem przewodzącym ciepło. Wywołuje to bowiem zdecydowanie nieprzyjemne uczucie, a poza tym sprzyja powstawaniu chorób takich, jak: zapalenie stawów, reumatyzm itp. Dlatego w miarę możliwości w pomieszczeniach roboczych zaleca się stosowanie dobrze izolującego materiału (korek, drewno, linoleum, filc) do płyt stołowych, części maszyn, dźwigni i narzędzi w miejscach wzajemnego kontaktu oraz podłóg.

⁵ Uzarczyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: mikroklimat*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 106-107.

Biologiczne skutki pracy w zimnym mikroklimacie obejmują⁶:

- zmiany podmrożeniowe i odmrożenia, którym towarzyszy utrata sprawności czynnościowej kończyn górnych i dolnych;
- hipotermię pojawiającą się, gdy temperatura ciała spada poniżej 34 stopni Celsjusza.

Minimalizowanie negatywnych konsekwencji dla organizmu człowieka, występujących podczas pracy w mikroklimacie może przebiegać następująco:

- w temperaturze poniżej 4 st. C pracownicy powinni stosować odzież ciepłochronną;
- w temperaturze poniżej minus 1 stopień C pracownicy powinni używać rękawic chroniących ręce przed odmrożeniem i zapewniających sprawność czynnościową, a siedziska, metalowe uchwyty narzędzi i urządzenia sterownicze powinny być pokryte materiałem termoizolacyjnym (filc, skóra, drewno) maszyny i urządzenia powinny być tak zaprojektowane, aby ich obsługa mogła się odbywać bez zdejmowania rękawic;
- jeśli praca jest wykonywana ciągle w temperaturze minus 7 stopni C lub niższej należy pracownikom udostępnić ogrzane pomieszczenia w pobliżu miejsca pracy, z których powinni korzystać w regularnych odstępach czasu, zależnych od warunków zimnego środowiska;
- w czasie pracy w zimnym środowisku pracownikom należy podawać gorące napoje i posiłki.

Środowisko termiczne jest czynnikiem, który należy uwzględnić przy ocenie kosztu energetycznego pracownika podczas wykonywania obowiązków zawodowych. W ciepłym środowisku termicznym ma miejsce niewielki wzrost wydatku energetycznego, spowodowany wzrostem temperatury ciała. Bardziej wzrasta wydatek energetyczny w zimnym środowisku termicznym, co spowodowane jest pojawieniem się dreszczy, a także noszeniem większej ilości odzieży.

Mimo jednakowych elementów składowych mikroklimatu, ilość oddawania ciepła i odczuwanie dobrego samopoczucia jest różna u poszczególnych osób i zależne od: wieku, płci, stanu zdrowia, kondycji, klimatu zewnętrznego, ubrania, natężenia i rodzaju oraz czasu trwania pracy. Mikroklimat wywiera zatem istotny wpływ na gospodarkę cieplną organizmu, jak również decyduje o wielkości i rodzaju reakcji przystosowawczych.

⁶ Uzarezyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: mikroklimat*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 109-110; Sołtyński D., *Mikroklimat*, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 365.

2.2. Gospodarka cieplna organizmu człowieka

Człowiek jest organizmem stałocieplnym. Ta stała temperatura ciała utrzymywana jest dzięki występowaniu mechanizmów termoregulacyjnych, które pozwalają na wykonywanie pracy w zmiennych warunkach środowiska pracy. Przebieg procesu regulacji temperatury polegający na wymianie ciepła między skórą człowieka a otaczającym ją środowiskiem (najczęściej jest to powietrze) jest zjawiskiem złożonym. Składają się na nią cztery procesy⁷, z których trzy pierwsze stanowią wymianę suchą:

- 1) promieniowanie;
- 2) przewodzenie;
- 3) konwekcja (unoszenie);
- 4) wydzielanie potu i jego parowanie.

Wymiana ciepła przez promieniowanie polega na wymianie ciepła między ludzkim ciałem a otaczającymi ścianami, ciałami i przedmiotami, które pochłaniają lub wypromieniowują ciepło. Ilość wypromieniowanego ciepła zależy przede wszystkim od różnicy temperatury między skórą a przeciętną temperaturą otaczających powierzchni. Temperatura, wilgotność i ruch powietrza nie mają tutaj praktycznego znaczenia. W naszym klimacie otaczające przedmioty przeważnie są chłodniejsze niż skóra, dlatego też ludzkie ciało oddaje codziennie znaczne ilości ciepła przez skórę.

Stopień izolacji budynku jest więc decydujący zarówno latem jak i zimą dla temperatury powierzchniowej otaczających powierzchni. W lecie dobra izolacja ścian powoduje, że stosunkowo mało ciepła napływa do wewnątrz i temperatura powierzchniowa ścian wewnętrznych pozostaje względnie niska. W zimie niewiele ciepła odpływa z wewnątrz na zewnątrz, co powoduje podwyższenie się temperatury powierzchniowej wewnętrznej strony ścian zewnętrznych.

Konwekcja (unoszenie) polega na tym, że cząsteczki powietrza (lub innego ośrodka, np. wody) stykając się ze skórą ulegają ogrzaniu i po chwili unoszą się ku górze. Mogą one również ulec ochłodzeniu, jeśli skóra jest chłodna i wtedy opadają na dół. Przyczyną ruchu cząsteczki powietrza jest zmiana jego gęstości po zmianie temperatury. Tak więc, jeśli skóra ma wyższą temperaturę niż przylegające do niej powietrze, wtedy powstaje w jej pobliżu prąd konwekcyjny z dołu do góry. Jeśli gradient temperatury jest odwrotny,

⁷ Krause M., Termoregulacja organizmu człowieka i obciążenie termiczne, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 4, str. 110-113; Wojtowicz R., *Zarys ergonomii technicznej*, PWN, Warszawa 1978, str. 101, Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 199-200.

to wspomniany prąd jest z góry do dołu. Taki ruch cząsteczek powietrza nazywa się konwekcją naturalną, podczas gdy ruch powietrza pod wpływem działania czynnika zewnętrznego w stosunku do człowieka, np. wentylatora to konwekcja wymuszona. Wymiana ciepła na drodze konwekcji zależy zatem przede wszystkim od różnic temperatury skóry i otaczającego powietrza, jak również od szybkości ruchów powietrza. Wymiana cieplna przez konwekcję wynosi w normalnych warunkach około 25–30% ogólnej wymiany cieplnej.

Oddawanie ciepła przez parowanie potu polega na wiązaniu ciepła przy wyparowaniu potu na skórze. Ilość oddawanego ciepła przez parowanie wody zależy od temperatury powietrza, jak również od wielkości powierzchni ciała, na której paruje pot, i od różnic wilgotności między warstwą powietrza na skórze, a bardziej oddalonym powietrzem otoczenia. Decydujące znaczenie dla tego sposobu oddawania ciepła ma temperatura i wilgotność względna powietrza. Mniejsze znaczenie ma ruch powietrza, który z jednej strony zwiększa zawartość pary wodnej, równocześnie jednak hamuje wydzielanie się potu przez konwekcyjne chłodzenie skóry.

W przeciwieństwie do suchych sposobów wymiany ciepła omówionych wcześniej, wymiana ciepła przez wydzielanie potu ma charakter jednokierunkowy, czyli możliwe jest tylko oddawanie nadmiaru ciepła do otoczenia.

3. PYŁY

W warunkach przemysłowych w bardzo wielu środowiskach pracy spotykamy zanieczyszczenia powietrza, które w zdecydowanej większości przypadków stwarza zagrożenie dla zdrowia i życia człowieka⁸. Zanieczyszczenia te, działając bezpośrednio mogą być przyczyną wielu schorzeń lub pogorszenia stanu zdrowia wskutek zredukowania ilości promieni nadfioletowych. Zadymienie bowiem powoduje ich pochłanianie w ilości od 25% do 50%. Pyły także przyczyniają się do rozpraszania i absorpcji światła. Powodują również zmianę jonizacji powietrza, co pogarsza jego elektrohygieniczny charakter. Pyły mogą być także przyczyną nasilenia się występowania mgieł.

Zasadniczymi źródłami pyłów w środowisku pracy są procesy⁹:

- wytwarzania w procesach produktów, których materiałem lub składnikiem jest pył;
- transportu materiałów pylistych;

⁸ Wojtowicz R., *Zarys ergonomii technicznej*, PWN, Warszawa 1978, str. 113.

⁹ Uzarczyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: zapylenie*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 18; Jankowska E., Więcek E., Pyły, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 448.

- pakowania, odważania i magazynowania materiałów pylistych;
- uboczne skutki stosowanego procesu technologicznego;
- rozdrabniania i kruszenia materiałów;
- mieszania i przesiewania materiałów pylistych;
- spalania paliw i śmieci;
- prac rolniczych;
- zestalania się par metali lub innych związków, np. pyły kondensacyjne;
- pylenia wtórnego (pył zalegający powierzchniowo).

oraz

- pyły wprowadzane do środowiska w wyniku działania wentylacji lub występowania infiltracji powietrza;
- personel wykonujący pracę w tych pomieszczeniach.

Zanieczyszczone powietrze w pomieszczeniach pracy jest wchłaniane do organizmu człowieka trzema drogami¹⁰:

- przez skórę. Przenikanie zachodzi wtedy, gdy pył jest rozpuszczalny w tłuszczach. Ten sposób przedostawania się pyłów ma charakter marginalny, ale nawet mechaniczne oddziaływanie powoduje zakłócenie czynności fizjologicznych skóry;
- przez przewód pokarmowy. Przedostają się w ten sposób niewielkie ilości pyłów. Jeśli pył nie reaguje z sokami żołądkowymi i nie daje połączeń toksycznych, to jego działanie nie jest specjalnie groźne. Tłumaczy się to stosunkowo małą powierzchnią stykania, zapewniającą przenikanie pyłów do ustroju. Wchłanianie odbywa się w sposób przypadkowy poprzez połknięcie dużej dawki lub w sposób długotrwały, poprzez ciągłe przyjmowanie małych dawek;
- przez układ oddechowy, który jest najbardziej niebezpieczną drogą atakowania organizmu człowieka. Zapotrzebowanie organizmu człowieka na ilość powietrza w środowisku pracy wzrasta w miarę zwiększania się uciążliwości wykonywanej pracy. Człowiek dorosły w stanie spoczynku wdycha około 5 litrów powietrza na minutę, a człowiek pracujący, około 20 litrów lub więcej. Ponadto powierzchnia pęcherzyków płucnych wynosi od 90 do 100 m². Pyły rozpuszczalne w cieczach fizjologicznych mają więc dobre warunki dla przenikania bezpośrednio do krwi.

Do płuc mogą przedostać się tylko pyły unoszące się w powietrzu, a o ich stopniu szkodliwości decydują następujące czynniki¹¹:

- wymiary ziarna pyłu;
- kształt ziarna pyłu;
- rodzaj pyłu;

¹⁰ *Substancje i preparaty chemiczne – identyfikacja i ocena zagrożeń*, CIOP, Warszawa 2002, część RC, uzupełnienie D.

¹¹ Wojtowicz R., *Zarys ergonomii technicznej*, PWN, Warszawa 1978, str. 113.

- stężenie zapylenia;
- czas działania zapylenia;
- czynniki wewnętrzne, zależne od układu oddechowego.

Klasyfikacja oparta na biologicznych właściwościach pyłu przemysłowego pozwala na poznanie sposobów jego oddziaływania na organizm człowieka.

Wyróżnia się¹²:

- pyły o działaniu drażniącym, które obejmują takie substancje jak węgiel, żelazo, karborund, szkło, aluminium, związki baru. Substancje te wdychane do płuc z powietrzem zostają częściowo składowane w układzie limfatycznym oraz w płucach. Nie zwiększają one predyspozycji organizmu człowieka w kierunku gruźlicy płuc i innych chorób o charakterze infekcyjnym, a także nie powodują czynnościowego uszkodzenia płuc. Wywołują natomiast podrażnienie mechaniczne błony śluzowej dróg oddechowych;
- pyły o działaniu zwłókniającym, do których należą takie substancje jak krystaliczne formy dwutlenku krzemu: kwarc, krystobalit, trydynamit oraz krzemiany np.: azbest, kaolin, pył z kopalni węgla lub rud żelaza. Związki te prowadzą do uszkodzenia układu oddechowego i krążenia. Zwiększają one predyspozycje ustroju ludzkiego w kierunku gruźlicy i innych chorób o charakterze infekcyjnym, jak również w kierunku nowotworów układu oddechowego (azbest), a także pylicy płuc, krzemienicy czy rozedmy płuc;
- pyły o działaniu uczulającym, mające pochodzenie organiczne: bawełny, wełny, konopi, lnu, drewna, sierści, jedwabiu itp. oraz niektóre pyły pochodzenia chemicznego: pyły leków i niektórych metali jak: arsenu, miedzi, chromu. Zwiększają one też predyspozycje organizmu ludzkiego w kierunku chorób pochodzenia infekcyjnego oraz są przyczyną anatomicznego i czynnościowego uszkodzenia narządu oddechowego i krążenia;
- pyły o działaniu toksycznym: związki arsenu, cynku miedzi. Najczęściej pyły te zostają wyłączone z problematyki pyłochłonnych uszkodzeń zdrowia, ponieważ nie pozostają one długo w formie cząsteczek stałych w płucach. Ich działanie, typowe dla trucizn omawia się w odpowiednich rozdziałach toksykologii przemysłowej.

¹² Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 107; Jankowska E., Więcek E., Pyły, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 450.

Eliminację lub ograniczenie narażenia pracowników na pyły można osiągnąć m.in. przez¹³:

- takie usytuowanie stanowisk pracy i maszyn, aby pył nie przedostawał się na inne stanowiska pracy;
- zastosowanie rozwiązań technicznych, uniemożliwiających przedostawanie się pyłu do innych pomieszczeń pracy;
- zastosowanie pokryć ochronnych, uniemożliwiających absorpcję i gromadzenie się pyłów na ścianach, sufitach i innych elementach;
- zastosowanie wyciągów miejscowych przy urządzeniach, z których mogą wydostawać się pyły;
- stosowanie mokrych procesów technologicznych;
- stosowanie odpowiedniej wentylacji ogólnej;
- skracanie czasu narażenia pracowników;
- zakaz spożywania i przechowywania posiłków na stanowiskach pracy.

Na terenie zurbanizowanym coraz większego znaczenia nabierają rośliny zielone jako naturalne czynniki oczyszczające powietrze¹⁴. Zieleń spełnia funkcje filtrujące i absorbcyjne. Dzieje się tak, ponieważ 1 ha lasu to 60 ha powierzchni liści zdolnych do zatrzymywania znacznych ilości pyłów. Oczyszczanie liści następuje samoczynnie podczas opadów atmosferycznych. Zieleń spełnia też ważną rolę sanitarną i higieniczną na terenach zurbanizowanych przy jednoczesnej wysokiej koncentracji przemysłu. Jak znaczny jest wpływ roślinności na oczyszczanie powietrza wskazują liczne wyniki badań. Zanieczyszczenie powietrza spowodowane H₂S i CO₂ po przejściu przez 500 m odcinek 20-letniego lasu obniża się do poziomu 1/3 w porównaniu do stężenia wyjściowego. Natomiast na terenie niezadrzewionym, stężenie tych samych gazów zmniejsza się tylko o połowę na przestrzeni 1 500 m.

4. OŚWIETLENIE

Kontakt człowieka z otoczeniem odgrywa ważną rolę w organizacji pracy, ponieważ około 80% informacji jest odbieranych przez narząd wzroku, a pozostałe 20% przez zmysł słuchu, dotyku i pozostałe. Do powstania prawidłowego kontaktu potrzebny jest sprawny organ wzroku i określone warunki świetlne.

¹³ Uzarczyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: zapylenie*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 78-79.

¹⁴ Wojtowicz R., *Zarys ergonomii technicznej*, PWN, Warszawa 1978, str. 143.

Aby oko mogło wykonywać swoją funkcję, powinno przekazywać obraz otaczającej rzeczywistości. W szczególności istotne znaczenie ma wyraźne widzenie kolorów, obrazów i kształtów, a także możliwość ustalenia odległości. Sprawność oka określana jest przez¹⁵:

- ostrość widzenia, czyli zdolność rozpoznawania najmniejszych przedmiotów lub płaszczyzn. Rozróżnia się ostrość rozdzielczą (osobne postrzeganie blisko leżących siebie przedmiotów) i wrażliwość na kształty;
- szybkość rozróżniania, rozumianą jako okres czasu, który upływa od momentu pojawienia się przedmiotu w polu widzenia do jego dostrzeżenia. Szybkość postrzegania jest tym większa, im wyższy jest średni poziom luminacji¹⁶ oraz im wyraźniejsze są różnice luminacji między przedmiotem a jego otoczeniem;
- wrażliwość kontrastową, czyli zdolność postrzegania różnic jasności między obiektami w przestrzeni lub między częściami obserwowanego przedmiotu.

Elementy wzrokowego wartościowania mogą zmieniać się w zależności od charakteru wykonywanej pracy. W zasadzie nie ma możliwości wyśrodkowania ujednoczonych wymagań ważnych dla wszystkich stanowisk pracy. Z tego względu zasadnicze elementy wzrokowego wartościowania przedstawione są w zależności od najczęściej spotykanych warunków pracy (mają charakter wytycznych).

Optymalne warunki świetlne określa się zatem w formie współzależności względem następujących czynników¹⁷:

- dostatecznego natężenia światła;
- wystarczającej równomierności oświetlenia;
- prawidłowego rozkładu cieni;
- właściwej barwy światła;
- stałości strumienia świetlnego;
- brak zjawiska olśnienia.

¹⁵ Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 141.

¹⁶ Luminacja jest miarą jasności powierzchni. Wrażenie jasności świecących powierzchni jest proporcjonalne do luminacji wypromieniowanego przez nie światła. Ponieważ luminacja odpowiada wypromieniowaniu światła przez powierzchnię, w wypadku ścian, mebli i innych przedmiotów zależy ona w znacznym stopniu od współczynnika odbicia oświetlonych powierzchni. Jeśli chodzi o źródła światła, to decyduje natężenie światła punktu świetlnego. Miarą luminacji jest apostilb (asb) lub stilb (sb). Do określania luminacji ścian, mebli i innych nie świecących samodzielnie przedmiotów najczęściej służy apostilb, dla świecących zaś stilb., w: Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 131.

¹⁷ Wojtowicz R., *Zarys ergonomii technicznej*, PWN, Warszawa 1978, str. 163.

W określonych sytuacjach można także brać pod uwagę dodatkowe okoliczności¹⁸:

- współczynnik odbicia (kolor i tworzywo) przedmiotu pracy i otoczenia;
- różnice w stosunku do naturalnego oświetlenia dziennego;
- konieczność używania sztucznego oświetlenia w ciągu dnia;
- wiek zatrudnionych osób.

Ten ostatni czynnik ma większe znaczenie niż się ogólnie uważa. Według Fortuina potrzeby wieku można określić następującymi liczbami: jeżeli potrzebę oświetlenia książki z dobrym drukiem dla 40-letniego czytelnika przyjmiemy za 1, wówczas w zależności od wieku zapotrzebowanie na światło wynosi:

Tabela 7

Zmiany zapotrzebowania na oświetlenie ze względu na wiek człowieka

Wiek w latach	Zapotrzebowanie na światło
10 – 20	0,3 – 0,5
20 – 30	0,5 – 0,7
30 – 40	0,7 – 1,0
40 – 50	1,0 - 2,0
50 - 60	2,0 – 5,0

Źródło: Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 148.

Jak wynika z tabeli 7, 60-letnia osoba potrzebuje do czytania wyraźnego druku 15 razy więcej światła niż dziecko w wieku szkolnym i 10 razy tyle, co pracownik w wieku od 20 do 30 lat.

Ilościowy i jakościowy stan oświetlenia warunkuje dwie funkcje narządu wzroku odgrywające dużą rolę w procesach pracy:

- zdolność akomodacji;
- stopień adaptacji.

Zdolność akomodacji (zwana inaczej nastawnością) jest jedną z podstawowych właściwości narządu wzroku¹⁹. Akomodacja to zdolność oczu do wyraźnego, ostrego widzenia przedmiotów, znajdujących się w przestrzeni w różnych odległościach od oczu, pomiędzy punktem dali a bliży wzrokowej. Możliwość przystosowania się oczu do widzenia ostrego z różnych odległości wiąże się ze zmianą krzywizny soczewki. Soczewka może zwiększać swoją

¹⁸ Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 135.

¹⁹ Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 135-137; Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 87.

łamlliwość w znacznym stopniu w wieku dziecięcym, ale umiejętność ta zanika w miarę starzenia się człowieka. W efekcie punkt bliży oddala się coraz bardziej od oka, a punkt dali w zasadzie pozostaje nie zmieniony, czyli różnica pomiędzy tymi punktami zmniejsza się, by około 70. roku życia osiągnąć 0. Odległość punktu bliży w zależności od wieku przedstawia tabela 8.

Tabela 8

Położenie punktu bliży ze względu na wiek człowieka

Wiek	Punkt bliży w cm
do 16 lat	8
16 – 32	12,5
32 – 44	25
44 – 50	50
50 – 60	100

Źródło: Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 136.

Procesowi akomodacji sprzyja kontrast barw przedmiotów oraz tła, na którym są umieszczone. Zjawisko akomodacji i jego zmiany z upływem czasu odgrywają istotną rolę przy planowaniu stanowiska pracy, na którym znajdują się urządzenia sygnalizacyjne lub informacyjne.

Inną, ważną umiejętnością narządu wzroku jest adaptacja wzroku, pozwalająca na prawidłowe funkcjonowanie narządu wzroku w zależności od zmian warunków oświetlenia, a przede wszystkim jaskrawości światła, ponieważ zmianie oświetlenia towarzyszy zmiana jasności różnie zabarwionych przedmiotów. Rozróżnia się²⁰:

- 1) adaptację do ciemności;
- 2) adaptację do światła.

Adaptacja oka do ciemności trwa 30 minut, a największe zmiany zachodzą w ciągu pierwszych 8-10 minut. Całkowita adaptacja do ciemności trwa około 50-60 minut. Obniżenie się czułości wzroku jest tym szybsze, im wyższa jest jaskrawość, do której dostosowuje się narząd wzroku. Natomiast przejście z pomieszczenia ciemnego do jasnego przebiega odmiennie. Największe tempo adaptacji narządu wzroku występuje w ciągu pierwszych 2-3 minut, a bezwzględny próg pobudliwości osiąga najwyższy poziom po 8-10 minutach. Nagła zmiana warunków oświetlenia w czasie przejścia z ciemności do jasnego światła wywołuje w pierwszym momencie zjawisko olśnienia, które z punktu widzenia fizjologii jest poważnym zaburzeniem zdolności adaptacyjnych siatkówki. Olśnienie powoduje bowiem obniżenie wrażliwości siatkówki,

²⁰ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 85-86.

często powodując całkowitą utratę możliwości rozróżniania przedmiotów i postrzegania zmian zachodzących w otoczeniu. Możemy rozróżnić następujące rodzaje oślnienia²¹:

- oślnienie względne, spowodowane wysoką jaskrawością kontrastów między różnymi częściami pola widzenia;
- oślnienie całkowite, zachodzące wówczas gdy jaskrawość źródła światła jest tak silna, że oko nie może się do niej zaadaptować;
- oślnienie adaptacyjne, będące przejściowym efektem w okresie przystosowania się oczu do zmiany światła.

Opisane stany mają duże znaczenie przy wykonywaniu pracy z dalekiej i bliskiej odległości. Dobrze wdrożone zasady ergonomiczne pozwalają na uniknięcie problemów, związanych ze zjawiskiem oślnienia i przystosowania się oczu do światła. Niewłaściwe rozwiązania oświetlenia miejscowego i ogólnego na stanowisku pracy prowadzą do zmęczenia oczu i zmęczenia ogólnego.

Najważniejsze zasady racjonalnego oświetlenia miejsca pracy, których przestrzeganie zapewnia optymalne wykorzystanie narządu wzroku w procesach pracy dotyczą²²:

- dostatecznego natężenia oświetlenia oraz rodzaju i barwy światła, które należy dostosować do rodzaju wykonywanej pracy. Wybrane przykłady zalecanych wartości natężenia oświetlenia według Polskiej Normy przedstawia tabela 9;
- zapewnienia takiego oświetlenia pomieszczenia pracy, żeby w polu widzenia człowieka zachować jednakową jasność przez cały czas pracy. W tym celu należy stosować urządzenia rozpraszające lub kierować promieniowanie świetlne na sufit dla uzyskania światła pośredniego;
- źródeł światła, które powinny być tak rozmieszczone, aby w polu widzenia pracownika nie powodować zjawiska oślnienia. Dlatego należy osłaniać lub usuwać z pola widzenia przedmioty błyszczące (chromowane, niklowane i polerowane), stosować oświetlenie pośrednie lub łagodne przejścia zmiany oświetlenia w miejscu pracy;
- zapewnienia stałości oświetlenia, która oznacza, że źródło światła nie powinno charakteryzować się drganiem i wahaniami;

²¹ Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 140.

²² Górka E., Tytyk E., *Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Materiały pomocnicze do ćwiczeń projektowych*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1996, str. 88-89.

Tabela 9

Wykaz wybranych przykładowych czynności, pomieszczeń lub urządzeń i przypisanych im najmniejszych wymaganych wartości natężenia oświetlenia

Najmniejsze dopuszczalne średnie natężenie oświetlenia w lx	Rodzaje czynności lub pomieszczenia
10	ogólna orientacja w pomieszczeniach
20	orientacja w pomieszczeniach z rozpoznaniem średniej wielkości, jak np. rysów twarzy ludzkiej oraz: - piwnice i strychy; - składowanie materiałów jednorodnych lub dużych;
50	krótkotrwale przebywanie połączone z wykonywaniem prostych czynności, np.: - urządzenia produkcyjne bez obsługi ręcznej; - przygotowywanie pasz; oraz: - korytarze i schody; - sale kinowe podczas przerw; - magazynowanie towarów różnych, przy których zachodzi konieczność poszukiwania;
100	praca nieciągła i czynności dorywcze przy bardzo ograniczonych wymaganiach wzrokowych, np.: - urządzenia technologiczne sporadycznie obsługiwane, obsługa kotłów centralnego ogrzewania; - miejsca obsługi codziennej, mycie i czyszczenie samochodów w garażach; oraz - pomieszczenia sanitarne; - hole wejściowe;
200	praca przy ograniczonych wymaganiach wzrokowych, np.: - mało dokładne prace ślusarskie i praca na obrabiarkach do metali; - wyrób akumulatorów, kabli, nawijanie cewek grubym drutem; oraz - jadalnie, bufety, świetlice; - sale gimnastyczne, aule, sale zajęć ruchowych w szkołach; - portiernie;

300	praca przy przeciętnych wymaganiach wzrokowych, np.: - średnio dokładne prace ślusarskie i prace na maszynach do metali; - łamanie bel (rozwijanie), zgrzeblenie; - szpachlowanie, lakierowanie; - łatwe prace biurowe z dorywczym pisaniem na maszynie;
500	praca przy dużych wymaganiach wzrokowych, np.: - dokładne prace ślusarskie i prace na maszynach do metali; - ręczne rytownictwo; - repasacja, szycie i drukowanie tkanin; - druk ręczny i sortowanie papieru;
750	długotrwała i wyteżona praca wzrokowa, np.: - bardzo dokładne prace ślusarskie i prace na maszynach do metali; - szlifowanie szkieł optycznych i kryształów; - oczyszczanie, wyskubywanie węzłków, wypruwanie, naprawianie usterek w przemyśle włókienniczym; - prace kreślarskie;
1 000	długotrwała i wyjątkowo wyteżona praca wzrokowa, np.: - montaż najmniejszych części i elementów elektronicznych; - kontrola wyrobów włókienniczych.

Dla czynności lub pomieszczeń, w których wymaga się natężenia oświetlenia wykraczającego poza podany w tablicy zakres 10-1 000 lx (np. dozór nocny, operacje chirurgiczne) wartości natężenia oświetlenia podano w załącznikach.

Źródło: Polska Norma PN-84/E-02033: Oświetlenie wewnątrz światłem elektrycznym.

- ❑ takiego korzystania z oświetlenia dziennego, by zapewnić światło padające z boku, najlepiej z lewej strony w przypadku osób praworęcznych. Wyjątkiem od tej reguły są stanowiska pracy, wymagające precyzji i dokładności wykonywania czynności roboczych, np. prace zegarmistrzowskie. Nie należy ustawiać stanowisk pracy przodem do okna;
- ❑ oświetlenie stanowisk pracy i otoczenia powinno podkreślać estetyczne walory kompozycji przestrzennej i barwnej;
- ❑ ważnym czynnikiem w rozróżnianiu przedmiotów i ich szczegółów jest kolorystyka stanowiska roboczego. Kontrasty barwne, czyli różnica barw między poszczególnymi częściami przedmiotów oraz między nimi a tłem powinna pozwalać na czytelne odczytanie elementów, decydujących o bezpieczeństwie oraz znaków informacyjnych. Kontrasty barwne według malejącej czytelności sygnału (tab. 10).

Tabela 10

Kontrasty barwne według malejącej czytelności sygnału

Kolejność	Kolor znaku	Kolor tła
1.	czarny	żółte
2.	zielony	białe
3.	czerwony	białe
4.	niebieski	białe
5.	biały	niebieskie
6.	czarny	białe
7.	żółty	czarne
8.	biały	czerwone
9.	biały	zielone
10.	biały	czarne
11.	czerwony	żółte
12.	zielony	czerwone
13.	czerwony	zielone

Źródło: Górska E., Tytyk E., Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Materiały pomocnicze do ćwiczeń projektowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1996, str. 89.

Poprawne oświetlenie daje następujące korzyści²³:

- umożliwia uzyskanie najwyższego pod względem ilości i jakości poziomu produkcji i usług;
- zmniejsza ryzyko wypadku;
- zmniejsza procent braków w wyrobach;
- zapobiega potrzebie natężania wzroku, a zarazem jego przedwczesnemu osłabieniu;
- sprzyja utrzymaniu czystości i porządku w pomieszczeniach pracy;
- ułatwia eksploatację oraz konserwację maszyn i urządzeń produkcyjnych;
- przyczynia się do usprawnienia transportu wewnątrzzakładowego;
- ułatwia właściwe rozróżnianie barw w otoczeniu;
- pozytywnie wpływa na ogólne samopoczucie pracowników oraz zapewnia im wygodę.

W większości pomieszczeń stosuje się dwa rodzaje oświetlenia światłem naturalnym: górne i boczne. Oświetlenie górne stosowane jest w budynkach parterowych (nie należy stosować w biurach i pomieszczeniach o niewielkiej powierzchni, których wysokość wynosi poniżej 3 m) lub na ostatnich piętrach budynków wielokondygnacyjnych. Oświetlenie górne stanowią różnego rodzaju

²³ Uzarczyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: oświetlenie*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 25.

światliki: trapezowe, trójkątne, latarniowe, wklęsłe i szedowe. Oświetlenie boczne stosowane jest w pomieszczeniach o niewielkiej głębokości, których konstrukcja umożliwia instalację okien. Należy zwrócić uwagę, aby wielkość okien w stosunku do podłogi pozostawała w proporcji²⁴:

- 1: 5 przy pracach precyzyjnych;
- 1: 7 przy pracach średnio dokładnych;
- 1: 10 przy pracach nie wymagających precyzji.

Przy ustalaniu wielkości okien należy dodatkowo brać pod uwagę wiele czynników, które mają wpływ na ilość i jakość światła, a przede wszystkim rodzaj i liczbę szyb, nachylenie szyb, kolor ścian i sufitów, położenie i wysokość budynków sąsiednich. Odległość między budynkami stojącymi naprzeciw nie powinna być mniejsza niż dwukrotna wysokość budynku. Pomieszczenia do pracy mogą być oświetlane wyłącznie światłem sztucznym w przypadkach uzasadnionych względami technologicznymi oraz gdy jest niewskazane oświetlenie światłem dziennym lub gdy jest to niemożliwe (kraje położone w pobliżu koła polarnego). Okna powinny być zawsze zaopatrzone w dające się regulować żaluzje lub w pochłaniające światło zasłony, aby zapobiec powstawaniu nadmiernych kontrastów w wyniku nadmiernego oświetlenia słonecznego, a także nadmiernemu nagrzeniu się pomieszczenia.

Źródło światła nie powinno znajdować się za głową pracownika (siedzenie tyłem do okna jest niewłaściwe), ale też w żadnym wypadku nie może być umieszczone na wprost oczu. Promienie świetlne powinny padać z lewej strony, przy czym kąt między linią ich padania a linią wzroku nie powinien być mniejszy niż 30°. Zaleca się, aby kąt ten wynosił przynajmniej 60°, gdyż dopiero w tych warunkach źródło światła znajduje się poza polem widzenia²⁵. Wyjątkiem od tej zasady są miejsca pracy, wymagające optycznego kontrolowania bardzo małych przedmiotów, jak np.: zegarmistrza. Przy takich pracach konieczne jest światło padające z przodu, toteż miejsca pracy często znajdują się naprzeciwko okna. W miejscach, na które pracująca osoba najczęściej spogląda nie powinny znajdować się²⁶:

- jasne okna,
- oślepiające, białe ściany obok ciemnych podłóg;
- ciemna tablica na białej ścianie;
- odbijające światło stoły;
- ciemna maszyna do pisania na białej podkładce;
- błyszczące części maszyny lub powierzchnia pola pracy.

²⁴ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 89.

²⁵ Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985., str. 72.

²⁶ Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 151.

Ponieważ o jasności płaszczyzn decyduje współczynnik odbicia światła, podstawowe znaczenie ma dobór barwy materiałów, z których wykonane są ściany i meble. Dla wnętrz można polecić następujące współczynniki odbicia²⁷:

- sufit : 80 – 90%;
- ściany: 40 – 60%;
- podłoga: 20 - 40%;
- meble: 25 – 45%;
- maszyny i przyrządy: 30 – 50%.

5. BARWY

Z oświetleniem wiąże się problematyka stosowania barw w pomieszczeniach pracy. Barwy działają na organizm człowieka nie tylko estetycznie, ale także psychologicznie i fizjologicznie. Znaczenie walorów estetycznych wyrobu czy obiektu technicznego polega na stymulowaniu i podsycaniu aktywności człowieka, tworzeniu dobrego nastroju, rozpraszaniu monotonii i nudy oraz na oddziaływaniu antyzmęczeniowym na organizm człowieka. Działania takie czynią wysiłek subiektywnie lżejszym, wzmacniając poczucie komfortu²⁸ (tab. 11).

Osiągnięcie powyższych efektów stosowania barw może ułatwić przestrzeganie następujących zasad praktycznych²⁹:

- nie stosować zbyt wielu barw w jednym pomieszczeniu;
- w pomieszczeniach o małych rozmiarach stosować barwy jasne, mało nasycone, które optycznie powiększają przestrzeń;
- pomieszczenia bardzo duże dzielić za pomocą akcentów kolorystycznych na mniejsze części;
- w pomieszczeniach, gdzie wykonuje się prace wymagające koncentracji wskazane jest stosowanie kolorów odprężających: jasnozielonego lub jasnoniebieskiego;
- przy pracy monotonnej zaleca się malowanie dużych płaszczyzn na kolor żółty oraz stworzenie kilku elementów barwnych, działających ożywczo, przyciągających wzrok;

²⁷ Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 151.

²⁸ Talejko E., *Od czego zależy samopoczucie człowieka i jego psychiczna zdolność do pracy*, PWN, Warszawa 1977, str. 33-35.

²⁹ Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 165.

Tabela 11

Oddziaływanie barw na organizm człowieka

Barwa	Wpływ na odczuwanie				Działania psychologiczne
	przestrzenne	temperatury	wilgotności	hałasu	
czerwona	przybliżający	ciepło	sucho	głośno	silnie pobudza umysłowo, przyspiesza oddychanie, tętno i reakcje mięśni, kojarzy się z zagrożeniem, wywołuje nerwowość;
pomarańczowa	bardzo przybliżający	ciepło	sucho	głośno	nastraja pogodnie, zachęca do działania, pobudza do wytrzymałości, poprawia samopoczucie;
żółta	podwyższający	ciepło	sucho	brak	ożywia, nastraja pogodnie, wzbudza aktywność, inwencję, wzmacnia siłę woli, przeciwdziała ociążałości fizycznej, sprzyja pracy umysłowej;
zielona	oddalający	chłodno	wilgotno	cicho	działa łagodząco i uspokajająco, wzmacnia cierpliwość, wpływa na wzrok kojąco, podtrzymuje aktywność, sprzyja pracy koncepcyjnej;
niebieska	oddalający	zimno	wilgotno	cicho	uspokaja, obniża tętno, sprzyja koncentracji umysłowej, zmniejsza napięcie nerwowe;
fioletowa	bardzo zbliżający	zimno	brak	brak	agresywna, niepokojąca, zniechęcająca;
brązowa	bardzo zbliżający	neutralny	brak	brak	pobudzająca;
biała	oddalający	brak	brak	brak	nużąca;
czarna	zbliżający	ciepło	brak	brak	działanie wypoczynkowe lecz przygnębiające.

Źródło: Grandjean E., Fizjologia pracy. Zarys ergonomii, PZWL, Warszawa 1971, str. 164; Talejko E., Od czego zależy samopoczucie człowieka i jego psychiczna zdolność do pracy, PWN, Warszawa 1977, str. 42-43.

- w pomieszczeniach pracy personelu kierowniczego należy wykorzystać do malowania ścian całą gamę odcieni koloru żółtego lub pomarańczowego, które zachęcają do wysiłku umysłowego;
- maszyny, sprzęt i wyposażenie pomocnicze powinny być pomalowane na kolory spokojne, obojętne (szarozielone, szaroniebieskie, beżowe), które dają się w sposób harmonijny wkomponować w każdą całość.

W praktyce barwy pełnią również funkcję informacyjno-ostrzegawczą. Rangę i znaczenie tej funkcji dla procesów pracy podkreśla fakt, że wykorzystanie kolorów w tym celu jest określone przepisami prawnymi³⁰:

- czerwona – sygnalizuje zatrzymanie, stop i zakaz, np.: znak stopu, znaki zakazu i wyłącznik awaryjny;
- żółta – ostrzega przed możliwością wystąpienia niebezpieczeństwa, np.: niebezpieczne przejścia, progi czy przeszkody, a także przed zagrożeniem pożarem, promieniowaniem lub działaniem środków chemicznych;
- zielona – sygnalizuje bezpieczeństwo i pierwszą pomoc, np.: drogi ewakuacyjne i stanowiska udzielania pierwszej pomocy;
- niebieska – informuje o nakazie, np.: obowiązek stosowania środków ochrony indywidualnej i służy jako tło dla tablic informacyjnych.

6. HAŁAS

Hałas oznacza dźwięki, które przeszkadzają lub utrudniają wykonywanie pracy bądź w danym miejscu i czasie są niepożądane i szkodliwe dla zdrowia³¹. Największy związek z fizjologicznym i psychologicznym działaniem hałasu na organizm ludzki mają³²:

- częstotliwość dźwięku, mierzona w hercach (Hz);
- natężenie dźwięku, mierzone w decybelach (Db);
- głośność dźwięku, wyrażona w fonach.

Częstotliwość dźwięku określa liczbę drgań źródła dźwięku na sekundę. Człowiek słyszy dźwięki, których częstotliwość mieści się w granicach 16–20 000 Hz. Dźwięki o częstotliwości poniżej 16 Hz to infradźwięki, a powyżej 20 000 Hz należą do ultradźwięków.

Fala akustyczna jest rozchodzącym się w sposób falowy zaburzeniem ośrodka sprężystego (powietrze, woda, stal, drewno). Zaburzenie to

³⁰ *Projektowanie miejsc pracy. Postępowanie, metody i wiedza techniczna*, CIOP, Warszawa 2002, str. 82-83.

³¹ Augustyńska D., Engel Z., Kaczmarek-Kozłowska A., Koton J., Mikulski W., Hałas, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 115.

³² Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 95.

spowodowane jest lokalnymi zmianami ciśnienia. Wrażenie słuchowe zatem jest wytwarzane przez periodyczną zmianę ciśnienia akustycznego w stosunku do ciśnienia statycznego powietrza. Szeroki zakres ciśnień akustycznych spotykanych w środowisku sprawił, że w praktyce posługujemy się pojęciem poziomym i określamy poziom natężenia dźwięku (intensywność wrażenia słuchowego). Jednostką poziomu dźwięku jest decybel (dB). Zakres pełnej słyszalności organizmu człowieka zawiera się pomiędzy progiem słyszalności, któremu odpowiada natężenie dźwięku 0 Db, a progiem bólu – 130 DB³³.

Intensywność wrażenia zmysłowego narządu słuchu zależy nie tylko od natężenia, ale i od jego częstotliwości. Opracowując skalę subiektywną tzw. fonową skalę natężenia dźwięku, jako punkt odniesienia przyjęto działanie dźwięku o określonej częstotliwości (1 000 Hz). Skala subiektywna obejmuje pełen zakres częstotliwości dźwięków słyszalnych. Skala ta opracowana jest na podstawie badań doświadczalnych, w wyniku których stwierdzono, że dwa różne dźwięki, o rozmaitych częstotliwościach, ale jednakowym natężeniu, wywołują różne wrażenia subiektywne, wyczuwalne przez narząd słuchu człowieka.

Ze względu na środowisko występowania hałas można podzielić na³⁴:

- przemysłowy, spowodowany technologicznymi procesami;
- komunalny, występujący w pomieszczeniach mieszkalnych pochodzenia zewnętrznego;
- komunikacyjny, wywołany przez środki transportu.

Przykłady typowych źródeł dźwięku i orientacyjne poziomy hałasu przez nie emitowanego podano w tabeli 12.

Ogromne znaczenie w ocenie wpływu hałasu przypada także na odczuwanie jego subiektywnej dokuczliwości. Musi być ono rozstrzygającym kryterium dla rozwoju technicznych środków zaradczych i przy ustalaniu środków administracyjnych wpływu dokuczliwości. Istnieją duże różnice wrażliwości indywidualnej na hałas i dlatego też w przemyśle zdecydowanie hałaśliwych można spotkać robotników, którzy nawet po wieloletnim przebywaniu w hałasie nie wykazują ubytków słuchu.

³³ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 95; Uzarczyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: hałas*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 27.

³⁴ Uzarczyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: hałas*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 24.

Tabela 12

Źródła i poziomy hałas występujące w środowisku

Poziom dźwięku w dB	Środowisko występowania hałasu			
	Otoczenie	Przemysł	Rolnictwo	Komunikacja
10	szmer liści			
20	szept			
40	rwanie papieru, szmer w mieszkaniu, hałas w czytelniku			
50	cicha ulica			
60	rozmowa			samochód osobowy
70		piece grzewcze		tramwaj, autobus, trolejbus
80	ruchliwa ulica	warsztaty, narzędzia elektryczne, spawanie elektrodowe, tokarki	ciągniki	samochód ciężarowy, pociąg
90		spawanie elektrodowe, przędzalnie, piły do drewna, heblarki, szlifierka ręczna, frezarka, piła taśmowa	młockarnie	helikoptery, motocykle
100	orkiestra	maszyny dziewiarskie, zgrzeblarki, grubościówki, traki, kompresorownie	rozdrabniacze, dmuchawy, kombajny	
110		młyny kulowe, walcownie, hale dmuchaw, krosna		
120		narzędzia pneumatyczne, młotownie		

Źródło: Uzarczyk A., Zbiegała W., Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: hałas, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 25.

Choroby narządu słuchu są na pierwszym miejscu pod względem liczby przypadków zachorowań zawodowych na terenie Polski. Zawodowe uszkodzenie słuchu (głuchota zawodowa), czyli trwałe, nie dające się zrehabilitować inwalidztwo, wnosi do krajowej statystyki chorób zawodowych około 3 000 nowych przypadków rocznie, co stanowi około 1/3 zarejestrowanych przypadków³⁵.

Uszkodzenie słuchu jest kalectwem nieodwracalnym i postępującym z upływem czasu w wyniku nakładania się upośledzenia zawodowego z ubytkami słuchu, spowodowanymi procesami starzenia się. Naturalne ubytki słuchu spowodowane procesem starzenia się przedstawiono w tabeli 13.

Tabela 13

Naturalne ubytki słuchu ze względu na wiek człowieka

Wiek w latach	Naturalne ubytki słuchu w dB
20	1,0
30	7,5
40	12,5
50	18,0
60	27,5
70	36,5
80	44,0

Źródło: Uzarczyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: hałas*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 21.

Wielkość ubytków słuchu, spowodowanych hałasem zależy od warunków narażenia, które są określone przez³⁶:

- poziom natężenia hałasu;
- skład widmowy hałasu;
- przebieg czasowy hałasu (impulsowy, ciągły, przerywany);
- czas trwania ekspozycji;
- czas narażenia na hałas w latach.

Wartości tych parametrów decydują o tym, czy dany hałas jest bezpieczny dla zdrowia pracownika i czy pozwala na realizację funkcji pracowniczych na danym stanowisku pracy.

³⁵ Augustyńska D., Engel Z., Kaczmarek-Kozłowska A., Koton J., Mikulski W., *Hałas*, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 118

³⁶ Uzarczyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: hałas*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 21.

Wpływ hałasu na człowieka można rozpatrywać w aspekcie³⁷ :

- szkodliwego działania na organizm człowieka – wywołuje określone skutki zdrowotne;
- dokuczliwego działania na organizm człowieka – powoduje poczucie dyskomfortu.

Szkodliwe działanie hałasu na organizm ludzki koncentruje się wokół następujących narządów lub układów:

- narządu słuchu: upośledzenie i uszkodzenie narządu słuchu. Skutki działania hałasu na narząd słuchu kumulują się w czasie. Zależą od dawki energii akustycznej, która jest wprost proporcjonalna do natężenia i czasu trwania hałasu. Przebywanie przez dłuższy czas może prowadzić do trwałego uszkodzenia narządu słuchu. Z tego powodu hałas ciągły jest bardziej niebezpieczny i niepożądany niż hałas przerywany. Krótkotrwałe przebywanie w hałasie o wysokim poziomie powoduje zmęczenie narządu słuchu, które po pewnym czasie ustępuje. Hałas o poziomie natężenia przekraczającym 75 dB może być szkodliwy, a hałas o poziomie natężenia powyżej 115 dB istotnie zwiększa ryzyko utraty słuchu już przy pojedynczej, krótkotrwałej ekspozycji. Hałas z przewagą częstotliwości średnich i wysokich jest bardziej szkodliwy dla ucha niż hałas o widmie z przewagą częstotliwości niskich, gdyż czułość uszu dla częstotliwości średnich jest wyższa niż dla niskich;
- przy wysokich poziomach natężenia hałasu zaobserwowano silne bóle i zawroty głowy, dezorientację oraz oczopląs;
- układu krążenia: skurcze naczyń krwionośnych, przyśpieszanie i nieregularność akcji serca, zmiany we krwi;
- układu pokarmowego: zmniejszenie czynności gruczołów trawiennych, zaburzenia w przemianie materii, spadek wagi ciała;
- układu mięśniowego: wzrost napięcia wszystkich mięśni z silniejszymi ich skurczami odzwierciedlające się nachyleniem tułowia, mrużeniem powiek, otwarciem ust, zgięciem kolan i ramion.

Dokuczliwy wpływ hałasu na organizm człowieka wiąże się z oddziaływaniem hałasu na centralny system nerwowy. Czynnikiem ten można zaliczyć do uciążliwych. Powoduje on przed wszystkim:

- uczucie niezadowolenia;
- podenerwowanie;
- trudności z koncentracją;
- wydłużony czas reakcji na bodźce świetlne i słuchowe.

³⁷ Uzarczyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: hałas*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 22-24.

Zagadnienie zwalczania hałasu do niedawna deprecjonowano, jako związane z subiektywnym odczuciem komfortu w pracy. Najnowsze badania ergonomiczne wykazały jednak, że hałas powoduje ujemne skutki ekonomiczne, ponieważ zwiększa bezpośrednio koszty działalności zakładu pracy. Analiza wykazała, że hałas powoduje konieczność zwiększenia rezerw magazynowych, zmniejszenie szybkości rotacji środków finansowych, zwiększoną absencję chorobową, niewykorzystanie stanowiska roboczego, zwiększoną liczbę godzin nadliczbowych oraz zwiększoną liczbę błędów i braków.

Działania mające na celu zredukowanie lub zlikwidowanie zagrożenia związanego z hałasem, dla zdrowia lub życia człowieka koncentrują się na³⁸:

- informacjach o poziomie hałasu, wytwarzanego przez maszyny, urządzenia i narzędzia przy ich zakupie;
- zmianie procesów technologicznych np.: prostowanie termiczne zamiast ręcznego;
- fizycznym oddzieleniu, ekranowaniu lub osłonięciu źródeł głośnego hałasu;
- pokrywaniu ścian i sufitów materiałem pochłaniającym hałas;
- używaniu ochronników słuchu, np.: osłony na uszy lub zatyczki do uszu;
- redukcji czasu pracy i stosowanie przerw w pracy;
- zaznaczeniu hałaśliwych stref pracy.

7. WIBRACJE

Wibracje to drgania wywołane kontaktem człowieka z urządzeniem mechanicznym (pojazdem, maszyną lub narzędziem), które mogą powodować negatywne skutki dla zdrowia człowieka. Drgania obiektów mogą być powodowane przez³⁹:

- zewnętrzne źródła – w tym przypadku drgania są przenoszone przez podłoże i wprawiają w ruch drgający punkt podparcia maszyn i urządzeń, a samo źródło drgań może znajdować się w znacznej odległości. Typowymi źródłami zewnętrznymi są: ruch uliczny, ruch kolejowy, praca kafara, działania górnicze i wybuchy;
- wewnętrzne źródła – drgania wywołane przez maszyny znajdujące się wewnątrz budynku. Drgania maszyn powodowane są przez siły

³⁸ Uzarczyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: hałas*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 70-78; Augustyńska D., Engel Z., Kaczmarska-Kozłowska A., Koton J., Mikulski W., *Hałas*, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 122-127.

³⁹ Uzarczyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: wibracje*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 18.

bezwładności poruszających się elementów. Przyczyną ich powstawania mogą być m.in.:

- niedokładności wykonania i montażu maszyn i urządzeń;
- niezrównoważenie elementów znajdujących się w ruchu obrotowym;
- zużycie elementów;
- elementy znajdujące się w ruchu posuwisto-zwrotnym.

Drgania są przenoszone do organizmu człowieka w wyniku kontaktu z drgającą powierzchnią poprzez⁴⁰:

- kończyny górne – ma miejsce miejscowe oddziaływanie na organizm człowieka. Narażenie na drgania tego typu oddziaływania zachodzi podczas pracy z takimi ręcznymi urządzeniami jak:
 - ręczne urządzenia uderzeniowe o napędzie pneumatycznym, hydraulicznym lub elektrycznym (młotki pneumatyczne, wiertarki udarowe, ubijaki mas formierskich);
 - dźwignie sterujące maszyn i pojazdów obsługiwanych ręcznie;
 - źródła technologiczne (obrabiane elementy trzymane w dłoniach lub prowadzone ręką przy procesach szlifowania, gładzenia itp.).
- stopy, plecy, biodra – występuje tutaj oddziaływanie ogólne na organizm człowieka. Narażenie na drgania tego typu jest możliwe w wyniku przebywania na:
 - podestach, pomostach w halach produkcyjnych i innych pomieszczeniach, gdzie zlokalizowane są stanowiska pracy;
 - platformach drgających;
 - siedziskach i podłogach środków transportu;
 - siedziskach i podłogach maszyn budowlanych.

Dawka pochłoniętych drgań jest proporcjonalna do czasu działania na organizm. Miarą intensywności wibracji jest przyspieszenie drgań. Jest to najważniejszy parametr decydujący o uciążliwości bądź szkodliwości drgań. Ilość pochłoniętych drgań jest proporcjonalna do kwadratu przyspieszenia, co oznacza, że dwukrotne zmniejszenie przyspieszenia drgań powoduje czterokrotne zmniejszenie dawki pochłoniętych drgań.

Największe przyspieszenie drgań występuje przy posługiwaniu się takimi narzędziami jak ubijaki formierskie, wiertarki udarowe, piły spalinowe i młotki elektryczne (tab. 14).

⁴⁰ Uzarczyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: wibracje*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 19; Koradecka D., Koton J., Lipowczan A., Szopa A., *Wibracje*, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 172.

Tabela 14

Wartości przyspieszeń niektórych źródeł drgań od ręcznych narzędzi

Narzędzie	Ważone przyspieszenia drgań w m/s ²
Młotki elektryczne	10
Młotki pneumatyczne	6
Ubijaki formierskie	24
Klucze udarowe	7,5
Polerki	3
Szlifierki elektryczne	5
Szlifierki pneumatyczne	4
Piły spalinowe	10
Wiertarki udarowe	15

Źródło: Uzarczyk A., Zabiegała W., Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: wibracje, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 20

Drgania wszelkiego rodzaju narzędzi działają na kończyny górne operatora. Pasma największej wrażliwości dla drgań miejscowych mieści się w zakresie od 6-100 Hz.

Pasma największej wrażliwości dla drgań ogólnych (tabela 15) jest zlokalizowane wokół częstotliwości z przedziału 1-8 Hz. Przy drganiach mniejszych niż 2 Hz ciało człowieka zachowuje się jak jednolita masa. Znaczna wrażliwość organizmu na drgania występuje przy częstotliwości z zakresu 4 i 6 Hz dla pozycji siedzącej oraz 5 i 12 Hz dla pozycji stojącej. Największe znaczenie mają drgania o częstotliwości 1-5 Hz, ponieważ one są najgorzej tolerowane przez organizm człowieka.

Tabela 15

Wartości przyspieszeń niektórych źródeł drgań o oddziaływaniu ogólnym

Źródło	Ważone przyspieszenia drgań w m/s ²
Spychacz	0,8
Walec drogowy	0,9
Koparko-ładowarka	0,9
Koparko-zgarniarka	1,6
Ładowarka kołowa	1,3
Ładowarka gaśnicowa	0,9
Koparka jednonaczepowa	0,6
Ciągnik rolniczy i leśny	0,6
Wózek widłowy	1,0
Ciężarówka	0,6
Lokomotywa	0,3
Drażyna	0,8
Prasa	0,4
Kruszarka kamienia	0,5
Hala zakładów włókienniczych – stanowisko krosien	do 0,4
Hala zakładów włókienniczych – stanowisko postrzygania	do 0,8
Podesty operatorów stołów betoniarskich	do 1,9

Źródło: Uzarczyk A., Zabiegała W., Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: wibracje, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 20.

Budowa człowieka sprzyja ochronie biernej przed oddziaływaniem drgań i wstrząsów (tab. 16). Istnieje progowa intensywność wstrząsów, powyżej której wyczerpuje się możliwość amortyzacji biernej i rozpoczyna się amortyzacja czynna.

Tabela 16

Częstotliwości drgań własnych niektórych narządów

Narząd	Częstotliwość drgań własnych w Hz
Głowa	20 – 30
Gałka oczna	60 – 90
Szczeka	6 – 8
Krtań, tchawica	12 – 16
Obwód barkowa	4 – 5
Przedramię	16 – 30
Ramię	10 – 50
Dłoń	30 – 50
Klatka piersiowa	10 – 50
Kręgosłup	10 – 12
Masa brzuszna	4 – 8
Wątroba	3 – 4
Miednica	5 – 9
Nogi	2 – 20

Źródło: Uzarczyk A., Zabiegała W., Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: wibracje, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 34.

Wpływ drgań na organizm człowieka można rozpatrywać z dwóch punktów widzenia⁴¹: szkodliwego i dokuczliwego.

Przejawy szkodliwego oddziaływania drgań obejmują:

- schorzenia naczyń krwionośnych, m.in. napadowe skurcze naczyń krwionośnych objawiające się blednięciem czy sinicą skóry w koniuszkach palców i na dłoniach, mrowienie, drętwienie i ból w palcach oraz dłoni (zmiany troficzne);
- uszkodzenia w układzie kostno-stawowym, przejawiające się m.in. wypustkami i wyrostami kostnymi kości promieniowej, zwapnieniem torebek stawowych, okostnej i więzadeł, do zmian degeneracyjnych stawów włącznie;

⁴¹ Uzarczyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: wibracje*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 36-39; Koradecka D., Koton J., Lipowczan A., Szopa A., *Wibracje*, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 173-174.

- zmiany w układzie nerwowym, objawiające się bólem i zawrotami głowy, bólami w okolicy serca, bezsennością, stanami podgorączkowymi i drażliwością. Występują także dolegliwości związane z upośledzeniem czucia wskutek niedokrwienia lub działaniem wibratora na receptory czucia.

Zespół zmian występujących w wymienionych wyżej układach organizmu człowieka nazywamy chorobą wibracyjną.

Dokuczliwy wpływ drgań na człowieka to:

- obniżenie sprawności organizmu przejawiające się uczuciem zmęczenia, niezadowolenia i rozdrażnienia;
- bezsenność;
- zwiększenie czasu reakcji ruchowej i wzrokowej;
- zakłócenia koordynacji ruchowej;
- trudności w prawidłowej wymowie;
- utrudniona koncentracja i osłabienie pamięci.

Ograniczenie narażenia pracownika na drgania można osiągnąć m.in. przez⁴²:

- eliminację bądź ograniczenie drgania u źródła:
 - odpowiedni dobór kształtów i wymiarów współpracujących elementów;
 - zmniejszenie nierównomierności ruchu obrotowego;
 - stosowanie specjalnych łożysk i materiałów z tworzyw sztucznych o zredukowanej wibroaktywności;
 - odpowiednia eksploatacja maszyn i urządzeń, odpowiednie smarowanie;
 - eliminacja zanieczyszczeń w pomieszczeniu;
 - zmniejszenie amplitudy drgań elementów przez zmianę takich parametrów jak: masa, sztywność, tłumienie bądź dołączenie dodatkowego układu mechanicznego zwanego eliminatorem drgań;
- tłumienie drgań, które polega na rozpraszaniu energii mechanicznej drgającego przedmiotu. W praktyce rozpraszanie energii mechanicznej w układach technicznych uzyskuje się przez pokrycie elementów drgających warstwami tłumiącymi lub przez stosowanie elementów wielowarstwowych, co prowadzi do:

⁴² Uzarczyk A., Zabiegała W., *Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: wibracje*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998, str. 65-69; Koradecka D., Koton J., Lipowczan A., Szopa A., *Wibracje*, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 182-183.

- a) zmniejszenia amplitudy przemieszczeń drgań;
 - b) szybkiego zanikania drgań;
 - c) wytlumienia fal rozchodzących się w elementach sprężystych;
- izolację źródła drgań od podłoża i ludzi. Polega ona wstawieniu między źródłem drgań a podłożem odpowiednich materiałów wibroizolacyjnych. Jako materiały wibroizolacyjne stosuje się różne materiały sprężyste, takie jak: sprężyny metalowe (drgania o częstotliwości 2, 5 do 25 Hz) i pneumatyczne, elementy gumowe (częstotliwość drgań powyżej 15 Hz i temperatura w przedziale 0-60 stopni C) oraz korek jako materiał izolacyjny;
 - ochronę pracownika, m.in. przez skrócenie czasu narażenia na drgania. Ze względu na istotny wpływ zimna i wilgoci w przebiegu choroby wibracyjnej, na uchwyty maszyn i narzędzi powinny być zakładane materiały termoizolacyjne. Pomieszczenia przeznaczone do pracy z urządzeniami emitującymi drgania powinny być ogrzewane do temperatury 16 stopni C przy wilgotności 40-50%. Przy prowadzeniu robót na wolnym powietrzu należy zapewnić pracownikom pomieszczenie o temperaturze 22 stopni C do okresowego ogrzewania się. Zaleca się stosowanie rękawic ochronnych. Indywidualne środki ochrony wibroizolacyjnej są środkiem ostatecznym i mogą być stosowane, gdy wszystkie inne metody zapobiegania narażeniu pracownika na wibracje zostały wyczerpane.

8. PROMIENIOWANIE

Promieniowaniem nazywamy energię rozprzestrzeniającą się w postaci fal elektromagnetycznych⁴³. Każdy rodzaj promieniowania cechuje długość fali i częstotliwość drgań.

8.1. Promieniowanie podczerwone

Promieniowanie podczerwone (IR) jest to promieniowanie elektromagnetyczne o zakresie długości fali od 780 nm do 1 mm⁴⁴. Promienie podczerwone, stanowiące 50% promieniowania słonecznego, pochłanianie są przez parę wodną, ozon i CO. Dlatego też, tylko część emitowanych przez

⁴³ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 154.

⁴⁴ Kozłowski C., Promieniowanie optyczne (nadfioletowe, widzialne, podczerwone), w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 273-274; Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 154-158; Wieczorek S., *Podstawy ergonomii*, Politechnika Rzeszowska im. J. Łukaszczyka, Rzeszów 1992, str. 174-175.

Ziemię promieni wychodzi poza atmosferę ziemską, tworząc jej ciepłą izolację. Główną część promieniowania podczerwonego stanowi promieniowanie temperaturowe (cieplne). Zdolność promieniowania temperaturowego mają wszystkie ciała, których temperatura jest większa od zera bezwzględnego. Występujące promienie IR są zatem elementem składowym mikroklimatu i wpływają na obciążenie termiczne człowieka.

W warunkach przemysłowych źródłem promieniowania podczerwonego są: gorące ściany pieców, rozgrzane konstrukcje, rurociągi, podesty, gorący metal, procesy jego spustu, rozlewania, walcowania i transportowania.

Zasadnicze zmiany, powstające w organizmie ludzkim narażonym na działanie promieni IR dotyczą przede wszystkim układu krążenia i mechanizmów termoregulacji. Promieniowanie podczerwone ma zdolność przenikania do tkanek na dość znaczną głębokość, nawet do kilku centymetrów. Im większa jest długość fali, tym mniejsza jest jej głębokość przenikania w tkanki.

Otwarte źródła promieniowania działają na nieosłonięte części ciała. Ich działanie jest różne w zależności od tego, czy padają na oczy, czy też na skórę:

- długotrwałe działanie promieniowania cieplnego na oczy może doprowadzić do powstania zaćmy oraz procesów zapalnych spojówek.
- efekt nagrzewania występuje również dla skóry, ale przy dawce zdecydowanie wyższej niż w przypadku oczu. Jest to nagrzewanie o charakterze powierzchniowym. Stopień nagrzewania (do oparzeń od 1 do 3 stopnia włącznie) jest zależny od dawki napromieniowania. Skóra pochłania około 95% padającego promieniowania IR w całym jego zakresie w wyniku możliwości absorpcyjnej skóry.

Podstawowe zabezpieczenia przed szkodliwym działaniem promieniowania podczerwonego obejmują:

- ustalenie najwyższych dopuszczalnych natężeń (NDN) w celu zapewnienia warunków, które nie pozwalałyby dopuścić do odczuwania parzenia skóry i powstawania zaćmy soczewki lub uszkodzenia filmu łzowego;
- regulację czasem ekspozycji;
- stosowanie technicznych środków ochrony zbiorowej (wodne, metalowe, powietrzne w formie kabin, natrysków, płaszczy itp.) w postaci dodatkowej izolacji cieplnej;
- stosowanie sprzętu ochrony osobistej na skórę i oczy.

8.2. Promieniowanie nadfioletowe

Promieniowanie nadfioletowe (UV) charakteryzuje się długością fali od 200 do 400 nm. Naturalnym źródłem promieniowania nadfioletowego są promienie słoneczne⁴⁵.

W środowisku pracy źródłem promieniowania nadfioletowego mogą być: procesy spawalnicze, lampy rtęciowe lub łukowe niektóre procesy syntezy chemicznej i polimeryzacja tworzyw sztucznych. Najgroźniejszym źródłem promieniowania UV jest proces spawalniczy.

Oddziaływanie tego promieniowania ma charakter fotochemiczny, a jego cechą charakterystyczną jest występowanie okresu utajonego, co oznacza, że negatywne konsekwencje występują dopiero po pewnym czasie od rozpoczęcia kontaktu z tym czynnikiem. Korzystne działanie nadfioletu przejawia się w możliwościach wyzwalania w skórze witaminy D. Niekorzystne działanie nadfioletu wywołuje różnorodne skutki. Pod działaniem fotonów o dużej energii w otaczającym powietrzu zachodzą reakcje fotochemiczne, w wyniku których powstają tlenki azotu i ozonu. Wdychanie ich jest szkodliwe. Intensywność oddziaływania jest tym większa, im długość fali jest mniejsza.

Promieniowanie fioletowe wywołuje zmiany zapalne w skórze i gałce ocznej. Może mieć działanie rakotwórcze, a występujące na rynku leki mogą nieraz potęgować działanie nadfioletu.

Efekt działania poszczególnych podzakresów jest następujący:

- UV – A o długości fali od 315 do 380 nm:
 - wywołuje na skórze rodzaj pigmentacji o odcieniu szarym (nie jest uznawane za efekt szkodliwy);
 - nie wywołuje jeszcze stanu zapalnego oka, ale występuje efekt fluorescencji przejrzystych ośrodków gałki w postaci mglistej poświaty, przysłaniającej i pogarszającej widoczność otoczenia.
- UV – B o długości fali od 280 do 315 nm:
 - oddziałuje na spojówkę i rogówkę oka wywołując stany zapalne o głębszym efekcie;
 - wywołuje zmiany zapalne w skórze zwane rumieniem.

⁴⁵ Kozłowski C., Promieniowanie optyczne (nadfioletowe, widzialne, podczerwone), w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 276-278; Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 171-173; Wieczorek S., *Podstawy ergonomii*, Politechnika Rzeszowska im. J. Łukaszczyka, Rzeszów 1992, str. 179.

- UV – C o długości fali od 200 do 280 nm:
 - podobnie jak UV – B oddziałuje na spojówkę i rogówkę oka, ale jego efekt jest najsilniejszy i uwidacznia się w postaci stanów zapalnych (zaczyna się od uczucia tzw. „piasku”, a następnie występują obrzęki i ropienia);
 - działa bakteriobójczo, ale na inny rodzaj bakterii niż UV – B;
 - oddziałuje na skórę podobnie jak UV – B.

Zabezpieczenia przed szkodliwym działaniem tego promieniowania mogą być następujące:

- techniczne środki ochrony pochłaniające promienie UV, takie jak: stałe lub przenośne ścianki, parawany pokryte farbą (biel cynkowa lub tytanowa);
- środki ochrony osobistej: tarcze lub przyłbice spawalnicze ze specjalnymi filtrami, osłaniającymi całą twarz, uszy i szyję, rękawice spawalnicze, fartuchy i okulary.

8.3. Promieniowanie jonizujące

Promieniowanie jonizujące zawdzięcza swoją nazwę zdolnościom wytwarzania jonów w sposób bezpośredni lub pośredni, w trakcie przenikania przez materię⁴⁶. Promieniowanie to charakteryzuje dualizm, ponieważ może mieć właściwości zarówno korpuskularne, jak i falowe e – m. Ze względu na sposób powstawania, właściwości i miejsce występowania, podzielono je na promieniowanie: alfa, beta, ypsilon, gamma, X, neutronowe i protonowe.

Źródła promieniowania jonizującego mogą być zarówno pochodzenia naturalnego jak i sztucznego. Źródła naturalne to promieniowanie kosmiczne, pierwiastki znajdujące się w skorupie ziemskiej, w materiałach budowlanych oraz występujące w organizmie człowieka: głównie potas. Narażenie typu naturalnego jest niezależne od człowieka. Do źródeł sztucznych zaliczamy urządzenia i maszyny wykorzystywane w usługach medycznych (lampy ultrafioletu, aparaty rentgenowskie, promienniki kobaltowe), w technice, w energetyce jądrowej oraz w badaniach naukowych. Narażenie typu sztucznego, wynikające z działalności człowieka (usługi medyczne, podstawy nowych technologii, praca zawodowa, sytuacje awaryjne) powinno być kontrolowane, analizowane i minimalizowane. Stopień narażenia należy odnosić do poszczególnych grup społecznych: osoby narażone zawodowo, pacjenci dla których wykonuje się leczenie radiologiczne oraz osoby nie związane zawodowo ze źródłami promieniowania jonizującego.

⁴⁶ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 173-177; Wieczorek S., *Podstawy ergonomii*, Politechnika Rzeszowska im. J. Łukaszczyka, Rzeszów 1992, str. 179.

W wyniku promieniowania jonizującego na żywy organizm powstaje uszkodzenie całej komórki lub jej elementów. Stopień uszkodzenia zależy od rodzaju napromieniowanej tkanki. Ogólnie efekty popromienne można podzielić na dwie grupy:

- następstwa niestochastyczne, których skutki występują dopiero po przekroczeniu określonej dawki, powyżej której stopień nasilenia wzrasta. Zachodzą zarówno podczas jednorazowego, jak i wielokrotnego napromiennienia. Skutkami mogą być uszkodzenia: skóry, szpiku kostnego, naczyń krwionośnych, nabłonka przewodu pokarmowego, zaćma popromienna, włóknienie w różnych narządach. Są to uszkodzenia typu miejscowego;
- następstwa stochastyczne, czyli zmiany genetyczne u potomstwa (mutacje różnego rodzaju) w wyniku działania (bezprogowego) na materialne podłoże informacji genetycznej w komórce (chromosomy).

Promieniowanie jonizujące jest też czynnikiem teratogennym, czyli ma wpływ na wady rozwojowe płodu ludzkiego. Rodzaj oddziaływania jest uzależniony od wieku płodu, np. jeżeli ekspozycja ma miejsce między 10. a 17. tygodniem ciąży to może nastąpić niedorozwój umysłowy.

Podstawowe sposoby ochrony przed promieniowaniem jonizującym⁴⁷:

- źródła promieniowania muszą być stosowane zgodnie z ich przeznaczeniem i technologią pracy;
- obsługa źródeł promieniowania czy też urządzeń radiologicznych musi być fachowa, czyli odpowiednio przeszkolona;
- musi istnieć system bezpośredniej ochrony przed promieniowaniem, np.: stosowanie osłon stałych dla źródeł i ludzi (sejfy, pojemniki), osłony ruchome (rękawice, parawany, fartuchy z gumy ołowiowej), ograniczenie czasu dawki do minimum, właściwa lokalizacja źródeł, względnie aparatury;
- musi istnieć system oceny narażenia radiacyjnego: pracowników, mieszkańców lub przypadkowych osób;
- stosowanie odpowiedniej profilaktyki medycznej dla wszystkich osób zagrożonych zawodowo: badania wstępne i okresowe dawek indywidualnych (podstawą jest bieżąca znajomość stopnia napromieniowania);
- w przypadku przekroczenia ustalonego limitu należy przeprowadzić postępowanie wyjaśniające przyczyny przekroczenia oraz wydać zalecenia, mające na celu redukcję zagrożenia;
- zaleca się roczne limity dawek w celu zapobieżenia nadmiernemu ryzyku radiologicznemu, które stanowią dolną granicę wielkości ryzyka, uznawanego za dopuszczalne, a nie górną granicę obszaru wielkości dopuszczalnych (nie odnoszą się one do pacjentów lub źródeł naturalnych);

⁴⁷ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 176-177.

- limit graniczny powinien dodatkowo uwzględniać roczne limity wchłonięć poszczególnych rodzajów promieniowania przez poszczególne, pojedyncze narządy.

8.4. Promieniowanie spójne wytwarzane przez lasery i masery

Promieniowanie spójne wytwarzane jest przez lasery i masery, w których występuje wzmacnianie lub generacja promieniowania elektromagnetycznego wymuszonej emisji promieniowania⁴⁸. Oba rodzaje oparte są na tym samym sposobie działania, z tym, że laser częściej używany jest jako generator niż wzmacniacz światła.

Lasery i urządzenia laserowe znajdują zastosowanie w telekomunikacji, lokacji i nawigacji, obróbce materiałów nawet o największym stopniu twardości, metrologii interferencyjnej, holografii, medycynie (okulistyce, onkologii, stomatologii, chirurgii), precyzyjnych operacjach technologicznych (cięcie, spawanie, wiercenie materiałów nawet o największym stopniu twardości i trudnotopliwych), technice audiowizualnej, rozrywce i innych.

W zależności od typu, lasery i urządzenia laserowe mają różną energię i moc promieniowania. Zróżnicowanie to ma wpływ na ryzyko narażenia człowieka, zarówno zawodowe, jak i pozazawodowe. Działanie biologiczne promieniowania spójnego zależy od:

- długości fali;
- wielkości strumienia mocy;
- czasu ekspozycji;
- rodzaju tkanki;
- warunków środowiskowych;
- właściwości osobniczej.

Promieniowanie laserowe obszaru optycznego stwarza poważne zagrożenie dla narządu wzroku i skóry. Wielkość uszkodzeń zależy od tego, czy znajduje się pod działaniem wiązki odbitej czy bezpośredniej. W skórze może powodować uszkodzenia termiczne oraz uczuleniowe. Stopień tego uszkodzenia zależy między innymi od ilości barwnika w skórze. Podczas pracy urządzeń laserowych powstają często szkodliwe dla człowieka substancje: jod, brom, cyjanki, tlenki ołowiu i rtęci. Promień lasera może też być przyczyną powstania pożaru.

⁴⁸ Kozłowski C., Promieniowanie optyczne (nadfioletowe, widzialne, podczerwone), w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 280-281; Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 167-171.

Zasady ochrony przed szkodliwym działaniem promieniowania spójnego obejmują m.in.:

- pełną znajomość zasad posługiwania się laserem i urządzeniem laserowym przez użytkowników;
- zakaz usytuowania wiązki laserowej na linii wzroku;
- przystosowanie pomieszczeń z ww. źródłami w następujący sposób: znakowanie i zabezpieczenie wejść dla osób nieupoważnionych;
- stosowanie ochron indywidualnych (okulary);
- przeprowadzanie wstępnych i okresowych badań lekarskich.

8.5. Promieniowanie elektromagnetyczne wielkiej częstotliwości

Promieniowanie elektromagnetyczne wielkiej częstotliwości (w.cz) obejmuje długość fali od 0,1 mm do kilku tysięcy m. Są to fale wykorzystywane w radiofonii, telekomunikacji, telefonii komórkowej, łączności satelitarnej, telewizji oraz tzw. mikrofałe stosowane m.in. w kuchenkach do podgrzewania potraw⁴⁹. Źródła tych fal wykorzystuje się również w medycynie i w badaniach naukowych (spektroskopia mikrofalowa i rezonans paramagnetyczny). U osób narażonych na działania tego typu promieniowania mogą wystąpić zmiany w⁵⁰:

- układu nerwowego: drżenie rąk, zmiany w EEG, bóle i zawroty głowy, zaburzenia snu, niestalość emocjonalna, utrudnienie koncentracji, osłabienie pamięci, ogólne osłabienie;
- narządu wzroku: zmętnienie soczewki ocznej, podrażnienie oczu, wrażenia wzrokowe;
- układu krwionośnego: zwolnienie akcji serca, obniżenie ciśnienia tętniczego krwi, zmiany morfologiczne;
- układu pokarmowego: dysfunkcje przewodu pokarmowego, brak apetytu, niestrawność;
- układu oddechowego: nieżyty dróg oddechowych;
- układu hormonalnego;
- zmiany skórne.

⁴⁹ Grysz K., Karpowicz J., Pola elektromagnetyczne, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 215.

⁵⁰ Grysz K., Karpowicz J., Pola elektromagnetyczne, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 222.

Ochrona przed promieniowaniem e – m w. cz. obejmuje⁵¹:

- stały nadzór nad warunkami pracy w przypadku eksploataowania urządzeń o mocy wyjściowej przekraczającej 50 W;
- przeprowadzanie okresowej oceny szkodliwości;
- wprowadzenie środków organizacyjnych:
 - zmiana usytuowania stanowisk względem źródeł pól;
 - skrócenie czasu pracy przy źródle, rotacja pracowników;
 - oznakowanie stref ochronnych;
 - opracowanie instrukcji obsługi zagrażających urządzeń i nadzór nad ich przestrzeganiem;
 - okresowe szkolenia pracowników, dotyczące zagadnień bezpiecznego wykonywania pracy;
 - lekarskie badania kontrolne;
- zastosowanie środków technicznych: poprawa ekranowania źródeł;
- wprowadzenie urządzeń zdalnego sterowania i automatyzacji produkcji;
- stosowanie ekranujących osłon wokół źródeł i ciągłej kontroli ich funkcjonowania.

9. LITERATURA :

- [1] GRANDJEAN E.: Fizjologia pracy. Zarys ergonomii, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971.
- [2] GÓRSKA E., TYTYK E.: Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Materiały pomocnicze do ćwiczeń projektowych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1996.
- [3] OLSZEWSKI J.: Podstawy ergonomii i fizjologii pracy, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997.
- [4] Projektowanie miejsc pracy. Postępowanie, metody i wiedza techniczna, CIOP, Warszawa 2002.
- [5] TALEJKO E.: Od czego zależy samopoczucie człowieka i jego psychiczna zdolność do pracy, PWN, Warszawa 1977.
- [6] Substancje i preparaty chemiczne – identyfikacja i ocena zagrożeń, CIOP, Warszawa 2002.
- [7] UZARCZYK A., ZABIEGAŁA W.: Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: hałas, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998;

⁵¹ Grysz K., Karpowicz J., Pola elektromagnetyczne, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6, str. 228-230.

- [8] UZARCZYK A., ZABIEGAŁA W.: Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: mikroklimat, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998;
- [9] UZARCZYK A., ZABIEGAŁA W.: Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: oświetlenie, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998;
- [10] UZARCZYK A., ZABIEGAŁA W.: Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: wibracje, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998;
- [11] UZARCZYK A., ZABIEGAŁA W.: Charakterystyka czynników szkodliwych i niebezpiecznych w środowisku pracy: zapylenie, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 1998;
- [12] WIECZOREK S.: Podstawy ergonomii, Politechnika Rzeszowska im. J. Łukaszewicza, Rzeszów 1992.
- [13] WOJTOWICZ R.: Zarys ergonomii technicznej, PWN, Warszawa 1978.
- [14] WYKOWSKA M.: Ergonomia, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994.
- [15] Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 6.

Polskie normy:

- 1) PN-85/N-0013: Środowisko termicznie umiarkowane. Określanie wskaźników PMV, PPD i wymagań dotyczących komfortu cieplnego;
- 2) PN-85/N-08011: Środowiska gorące. Wyznaczanie obciążeń termicznych działających na człowieka w środowisku pracy, oparte na wskaźniku WBGT;
- 3) PN-84/N-02033: Oświetlenie wnętrz światłem elektrycznym;
- 4) PN-91/N-01352: Drgania. Zasady wykonywania pomiarów na stanowiskach pracy.

Rozdział IV

FIZJOLOGIA ORGANIZMU CZŁOWIEKA A PRACA FIZYCZNA

1. SYSTEM I UKŁADY ORGANIZMU CZŁOWIEKA

1.1. System alimentacyjny

Człowiek jak każdy żywy organizm musi tworzyć, pobierać i magazynować energię. Energia ta będzie następnie rozdzielana i wydatkowana na podtrzymywanie procesów życiowych w organizmie ludzkim. Rolę tę pełni system alimentacyjny.

Źródłem energii dla organizmu żywego są pokarmy. Z nich człowiek musi otrzymać w odpowiednich ilościach i proporcjach składniki, które ogólnie można podzielić na¹:

- białka (syntetyzowane we wszystkich komórkach organizmu, a zwłaszcza w wątrobie, trzustce i jelitach), które stanowią 20% wagi dorosłego człowieka;
- tłuszcze (spalane w wątrobie, a odkładane w tkance tłuszczowej, zwłaszcza pod skórą i w okolicach brzucha) i dające co najmniej dwukrotnie więcej energii niż węglowodany i białka;
- węglowodany, czyli cukry proste i złożone, zajmujące pod względem wagowym najpoważniejszą pozycję;
- składniki mineralne;
- witaminy;
- woda jako składnik niezbędny do życia, ponieważ wszystkie procesy w organizmie zachodzą w jego środowisku wodnym.

Składniki pokarmowe pełnią następujące funkcje:

- budulca: białka, sole mineralne (fosfor i wapń);
- energetyczne: tłuszcze, węglowodany;
- regulujące: sole mineralne, witaminy rozpuszczalne w wodzie (B, P, C) i w tłuszczach (A, D, E, K).

Poniżej zostały omówione funkcje niektórych biopierwiastków i ich znaczenie dla prawidłowego przebiegu podstawowych procesów fizjologicznych w organizmie człowieka. Lista ta wskazuje na wagę jaką odgrywa prawidłowe odżywianie w procesach metabolicznych.

Szczególnie ważny jest magnez, który reguluje około 300 procesów metabolicznych w komórce. Jego niedobór może zostać spowodowany przez stany emocjonalne, alkohol, zbyt duże ilości czarnej kawy. Drugim co ważności

¹ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 52; *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 82.

jest wapń. Służy on do regeneracji substancji kostnych, zębów i paznokci, ułatwia krzepnięcie krwi, obniża poziom cholesterolu oraz reguluje wiele innych funkcji organizmu. Na obecność wapnia ma wpływ nie tylko ilość dostarczana, ale również stopień przyswajalności. Z kolei miedź i cynk biorą aktywny udział w procesie wytwarzania hemoglobiny. Ponadto cynk jest odpowiedzialny za prawidłową przemianę białkową i węglowodorową, zwłaszcza w okresie rozwoju całego organizmu (okres wzrostu). Decydującą rolę w przewodnictwie nerwowym odgrywa potas wraz z sodem. Wpływają one na aktywność mięśni, na regulację równowagi kwasowo-zasadowej i wodnej tkanek, utrzymanie właściwego ciśnienia osmotycznego w płynach ustrojowych itp. Natomiast za równowagę psychiczną odpowiada lit, który także wspomaga magnez w reakcjach biochemicznych organizmu. Najważniejszym pierwiastkiem energetycznym systemu nerwowego i płciowego jest fosfor, działający synergicznie z wapnem. Metabolizm fosforu ma związek z hormonem wzrostu. Podstawowym pierwiastkiem służącym do transportu i kumulowania molekularnego tlenu jest żelazo, na które zapotrzebowanie zmienia się wraz z wiekiem. Do prawidłowego przyswajania żelaza potrzebna jest miedź. Szczegółowe omówienie fizjologicznej roli substancji dostarczanych do organizmu przez pożywienie i napoje wykracza poza ramy skryptu i więcej na ten temat znajduje się w publikacjach traktujących o żywieniu.

1.2. Układ trawienny

Układ trawienny zajmuje się przetwarzaniem pobranego pokarmu przed jego wchłonięciem i wykorzystaniem. Poszczególne elementy tego układu pełnią odrębną, ściśle określoną funkcję, w następującej kolejności²:

- w jamie ustnej następuje rozdrobnienie i rozmiękczenie pokarmu śliną, czyli częściowe przetworzenie chemiczne;
- w gardle i przełyku następuje przesuwanie pokarmu do żołądka;
- w żołądku pokarm zostaje wymieszany z sokami żołądkowymi i ulega dalszemu przetworzeniu chemicznemu;
- dwunastnica, wątroba i trzustka rozkłada białka, węglowodany i tłuszcze, czyniąc je bardziej przyswajalnymi (na substancje proste);
- jelito cienkie realizuje końcową fazę trawienia i wchłaniania oraz powoduje przesuwanie nie strawionej treści pokarmowej do jelita grubego;
- kosmki jelitowe wchłaniają tak przetworzony pokarm (rola enzymów);
- krwioobieg i naczynia limfatyczne rozprawdzają te produkty po całym organizmie do elementarnych komórek, gdzie następuje wykorzystanie produktów trawienia.

² Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 55.

1.3. Układ oddechowy

Oddychanie jest to proces wymiany gazów związanych z wytwarzaniem energii w organizmie przez pobranie O_2 i usunięcie CO_2 ³. Wymiana gazów odbywa się także przez skórę, ale tylko w 1%, czyli ma charakter marginalny. Skóra stanowi łącznik organizmu ze środowiskiem. Poza funkcją oddechową (tzw. pozakomórkową) pełni ona również funkcje ochronne przed wpływem otoczenia oraz funkcje termoregulacyjne.

Ilość pobieranego O_2 z powietrza jest wprost proporcjonalna do intensywności wysiłku fizycznego, ale tylko do pewnego momentu. Po przekroczeniu wartości progowej pochłanianie tlenu stabilizuje się mimo dalszego nań zapotrzebowania. Zostaje wówczas osiągnięty maksymalny pobór tlenu zazwyczaj występujący po około 6 – 12 minutach od rozpoczęcia wysiłku. Dlatego człowiek podczas wykonywania intensywnej pracy fizycznej wymagającej większej ilości tlenu niż możliwa do uzyskania, zaciąga dług tlenowy. Jest to różnica pomiędzy zapotrzebowaniem na tlen a ilością tlenu dostarczoną, którą wyrównuje się po zakończeniu wysiłku. Czas spłacania długu trwa od momentu jego wystąpienia do chwili powrotu parametrów fizjologicznych do stanu równowagi i nosi nazwę restytucji, czyli odnowy. Zbyt duże obciążenie, związane z pracą, powyżej progu maksymalnego poboru tlenu może prowadzić do znacznego wyczerpania organizmu, a w skrajnych wypadkach do śmierci włącznie.

Chemiczna regulacja oddychania związana jest z ciśnieniem dwutlenku węgla i tlenu. Czynnikiem regulującym intensywność oddychania jest stężenie jonów wodorowych, oznaczone przez pH. W sytuacjach prawidłowych stężenie wynosi $pH = 7$.

Z zachwianiem równowagi chemodynamicznej ustroju wiążą się następujące reakcje obronne organizmu⁴:

- przy niedoborze O_2 wyraźne zaburzenia ośrodkowego układu nerwowego w postaci zachwiania koordynacji ruchów, drżenia mięśniowego, wzmożonego oddechu, silnego wydzielania potu, wzrostu temperatury ciała, utraty przytomności i spadku wydajności pracy;
- przy nadmiarze O_2 pojawiająca się nadwyżka do 60%, nie wywołuje negatywnych skutków w organizmie człowieka. Wyższe wartości wywołują podrażnienie dróg oddechowych, niezbyt śluzówki i kaszel;

³ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 58-59; *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 91-93.

⁴ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 60.

- przy nadmiarze CO₂ ma miejsce obciążenie ośrodkowego układu nerwowego i mięśni oddechowych, zawroty głowy, utrata przytomności (przy dużych stężeniach) i spadek wydajności pracy.

Na podstawie różnicy zawartości tlenu między powietrzem wdychanym i wydychanym oraz na podstawie ilości zużytego powietrza oblicza się, w określonym czasie lub dla określonego wysiłku, zużycie tlenu i odpowiadające mu zużycie energii.

1.4. Układ krwionośny

Elementami składowymi układu krwionośnego są⁵:

- serce, stanowiące z mechanicznego punktu widzenia pompę ssąco-tłoczącą;
- naczynia krwionośne stanowiące drogę transmisyjną, rozprawdzające krew do każdej komórki organizmu;

Najważniejsze procesy adaptacyjne aparatu krążenia są następujące:

- objętość wyrzutowa serca jest o 2 l/min większa dla pozycji stojącej niż leżącej (zwiększenie zdolności tłoczącej serca);
- zmienia się rozmieszczenie krwi w organizmie (z wyjątkiem mózgowego). W pracujących mięśniach i skórze wzrasta, a zmniejsza się w obszarach naczyniowych układu trawienia;
- ciśnienie skurczowe krwi (większa wartość) wzrasta proporcjonalnie do jego intensywności, natomiast rozkurczowe raczej się nie zmienia;
- rozszerzają się prowadzące do mięśnia naczynia krwionośne, które pracującym mięśniom zapewniają zwiększone zaopatrzenie w krew.

Większa jest reakcja układu krążenia, gdy pracują mniejsze grupy mięśniowe niż większe. Przyczyną jest obciążenie przy pracy statycznej ponieważ wtedy naczynia krwionośne ulegają ściśnięciu przez wewnętrzne ciśnienia w tkance mięśniowej. Wskutek tego krew przestaje dopływać do mięśnia⁶.

1.5. Układ mięśniowy

Praca mięśnia polega na przemianie energii chemicznej w energię mechaniczną przez proces spalania składników odżywczych aż do końcowych postaci: H₂O i CO₂⁷. Substancje potrzebne do wyzwolenia energii (tlen i

⁵ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 56; *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986 str. 87-91.

⁶ Nawarra L., *Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy*, Skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980, str. 41.

⁷ Nawarra L., *Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy*, Skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980, str. 38-39; *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 84-87.

glukoza) znajdują się w mięśniach tylko w ograniczonej ilości. Obydwie zatem muszą być ustawicznie dostarczane mięśniom przez krew i dlatego w czasie pracy mięśnia jego zapotrzebowanie na krew wzrasta 10-20 krotnie. Z tego też powodu czynnikiem ograniczającym wydolność mięśni jest zaopatrzenie w krew.

O stopniu wykorzystania składników odżywczych decyduje: ich skład, intensywność i czas trwania wysiłku, stopień wytrenowania mięśni oraz stan zdrowotny organizmu. W trakcie spoczynku jako źródło energii mięśnie wykorzystują prawie wyłącznie tłuszcze. Glukoza z krwi jest wykorzystywana wówczas głównie przed układ nerwowy. Podczas wysiłku wydatek energetyczny jest pokrywany w znacznej mierze przez metabolizm węglowodanów i wolnych kwasów tłuszczowych. W zależności od rodzaju wykonywanej pracy mogą występować procesy spalania tlenowego i beztlenowego. W przypadku szybko narastającego wysiłku fizycznego, dostarczenie tlenu do komórek mięśniowych nie nadąża za zapotrzebowaniem. Mają wówczas miejsce procesy spalania beztlenowego, które w porównaniu z fazą tlenową jest znacznie ograniczone. Wtedy w organizmie człowieka ma miejsce spadek pH wskutek gromadzenia się w komórce mleczanów.

Reasumując, możliwość wykonywania pracy przez człowieka określona zatem jest funkcjonowaniem układu oddechowego i krwionośnego, w których zmiany czynnościowe mają swoje określone granice (tab. 17).

Tabela 17

Granica zmian niektórych parametrów fizjologicznych człowieka pod wpływem wysiłku

Parametry fizjologiczne	Stan czynnościowy	
	spoczynek	praca
Częstość oddechu	14 / min	40 / min
Głębokość oddechu	8 l / min	100 l / min
Zużycie tlenu	300 ml	2 500 ml
Częstość skurczów serca	70 / min	150 / min
Skurczowe ciśnienie krwi	120 mm Hg	200 mm Hg
Rozkurczowe ciśnienie krwi	80 mm Hg	bz lub spadek
Ilość O ₂ w 1 L krwi	150 ml	30 ml
Objętość minutowa serca	4 – 5 l	35 l

Źródło: Wykowska M., Ergonomia, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 61.

2. BIORYTMY

Istotne znaczenie przy planowaniu kolejności wykonywania czynności o zróżnicowanym poziomie trudności ma znajomość niektórych rodzajów rytmów biologicznych, określających fizjologiczne wahania w funkcjonowaniu organizmu człowieka. Znajomość tych procesów pozwala bowiem zapobiegać przedwczesnemu pojawianiu się zjawiska zmęczenia i znużenia pracą.

Wieloletnie badania, zapoczątkowane przez Glassa i Langego w 1888 roku pozwoliły na wyodrębnienie około osiemdziesięciu rytmów klasycznych zgodnie z różnymi kryteriami. Jednakże stworzenie warunków dla efektywnego planowania i zarządzania aktywnością zawodową pracowników wymaga bliższego poznania tylko niektórych rytmów biologicznych organizmu człowieka⁸:

- rytmy wydajności fizycznej i psychicznej (emocjonalny) oraz sprawności intelektualnej (dyspozycji twórczej). Odpowiedzialne za ich występowanie są czynniki wewnętrzne (endogenne), których pochodzenie nie jest jeszcze znane;
- rytmy o okresach rocznych, tygodniowych i dobowych (okołodobowych). Na powstawanie i przebieg tych rytmów wywierają wpływ czynniki zewnętrzne (egzogenne). Do takich zaliczamy ruch Ziemi obrotowy (wokół własnej osi) i obiegowy (wokół Słońca) oraz obieg Księżyca dookoła Ziemi.

Rytmy fizjologiczne organizmu człowieka i ich oddziaływanie na organizm człowieka przedstawia tabela 18.

Każdy z trzech pierwszych rytmów endogennych dzieli się na dwie fazy: pozytywną i negatywną. Pierwsza połowa dni z każdego cyklu jest pozytywna, druga zaś negatywna. Do najbardziej krytycznych należy dzień przechodzenia z jednej fazy w drugą. W cyklu fizycznym bywa to dzień nieszczęśliwych wypadków i urazów. W cyklu psychicznym ten dzień sprzyja powstawaniu konfliktów w stosunkach międzyludzkich. Krytyczny dzień w cyklu intelektualnym nie ma przykrych konsekwencji, o ile nie zbiegnie się z dniem krytycznym jednego z pozostałych cykli, które wzmacniają jego negatywne oddziaływanie.

⁸ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 54.

Rytmy biologiczne organizmu ludzkiego

Rytmy biologiczne	Okres	Oddziaływanie na organizm człowieka
wydolności fizycznej	23 dni	warunkuje siłę fizyczną, odporność organizmu, wytrzymałość i koordynację ruchów
wydolności psychicznej	28 dni	określa stan psychiki, samopoczucie, intuicję, wrażliwość na urazy psychiczne i emocjonalne
sprawności intelektualnej	33 dni	wpływa na pamięć, zdolność logicznego myślenia oraz dyspozycje twórcze
okołodobowy	wysoki: 8.00 – 10.00, 12.00 – 14.00 16.00 – 18.00, 4.00 – 6.00	określa wydajność o pracy człowieka w ciągu całej doby
tygodniowy	wysoki: wtorek – czwartek niski: piątek - poniedziałek	określa rytm sprawności psychofizycznej organizmu w ciągu całego tygodnia
roczny	wysoki: styczeń, marzec, wrzesień, listopad niski: czerwiec, lipiec, sierpień	określa dyspozycyjność organizmu człowieka do pracy w ciągu roku kalendarzowego

Źródło: Olszewski J., Podstawy ergonomii i fizjologii pracy, Akademia Ekonomiczna, Poznań 1997, str. 54 – 58.

W organizmie człowieka stwierdzono również występowanie dobowego, tygodniowego i rocznego rytmu biologicznego. Z dobowym rytmem biologicznym związane są spostrzeżenia dokonane przez Otto Grafa, którego nazwiskiem została nazwana, wykreślona przez niego fizjologiczna krzywa pracy. Rytm okołodobowy wynika z wahań parametrów fizjologicznych środowiska wewnętrznego organizmu człowieka. Analizując przebieg fizjologicznej krzywej pracy Graff ustalił, że dyspozycja do pracy na ogół jest najkorzystniejsza w godzinach przedpołudniowych, gdy wydajność pracy jest powyżej 30% średniej oraz w pierwszych godzinach zmiany popołudniowej.

Praca zmianowa jest dla człowieka niekorzystna i sprzeczna z jego wewnętrzną chronobiologią. Odnosi się to szczególnie do pracy w godzinach nocnych i wczesnego poranka, który to okres jest zakresem czasowym

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. Natomiast ponowne dostosowanie się do pracy w rytmie zgodnym z przebiegiem procesów fizjologicznych trwa tylko około 3-4 dni.

Najmniej korzystna dyspozycja do pracy występuje w godzinach nocnych, dlatego też praca nocą winna być ograniczona do rozmiarów bezwzględnie koniecznych. W nocy bowiem organizm człowieka znajduje się w fazie ładowania (trofotropowej) i dlatego wykonywanie pracy w nocy jest sprzeczne z naturalnym rytmem biologicznym organizmu⁹. Wpływa to negatywnie na jego wydolność, ciągłość pracy i efektywność jej wykonywania (błędy i wypadki w pracy). Zdolność do wykonywania pracy spada w niektórych przypadkach do 20% normalnych możliwości. Zmianą wiodącą zatem powinna być zmiana przedpołudniowa.

Tymczasem wzrosło znaczenie niektórych dziedzin pracy i aktywności człowieka, w których zmienowość jest nieodzowna, takich jak: systemy transportu, systemy masowego przekazu, systemy łączności, przepływu informacji i bezpieczeństwa, a także tych, w których jest uzasadniona ekonomicznie, np.: całodobowy handel, gastronomia, kultura i rozrywka¹⁰.

Tak samo ważny jak dobowy jest tygodniowy rytm sprawności psychofizycznej w ciągu całego tygodnia pracy. Ustalono, że produkcja pochodząca z pierwszych godzin początku tygodnia charakteryzuje się największą liczbą braków. Ponadto na początku i na końcu tygodnia odnotowuje się także znaczne zwiększenie częstotliwości wypadków drogowych w porównaniu z pozostałymi dniami i występowania tragicznych wydarzeń. Przyczyną jest fizyczne i psychiczne wyczerpanie się organizmu człowieka pracą w czasie minionych dni tygodnia.

W ciągu roku kalendarzowego także zmienia się dyspozycyjność organizmu człowieka do pracy. Największa zdolność psychofizyczna występuje w styczniu i marcu, wrześniu i listopadzie, najmniejsza natomiast w miesiącach letnich. Informacje te powinny być wykorzystywane przez służby pracownicze w zakładach pracy np. przy planowaniu urlopów wypoczynkowych dla pracowników.

Nieprzestrzeżenie dyspozycyjności organizmu człowieka do wykonywania pracy zgodnie z zaleceniami, opracowanymi w oparciu o przebieg funkcji

⁹ Nawarra L., *Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy*, skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980, str. 81.

¹⁰ Złowodzki M., *Nowa forma pracy zmianowej w systemie globalnego przepływu informacji*, *Ergonomia* 2001, t. 1-2, str. 149-154.

fizjologicznych w organizmie ludzkim, przyczynia się do występowania zjawiska przedwczesnego zmęczenia fizycznego i psychicznego pracowników.

3. ZMĘCZENIE I STRES

3.1. Definicje zmęczenia

Zjawisko zmęczenia jest znane od dawna. Wieloletnie spory nad różnymi przyczynami zmęczenia doprowadziły do stwierdzenia, że mechanizm i swoiste cechy tego procesu nie kryją się w morfologicznych i fizjologicznych własnościach poszczególnych tkanek i narządów, ale przede wszystkim są następstwem podporządkowania się wszystkich czynności ustroju ludzkiego nakazom regulacji ośrodkowego układu nerwowego¹¹.

Trudność zdefiniowania zmęczenia jako zjawiska fizjologicznego tłumaczy się różnorodnością jego postaci. Każdy rodzaj pracy wywołuje bowiem odrębny rodzaj zmęczenia. W myśl jednej z definicji zmęczenie można określić jako okresowe zakłócenie równowagi podstawowych procesów życiowych, prowadzące do obniżenia zdolności do pracy. Zmęczenie pracą można też rozumieć jako wszystkie stwierdzane natychmiast lub występujące z opóźnieniem zmiany aktywności, które spowodowane są ciągłym wykorzystywaniem tej aktywności¹². Zmęczenie nie jest stanem szkodliwym dla organizmu. Staje się nim, gdy symptomy zmęczenia fizycznego lub psychicznego zaczynają wpływać na sprawność i zdrowie pracownika albo też gdy skutek znacznego wydatku energii lub długotrwałego obciążenia uwagi dochodzi do wyczerpania organizmu. Zmęczenie trzeba zatem uwzględnić stwarzając możliwość odpoczynku podczas wykonywania pracy.

Czynniki wpływające na zmęczenia organizmu obejmują¹³:

- rodzaj i intensywność wysiłku;
- rodzaj wykonywanych czynności i czas ich wykonywania;
- ilość i długość przerw oraz ich rozkład w czasie pracy;
- czynniki organizacyjne;
- motywacja i stopień zaangażowania pracownika;
- warunki zdrowotne i adaptacyjne pracownika, w tym sposób odżywiania się;
- warunki środowiskowe;

¹¹ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 60, Kania J., *Wybrane zagadnienia z ergonomii*, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1979, str. 50.

¹² Górská E., *Ergonomia: projektowanie, diagnoza, eksperymenty*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002, str. 125.

¹³ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 21.

- długość i sposób wykorzystania czasu odpoczynku między poszczególnymi zmianami oraz wypoczynku wakacyjnego.

3.2. Klasyfikacja zmęczenia

W zależności od przebiegu rozróżnia się następujące postacie zmęczenia¹⁴:

- znużenie, które występuje przy niedużym wysiłku, zwłaszcza w przypadku monotonii (stale powtarzających się czynności), monotypii (napływu tych samych informacji), czuwania, przy precyzyjnych czynnościach motorycznych oraz przy konieczności podejmowania częstych i trudnych decyzji;
- podostre, które występuje przy krótkotrwałym, o średnim stopniu obciążenia, nie zagraża zdrowiu i szybko ustępuje;
- ostre, które występuje po bardzo intensywnych, ale krótkich wysiłkach;
- przewlekłe, które jest wynikiem kumulowania się mniejszych zmęczeń, rozciągnięte w czasie i trudne do rozpoznania;
- wyczerpanie, gdy wysiłek przewyższa możliwości człowieka. Typowe objawy to: drżenie mięśniowe, nudności, powiększenie wątroby.

Zmęczenie można sklasyfikować również według kryterium miejsca jego występowania. Może ono dotyczyć układu mięśniowego lub układu nerwowego. W pierwszym przypadku będzie zmęczenie typu fizycznego, a w drugim przypadku zmęczenie typu cybernetycznego, wywołane długotrwałym procesem percepcji informacji i sterowaniem ruchami.

Zmęczenie fizyczne charakteryzują następujące objawy¹⁵:

- zmiany w układzie biochemicznym mięśnia;
- wzrost produktów przemiany materii;
- wyczerpanie zapasów energetycznych organizmu (m.in. pojawienie się długu tlenowego);
- pocenie się (odwodnienie organizmu, utrata elektrolitów, co znacznie przyspiesza rozwój zmęczenia);
- pogorszenie koordynacji ruchowo-wzrokowej (spowolnienie ruchów, spadek sił mięśni i dokładności ruchu);
- spadek wydajności pracy (wzrost liczby błędów, czasu reakcji);
- wzrost zagrożenia urazowego czy wypadkowego.

Głównym środkiem ograniczania fizycznego wysiłku człowieka przy pracy jest mechanizacja i automatyzacja procesów produkcji. Szczególne znaczenie ma mechanizacja prac ciężkich i automatyzacja prac szkodliwych dla zdrowia. Procesy te zmniejszają istotnie wysiłek fizyczny człowieka, ale

¹⁴ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 21.

¹⁵ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 22; Kania J., *Wybrane zagadnienia z ergonomii*, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1979, str. 52.

angażują w większym stopniu jego system nerwowy: uwagę i pamięć. Automatyzacja powoduje odsunięcie pracownika od bezpośredniego oddziaływania na przedmioty pracy i zwiększa liczbę kontaktów ze złożonymi urządzeniami, a jednocześnie sprzyja ograniczaniu kontaktów międzyludzkich w czasie pracy. Prowadzi to często do monotonnego i jednostajnego procesu pracy. W rezultacie narasta znużenie u pracownika, wymuszające zwiększenie wysiłku umysłowego w celu prawidłowego wykonania pracy. Ponadto świadomość skutków podjęcia niewłaściwej decyzji dodatkowo zwiększa obciążenie układu nerwowego. A zatem szybki postęp techniczny sprawia, że badanie skutków obciążenia pracą przesuwa się stopniowo ze sfery fizjologii w sferę psychologii pracy.

Zmęczenie psychiczne charakteryzują następujące objawy¹⁶:

- przyśpieszenie oddechu;
- zmniejszenie stopnia koncentracji;
- spowolnienie i osłabienie myślenia;
- spadek motywacji;
- zaburzenia emocjonalne (rozdrażnienie, przygnębienie, opryskliwość czy apatia);
- nastawienie systemu nerwowego na odpoczynek (ziewanie, senność);
- przyśpieszenie tętna;
- wzrost temperatury ciała objawiający się przez pocenie się;
- pogorszenie koordynacji wzrokowo-ruchowej;
- spadek wydajności pracy (wzrost czasu reakcji, liczby błędów);
- spadek formy fizycznej organizmu;
- wzrost zachorowań, urazów i wypadków.

Kompleksowe przeciwdziałanie zmęczeniu obejmuje środki zarówno lekarskie, jak i organizacyjno-techniczne. Mimo znacznych kosztów przedsięwzięcia te są opłacalne. Istotnym środkiem zapobiegającym zmęczeniu jest¹⁷:

- stosowanie właściwych metod pracy, najlepiej prowadzących do celu, eliminujących zbędne czynności i ruchy (wykonywanych z przyzwyczajenia lub na wszelki wypadek) oraz zbędny wysiłek;
- konsekwentne wprowadzanie pięciodniowego tygodnia pracy;
- stosowanie przerw w pracy;
- zapewnienie możliwości racjonalnego wykorzystania czasu wolnego.

¹⁶ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 22; Kania J., *Wybrane zagadnienia z ergonomii*, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1979, str. 52.

¹⁷ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 63.

3.3. Stres

Pojęcie stresu należy do kluczowych zagadnień związanych z procesami pracy współczesnego człowieka. Kariera tego pojęcia rozpoczęła się od H. Selye, który wprowadził je do fizjologii, określając stres jako niespecyficzną reakcję organizmu na wszelkie niedomagania¹⁸. Definicja ta była wielokrotnie krytykowana ze względu na przymiotnik „niespecyficzny”. Badania przeprowadzane w następnych latach wykazały bowiem, że reakcja stresowa jest w znacznym stopniu specyficzna, ponieważ jej przebieg jest uzależniony od charakteru działającego bodźca i właściwości indywidualnych organizmu. J. Strelau definiuje stres jako stan, który charakteryzowany jest przez silne emocje negatywne, takie jak strach, wrogość, a także inne stany emocjonalne, wywołujące dystres oraz związane z nimi zmiany fizjologiczne i biochemiczne, ewidentnie przekraczające stan normalny. Czynnikiem wywołującym stres jest wystąpienie rozbieżności pomiędzy wymaganiami a możliwościami jednostki co do radzenia sobie z nimi. Przez stres można zatem rozumieć reakcje fizjologiczne i psychologiczne wobec niezwykłych i zazwyczaj nieprzyjemnych sytuacji lub też zagrażających wydarzeń w otoczeniu.

Nie jest możliwe rozumienie konsekwencji zdrowotnych stresu bez znajomości fizjologicznych reakcji organizmu. Skutki obciążenia stresem układu nerwowego mogą być następujące¹⁹:

- pobudzenie układu sympatycznego, powodujące m.in.:
 - rozszerzenie źrenic;
 - przyspieszenie akcji serca;
 - rozszerzenie naczyń krwionośnych mięśni szkieletowych;
 - hamowanie perystaltyki żołądka i jelit;
- pojawienie się adrenaliny i noradrenaliny (zwane hormonami stresu) w krwiobiegu przyczyniająca się do wystąpienia m.in.:
 - wzrostu ciśnienia tętniczego;
 - wzrostu pojemności minutowej sera;
 - wzrostu napięcia mięśniowego;
- skutki działania hormonu ACTH przejawiające się w hamowaniu funkcji immunologicznej;

¹⁸ Widerszal-Bazyl M., Stres psychospołeczny w pracy – pojęcie, źródła i konsekwencje, różnice indywidualne, prewencja, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 5, str. 65.

¹⁹ Widerszal-Bazyl M., Stres psychospołeczny w pracy – pojęcie, źródła i konsekwencje, różnice indywidualne, prewencja, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 5, str. 68-69.

- ogólne pobudzenie emocjonalne, które może wywołać takie reakcje jak lęk, strach, przerażenie, gniew, cynizm, irytacja, zniecierpliwienie, agresja, niska ocena własnych możliwości zawodowych, poczucie stałego zmęczenia;
- zmiana sprawności wykonania zadania roboczego w zależności od poziomu pobudzenia emocjonalnego (prawa Yerkesa-Dodsona):
 - w przypadku niewielkiego wzrostu pobudzenia odnotowano przypadki poprawy poziomu wykonania: mniej błędów w spostrzeganiu, lepsza pamięć, sprawniejsza psychomotoryka i lepsze rozwiązywanie problemów;
 - przy bardzo dużym wzroście pobudzenia ma miejsce spadek poziomu wykonania czynności roboczych;
- przedłużające się stany stresu, mogące prowadzić do reakcji nerwicowych takich jak stany lękowe czy depresyjne.

Nie można jednak mówić o jednoznacznym związku między długotrwałe utrzymującą się sytuacją stresową bądź bardzo silnym stresem a jakąkolwiek chorobą. Związek ten jest wynikiem działania wielu dodatkowych czynników, takich jak: skłonności genetyczne, rodzaj czynnika stresującego, wyuczone nawyki reagowania i inne. Szczególnie często analizowane są powiązania stresu z następującymi zaburzeniami²⁰:

- chorobami sercowo-naczyniowymi: chorobą wieńcową, zawałami serca czy nadciśnieniem;
- zaburzeniami układu trawiennego: wrzody trawienne;
- dolegliwościami mięśniowo-szkieletowymi: wzrostem napięcia mięśni prądkowanych;
- zmniejszeniem odporności układu immunologicznego, zwiększającymi prawdopodobieństwo pojawienia się najróżniejszych chorób o charakterze wirusowym i bakteryjnym, a nawet nowotworowych.

Stres doświadczany przez pracowników przyczynia się do osłabienia funkcjonowania organizacji, czego przejawem są²¹:

- zwiększona absencja pracowników;
- zmniejszona produktywność;
- wyższa fluktuacja;
- wzrost kosztów związanych ze zwiększoną zachorowalnością.

²⁰ Widerszal-Bazyl M., Stres psychospołeczny w pracy – pojęcie, źródła i konsekwencje, różnice indywidualne, prewencja, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 5, str. 69-70.

²¹ Widerszal-Bazyl M., Stres psychospołeczny w pracy – pojęcie, źródła i konsekwencje, różnice indywidualne, prewencja, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 5, str. 73.

4. CZAS PRACY

W nowoczesnych społeczeństwach występuje powszechna tendencja do skracania czasu pracy, która z reguły prowadzi do wzrostu wydajności pracy i produkcji²². Skracanie czasu pracy może następować w wymiarze godzinowym, dziennym, tygodniowym, miesięcznym, rocznym, a także w skali całego życia pracownika. Obecnie w większości krajów rozwiniętych obowiązuje 40-godzinny lub krótszy tydzień pracy.

Przeprowadzone badania wykazały, że skrócenie dnia pracy wpływa na zwiększenie wydajności godzinowej na skutek szybszej pracy i zmniejszenia się liczby dowolnych przerw. Ta zmiana zachodzi przeważnie po kilku dniach. Niekiedy zauważano ją jednak dopiero po upływie kilku miesięcy.

W przeciwieństwie do tego przedłużenie dnia pracy prowadzi do zmniejszenia tempa pracy i obniżenia wydajności godzinowej. Towarzyszy mu także charakterystyczne zwiększenie absencji wskutek chorób i wypadków. Ośmiogodzinny dzień pracy, który wystawia pracownika na średnie, lecz znośne zmęczenie, nie może być przedłużony do 9 lub więcej godzin bez negatywnych konsekwencji. To zwiększone obciążenie nie da się bowiem wyrównać przez dłuższy odpoczynek w sobotę i w niedzielę.

Pracownik zachowuje tendencje do zachowania pewnej określonej wydajności dziennej i w związku z tym, poprzez dostosowanie rytmu pracy, dąży do wyrównania zmian czasu pracy. Fakt ten można jednak stwierdzić tylko tam, gdzie tempo pracy jest samodzielnie regulowane przez pracownika, a nie jest uzależnione od pracy maszyny lub pracy przy taśmie. Stopień dostosowania tempa pracy do długości dnia jest zależny również od wysokości zarobków i innych czynników motywacyjnych.

Coraz powszechniej wprowadzany jest system ruchomego czasu pracy, gdzie ogólny wymiar czasu pracy pozostaje bez zmian, a jedyną zmienną jest pora wykonywania pracy. W tym systemie należy pracownikowi przyznać jedynie niezbyt duży margines swobody ponieważ w swoich decyzjach dotyczących pory wykonywania pracy nie kieruje się on psychofizycznymi predyspozycjami do pracy.

Oprócz wymiaru i rozkładu czasu pracy na wydajność pracy i produkcji wpływają także przerwy w pracy.

5. PRZERWY W PRACY

Należy pamiętać, że możliwa intensywność działania człowieka jest ograniczona, a także ograniczony jest czas działania człowieka z określoną

²² Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 108-113.

intensywnością. Należy więc dobrać taki poziom intensywności działania, który umożliwi człowiekowi wykonywanie zadań przez całą zmianę roboczą (i przez cały okres wieku produkcyjnego) bez szkody dla zdrowia, nie wywołując nieodwracalnych zmian w organizmie, wywołanych przez zmęczenie pracą. Dobra organizacja pracy powinna więc zapewnić pracującemu człowiekowi odpowiednie przerwy w pracy.

Studia nad pracą wykazały, że człowiek pracujący robi różnego rodzaju²³:

- przerwy dowolne, które pracownik robi otwarcie, aby wypocząć. Zwykle nie trwają one długo, jednakże przy pracach wymagających dużego wysiłku zdarzają się bardzo często. Nie mają jednak większej wartości wypoczynkowej, ponieważ są denerwujące i często nużą system nerwowy;
- przerwy zamaskowane (prace uboczne), przez które rozumiemy uboczne zajęcia, które w konkretnym momencie nie są konieczne do wykonania pracy. Takimi zajęciami ubocznymi człowiek próbuje zamaskować przerwę, którą potrzebuje dla odpoczynku. Na większości stanowisk pracy istnieje mnóstwo możliwości robienia zamaskowanych przerw, np. czyszczenie części do maszyny, porządkowanie pola pracy, opuszczenie stanowiska roboczego pod pretekstem zasięgnięcia koniecznej informacji lub konsultacji z kolegą lub przełożonym. Ze stanowiska fizjologii te uboczne zajęcia są pożądane. Nikt nie jest zdolny do ciągłej pracy fizycznej bądź umysłowej bez jakichkolwiek przerw;
- przerwy uwarunkowane pracą to wszelkiego rodzaju oczekiwanie, spowodowane organizacją pracy lub biegiem maszyny. Czas oczekiwania bywa nieraz uwarunkowany oczekiwaniem na zakończenie operacji magazynowej, ostygnięcie narzędzia, na rozruch lub rozgrzanie aparatu, na przygotowanie surowca do obróbki, na naprawę maszyny lub narzędzia. Wśród pracowników takie oczekiwania są liczne i często długotrwałe, a szczególnie we wszelkiego rodzaju zakładach usługowych, gdzie trzeba czekać na klientów lub na jakieś zamówienie. Przy pracy na taśmie długość przerw warunkowanych pracą zależy od zręczności pracującego i intensywności pracy, gdyż czas oczekiwania na następny obrabiany przedmiot jest tym dłuższy im prędzej zostanie wykonana odpowiednia operacja. Ponieważ szybkość pracy maleje wraz z przybywaniem lat, młodszy robotnicy mają dłuższe przerwy, gdy ich starsi koledzy niekiedy muszą pracować bez przerwy. Z tego powodu stary, a także niezręczny pracownik często musi pracować z pośpiechem, co prowadzi do przemęczenia;

²³ Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 114-118; Nawarra L., *Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy*, skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980, str. 59-60; Kania J., *Wybrane zagadnienia z ergonomii*, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1979, str. 60.

- przerwy regulaminowe, czyli przerwy ustanowione przez zakład. Do nich można zaliczyć: przerwę obiadową, przerwy na posiłki regenerujące i różnego rodzaju krótkie przerwy.

Te cztery rodzaje przerw są w pewnym stopniu zależne od siebie²⁴. Stwierdził to O. Graf przeprowadzając badanie czasu. Okazało się w szczególności, że wprowadzenie krótkich przerw planowych zmniejszyło występowanie przerw dowolnych i zamaskowanych.

Ogólnie można stwierdzić, że suma wszystkich przerw powinna wynosić co najmniej 10% czasu pracy. Oznacza to, że na efektywny czas pracy należy przeznaczyć około 7-7,5 godzin, a na wypoczynek 0,5-1 godziny dziennie.

Układ przerw powinien być dostosowany do rodzaju wykonywanej pracy w taki sposób, aby zapewnić jak największą wydajność pracy i najmniejsze zmęczenie²⁵:

- przerwy trwające 3-5 min stosowane często (nawet co godzinę), należy wprowadzać przy czynnościach wymagających skupienia i uwagi oraz przy pracy monotonnej, np.: przy pisaniu na maszynie, montażu drobnych części, obsłudze centrali telefonicznej (dłuższa przerwa może spowodować wypadnięcie z rytmu);
- przerwy w wymiarze 1:1 (stosunek czasu pracy do czasu przerwy) są korzystne przy pracy najcięższej fizycznie lub w uciążliwych warunkach środowiska, np. w hutach, kopalniach, kuźniach;
- najczęściej stosowany formalny rozkład przerw jest następujący:
 - jedna przerwa 15-minutowa (między 1/2 lub 2/3 czasu trwania pracy);
 - przerwy dzielące dzień pracy na 2 lub 3 części;
- rozkład przerw oparty na wynikach badań naukowych:
 - przerwa po okresie uzyskania maksymalnej wydajności pracy (od tego momentu nastąpiłby jej spadek):
 - a) 15-minutowa przerwa śniadaniowa oraz 7-minutowa gimnastyka, 2-3 razy w ciągu dnia pracy;
 - b) krótkie przerwy w okresie optymalnej dyspozycji do pracy, dłuższe w okresie narastającego zmęczenia;
 - c) ustalenie normy czasu na przerwy wypoczynkowe w zależności od wydatku energetycznego oraz warunków cieplnych otoczenia i zwiększenie czasu przerwy o dodatki wypoczynkowe w zależności od zużytej energii.

²⁴ Nawarra L., *Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy*, skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980, str. 60.

²⁵ Górską E., *Ergonomia: projektowanie, diagnoza, eksperymenty*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002, str. 270-271.

6. POSIŁKI REGENERACYJNE I NAPOJE

Posiłki regeneracyjne mają pracownikowi dostarczyć energii, odpowiadającej intensywności wysiłku potrzebnego do wykonania danej pracy, a równocześnie zapewnić istotną część zapotrzebowania na płyny. Energetyczną wartość żywności można zmierzyć. Wyraża się je w kaloriach (Kcal). Tą samą miarą określa się zużycie energii przez człowieka, które jest tym wyższe, im większy wysiłek fizyczny podejmuje w procesie pracy²⁶ (tab. 19):

- osoby zużywające przeciętnie 2000-3000 kalorii dziennie, pracują przede wszystkim na stanowiskach nierobotniczych;
- osoby zużywające przeciętnie 3000-4000 kalorii dziennie (poza rzadkimi przypadkami ciężkich prac z zapotrzebowaniem od 4000-5000 kalorii dziennie) wykonują prace fizyczne.

Tabela 19

Rozdział dziennego pożywienia według rodzaju i ilości kalorii (w kcal)

Posiłek	Kategorie	
	urzędnicy i zawody kobiety	robotnicy fizyczni
Śniadanie	300 – 400	600 – 700
Posiłek regenerujący	25 – 50	150 – 250
Obiad	800 – 900	900 – 1 000
Posiłek regenerujący	25 – 50	150 – 250
Kolacja	1 250 – 1 400	1 400 – 1 600
Razem	2 400 – 2 800	3 200 – 3 800

Źródło: Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 128.

Dla zdrowia i gotowości do pracy korzystny i wart polecenia jest podział dziennej racji żywnościowej na pięć porcji: 3 posiłki zasadnicze i 2 regeneracyjne. Wniosek taki ustalono na podstawie badań przeprowadzonych przez amerykańskich fizjologów pracy Haggarda i Greenberga. Wykazali oni, że poziom cukru we krwi i ilaraz oddechowy wzrastał po każdym posiłku, a równolegle do tego wzrastała zdolność pracy mięśni. Zdolność ta natomiast malała coraz bardziej w miarę upływu czasu od ostatniego posiłku i mniej więcej w trzy lub cztery godziny po śniadaniu, kiedy ilość cukru we krwi osiągała najniższy poziom. Towarzystwo temu często uczucie zmęczenia i

²⁶ Nawarra L., *Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy*, skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980, str. 98; Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 121-124.

zmniejszenie wydajności. Jeżeli autorzy podawali badanym osobom w dwugodzinnych odstępach posiłki wzmacniające, cukier nie spadał do najniższego poziomu. W rezultacie ilość cukru we krwi oraz zdolność do pracy pozostawały przeciętnie przez cały dzień podwyższone. Wyniki tych badań zostały w ostatnich latach wielokrotnie potwierdzone przez inne badania, przeprowadzone w podobnych warunkach.

Składniki tworzące poszczególne posiłki powinny być dobierane ze szczególną starannością, ponieważ każdy produkt żywnościowy może wywierać dodatni lub ujemny wpływ na funkcjonowanie organizmu człowieka podczas wykonywania pracy fizycznej lub umysłowej. Jednakże normy przeciętnego dziennego zapotrzebowania energii człowieka pracującego ustala się biorąc pod uwagę wiek, płeć, rodzaj pracy i stan fizjologiczny człowieka. Zapotrzebowanie na energię dla dwóch osób o jednakowej budowie i wadze ciała zmienia się bowiem gwałtownie w zależności od rodzaju wykonywanej pracy.

Oprócz dostarczania odpowiedniej ilości energii, zgromadzonej w pożywieniu, dla sprawnego przebiegu procesu pracy konieczne jest zapewnienie pracownikom napojów. Przyjmuje się, że zapotrzebowanie na płyny celem utrzymania naturalnej gospodarki wodnej wynosi 35 g na 1 kg wagi ciała w ciągu doby, czyli 2 do 2,5 litra dziennie²⁷. Przyjmowanie płynów jest regulowane przez uczucie pragnienia, które zależy od zawartości soli we krwi. Podwyższenie zawartości soli we krwi nasila uczucie pragnienia, czyli jedzenie pożywienia zawierającego dużo soli pobudza pragnienie.

Dla zdrowia i gotowości do pracy wart polecenia jest zwyczaj picia letnich lub gorących napojów (dotyczy to również prac w wysokich temperaturach i w czasie gorącej pory roku), ponieważ mniej obciążają one żołądek i szybciej docierają do krwi, gdzie mogą rozpocząć swoje dobroczynne działanie. Zimne napoje, podobnie jak zimne posiłki powodują bowiem kurczenie się naczyń krwionośnych w żołądku i gorsze wydzielanie soków trawiennych. Wskutek tego trawienie ulega zwolnieniu, a u osób wrażliwych przebiega nawet z trudem. To wszystko przyczynia się do obniżenia zdolności termogenezy organizmu człowieka. Dlatego też posiłki zasadnicze lub regenerujące nie powinny składać się wyłącznie z zimnych napojów i zimnego pożywienia.

²⁷ Grandjean E., *Fizjologia pracy. Zarys ergonomii*, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971, str. 125-127.

7. LITERATURA:

- [1] Ergonomia, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986.
- [2] GRANDJEAN E.: Fizjologia pracy. Zarys ergonomii, Państwowy Zakład Wydawnictw Lekarskich, Warszawa 1971.
- [3] GÓRSKA E.: Ergonomia: projektowanie, diagnoza, eksperymenty, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.
- [4] KANIA J.: Wybrane zagadnienia z ergonomii, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1979.
- [5] KRAUSE M.: Ergonomia. Praktyczna wiedza o pracującym człowieku i jego środowisku, Śląska Organizacja Techniczna, Katowice 1992.
- [6] NAWARRA L.: Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy, Skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980.
- [7] Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 5;
- [8] OLSZEWSKI J.: Podstawy ergonomii i fizjologii pracy, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997.
- [9] WYKOWSKA M.: Ergonomia, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994.
- [10] ZŁOWODZKI M.: Nowa forma pracy zmianowej w systemie globalnego przepływu informacji, Ergonomia 2001, t. 1-2.

Rozdział V

WYBRANE CZYNNIKI ERGONOMICZNE W KSZTAŁTOWANIU ŚRODOWISKA PRACY

1. KONSTRUKCJA BUDYNKU

W ergonomicznej problematyce kształtowania środowiska pracy zasadnicze znaczenie w naszych warunkach klimatycznych ma budynek jako miejsce pracy człowieka. Decyduje on o wielu czynnikach, kształtujących środowisko pracy oraz wpływa na jej organizację. Współczesna organizacja pracy znacznie zwiększyła funkcję obiektu przemysłowego. Wymaga się bowiem, aby obiekt przemysłowy pełnił przynajmniej następujące funkcje¹:

- produkcyjne: przygotowawcze, główne, montażowe, wykańczające, transportowe, magazynowe;
- pomocnicze: administracyjno-handlowe, organizacyjne, projektowo-studialne, wdrożeniowe;
- zabezpieczenia ruchu: wytwarzanie i rozdział energii oraz gazów technicznych, uzdatnianie wody, przygotowanie narzędzi, prace remontowo-konserwacyjne;
- socjalne, podporządkowane potrzebom załogi: higieniczno-sanitarne, oświatowo-kulturalne, szkoleniowe, opieka lekarska, żywienie zbiorowe, ratownictwo, rekreacyjne.

Pomieszczenia, spełniające te zadania w zakładach pracy mogą być zlokalizowane w jednym obiekcie lub w kilku w zależności od wielkości zakładu, a także od procesu produkcyjnego i wymagań organizacji produkcji. Elementy konstrukcji budynków tworzą dachy, stropy, ściany posadzki i trakty komunikacyjne.

Dachy powinny spełniać rolę zabezpieczenia od wpływów atmosferycznych i być wykonane z materiałów niepalnych. Dachy oszklone powinny posiadać poprawną izolację termiczną, która uniemożliwia kondensację pary wodnej. Ponadto wnętrza oświetlone z całkowicie przeszklonych dachów mogą mieć niewłaściwe warunki oświetleniowe².

Pomieszczenia, w których wytwarza się lub przechowuje materiały wybuchowe, nie mogą być oświetlone z dachów przeszklonych.

Stropy, podobnie jak dach, powinny spełniać rolę zabezpieczenia przed wpływami atmosferycznymi, być wykonane z materiałów niepalnych i mieć

¹ Wojtowicz R., *Zarys ergonomii technicznej*, PWN, Warszawa 1978, str. 65.

² Wojtowicz R., *Zarys ergonomii technicznej*, PWN, Warszawa 1978, str. 82-83.

oznaczone dopuszczalne obciążenie. Ponadto wymaga się, aby stropy charakteryzowały się następującymi cechami³:

- mieć oznaczone dopuszczalne obciążenia;
- gładkie od strony hali ze względu na fakt, że zapobiega to gromadzeniu się kurzu i pyłów w górnych partiach budynku;
- izolacyjne termicznie i akustycznie, a zwłaszcza na energię akustyczną z zakresu słyszalnego.

W pomieszczeniach przeznaczonych do pracy człowieka ściany powinny spełniać następujące warunki: zabezpieczać przed wpływami atmosferycznymi i odpowiadać wymaganiom przeciwpożarowym, lokalizować dźwięki i drgania, być dobrym izolatorem cieplnym, charakteryzować się dużą odpornością na czynniki agresywne: żrące pary, gazy, woda, pyły, a także nie dopuszczać do skraplania się na nich pary, nie pochłaniać i lokalizować wyziewów pyłów i gazów⁴.

Budynek przemysłowy jest obiektem wykorzystywanym przez wiele lat, w czasie których mają miejsce zmiany procesu produkcyjnego, wymagające szybkiego przystosowania wnętrza do aktualnych potrzeb. Umożliwiają to prefabrykowane ściany działowe, łatwe do montażu i demontażu. Tego typu ściany poleca się również do stosowania w bardzo dużych powierzchniowo halach do tworzenia tzw. punktów widokowych, umożliwiających krótki wypoczynek wzroku.

W wykończeniu wnętrz pomieszczeń przeznaczonych do pracy człowieka na szczególną uwagę zasługuje posadzka. Powinna mieć następujące cechy: odpowiednie właściwości izolacyjno-ciepłne i akustyczne, elastyczność, łatwość czyszczenia i odpowiedni współczynnik tarcia, zabezpieczający przed poślizgiem, wodoodporność oraz szczelność na gazy i pyły⁵. Wybór określonej posadzki jest bardzo trudny z uwagi na fakt, że niezwykle rzadko posadzka może sprostać wszystkim, stawianym jej wymaganiom. Stąd w doborze należy liczyć się z pewnym kompromisem. Najlepsze właściwości z punktu widzenia

³ Wojtowicz R., *Zarys ergonomii technicznej*, PWN, Warszawa 1978, str. 81.

⁴ Wojtowicz R., *Zarys ergonomii technicznej*, PWN, Warszawa 1978, str. 81-82; Filipkowski S., *Ergonomia przemysłowa. Zarys problematyki*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970, str. 130-132; Nawarra L., *Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy*, Skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980, str. 177-179.

⁵ Wojtowicz R., *Zarys ergonomii technicznej*, PWN, Warszawa 1978, str. 83-84; *Projektowanie miejsc pracy. Postępowanie, metody i wiedza techniczna*, CIOP, Warszawa 2002, str. 73-74.; Filipkowski S., *Ergonomia przemysłowa. Zarys problematyki*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970, str. 121-124; Nawarra L., *Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy*, Skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980, str. 173-177.

wymagań ergonomicznych ma posadzka o właściwościach zbliżonych do drewnianej.

W problematyce ergonomicznej ważne są drogi ewakuacyjne. Wymaga się, aby drogi były trwale oznakowane, np.: farbą lub lampkami świetlnymi. W obszarze przeznaczonym na drogi i przejścia nie mogą znajdować się żadne stałe urządzenia ograniczające ich szerokość.

Pomieszczenia, w których przebywają ludzie muszą mieć drogi ewakuacyjne. Czas ewakuacji z pomieszczeń nie powinien przekraczać 3 min⁶. Minimalną, potrzebną szerokość przyjmuje się na podstawie wskaźnika uzależniającego szerokość drzwi od liczby korzystających z nich pracowników. Na każde 100 pracowników przyjmuje się 0,5 m, z tym jednak, że drzwi nie mogą być węższe niż 1,2 m i niższe niż 2 m. Szybkość przechodzenia przez drzwi powinna wynosić 25 osób na 1 min na każde 0,5 m szerokości. Wyjątkowo wysokość drzwi od maszynowni może wynosić 1,8 m. W drzwiach, bramach i przejściach nie należy stosować progów i stopni. Ze względów bezpieczeństwa obowiązuje zasada, że wszystkie drzwi wewnętrzne powinny otwierać się w kierunku wyjścia głównego. Drzwi wyjścia głównego (maksymalna szerokość wynosi 2,4 m) powinny otwierać się na zewnątrz. Zarówno w przejściach, jak i drzwiach powstaje stosunkowo dużo wypadków. Ich przyczyną jest niewłaściwa, wadliwa konstrukcja drzwi, jak również niewystarczająca widoczność. Obecnie dąży się do szerszego stosowania drzwi i bram przeźroczystych.

Elementy traktów komunikacji pionowej, takie jak: schody, pochylnie i drabiny w problematyce ergonomicznej rozpatrywane są z punktu widzenia minimalizacji wysiłku ich pokonywania oraz zapewnienia pełnego bezpieczeństwa podczas ich użytkowania w sytuacjach normalnych i awaryjnych⁷. Schody w budynkach przemysłowych, przewidziane do transportu ciężarów, nie powinny mieć biegów liczących więcej niż 14 stopni. W innych budynkach dopuszcza się biegi liczące 18 stopni. Schody przewidziane do noszenia ciężarów powinny mieć oznaczenie określonej nośności. Schody wewnętrzne, mające więcej niż 5 stopni powinny być zaopatrzone przynajmniej w jeden pochwyt, w przypadku gdy szerokość biegu nie przekracza 1,5 m. Przy przekroczeniu tej szerokości należy stosować pochwyt dwustronny. Postulat ten jest ważny również dla pochylni w przypadku, gdy szerokość biegu nie

⁶ *Projektowanie miejsc pracy. Postępowanie, metody i wiedza techniczna*, CIOP, Warszawa 2002, str. 75-76; Wojtowicz R., *Zarys ergonomii technicznej*, PWN, Warszawa 1978, str. 86-92; Filipkowski S., *Ergonomia przemysłowa. Zarys problematyki*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970, str. 108-110; Nawarra L., *Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy*, Skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980, str. 162- 167.

⁷ Filipkowski S., *Ergonomia przemysłowa. Zarys problematyki*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970, str. 112 i 114-117.

przekracza 1,50 m. Pochylnie nabierają coraz większego znaczenia, ponieważ rozwiązują wiele problemów w organizacji transportu wewnętrznego. Stosuje się je również w budynkach przeznaczonych do pracy osób z ograniczoną zdolnością ruchową. Uważa się, że pochylnie są optymalnym rozwiązaniem przystosowanym do ruchu pieszego w zakładach pracy. Człowiek na pochylni może dowolnie regulować długość swego kroku, zależnie od przenoszonego ciężaru, stanu zdrowia czy wieku.

Ważnym elementem stanowiska pracy jest przestrzeń robocza. Jako minimum przyjmuje się 2 m² powierzchni i 13 m² wolnej przestrzeni na jednego pracownika. Często te parametry powinno się zweryfikować zależności od rodzaju wykonywanej pracy na danym stanowisku pracy⁸.

2. CECHY ANTROPOMETRYCZNE JAKO PODSTAWA PROJEKTOWANIA PRZESTRZENI PRACY

Udział ergonomii w projektowaniu przestrzeni pracy sprowadza się do realizacji jej podstawowego celu, jakim jest przystosowanie pracy i narzędzi do psychofizjologicznych właściwości budowy ciała człowieka. Masa ciała, cechy anatomiczne człowieka oraz jego predyspozycje fizyczne i psychiczne, ze względu na swą stosunkowo małą elastyczność, warunkują kształtowanie struktury przestrzennej miejsca pracy oraz jego elementów składowych. Informacji na temat budowy, wielkości i proporcji ciała człowieka dostarcza nauka zwana antropometrią.

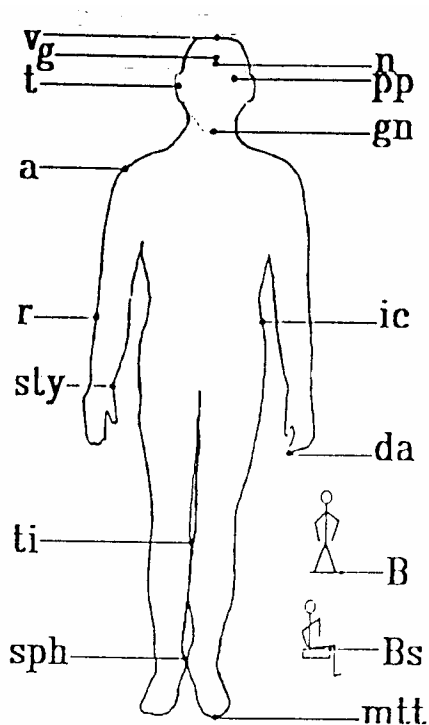
Zdaniem znanego antropologa francuskiego J. Papillaut'a celem antropometrii jest przetłumaczenie rozmiarów i kształtów ciała ludzkiego na liczby i określone stosunki ilościowe. W praktyce projektowej parametry właściwości maszyn są dobrze znane, podczas gdy znajomość właściwości człowieka w odniesieniu do specjalistycznych potrzeb projektowania jest znikoma. W rezultacie projektanci i konstruktorzy w wielu przypadkach nie dysponując aktualnymi i potrzebnymi danymi antropometrycznymi, opierają się na własnej intuicji podczas projektowania. Powstające wyroby są wtedy niedostosowane do możliwości anatomicznych i fizjologicznych przyszłych użytkowników. Aby wyeliminować te niedogodności dla potrzeb ergonomii, prowadzone są badania antropometryczne, które zajmują się dostarczaniem obiektywnych i możliwie dokładnych danych liczbowych charakteryzujących budowę ciała ludzkiego w powiązaniu ze stanowiskiem roboczym (rys. 3).

Wykonywane pomiary antropometryczne opisują sylwetkę:

- wyprostowaną. Zajmuje się tym antropometria klasyczna: statyczna i dynamiczna;

⁸ *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 114.

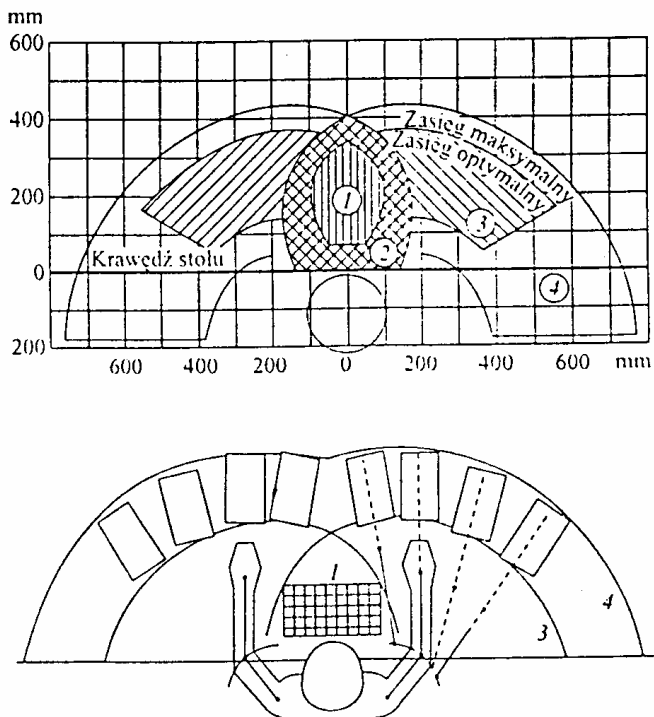
- naturalną, jaką przyjmuje człowiek podczas wykonywanej czynności – zajmuje się tym antropometria ergonomiczna.
- W antropometrii klasycznej pomiary dla cech statycznych (w pozycji nieruchomej: stojącej, siedzącej i leżącej) obejmują⁹:
- pomiary wysokości, które służą do określenia odległości punktów antropometrycznych od położenia, na którym stoi lub siedzi badany;
 - pomiary długości (poszczególnych części ciała);
 - pomiary szerokości i głębokości;
 - pomiary obwodów;
 - pomiary współrzędnych sklepienia stopy.
 - inne, jak średnica chwytu rękojeści, grubość fałdów skórno-tłuszczowych różnych części ciała.



Rys. 3. Rozmieszczenie punktów antropometrycznych na ciele człowieka

Źródło: Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 25

⁹ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 23; Batogowska A., Malinowski A., *Ergonomia dla każdego*, Sorus, Poznań 1997, str. 14-15.



Rys. 4. Określenie stref zasięgu ruchów na płaszczyźnie pracy:

1 – optymalna strefa zasięgu obu kończyn górnych, 2 – maksymalna strefa zasięgu kończyn górnych, 3 – optymalna strefa zasięgu jednej kończyny górnej, 4 - maksymalna strefa zasięgu jednej kończyny górnej

Źródło: Tytyk E., Projektowanie ergonomiczne, PWN, Warszawa – Poznań, 2001, str. 142

Dla cech o charakterze dynamicznym, wykonywane są pomiary¹⁰:

- kątów odchylenia kończyn górnych i dolnych (całych i ich części): w dół, w górę, w lewo i prawo;
- kątów skrętu kończyn i ich części;
- kątów odchylenia i skrętów głowy;
- kątów odchylenia grzbietowego i podeszwowego stopy;
- kątów odchylenia ręki zaciśniętej na uchwycie cylindrycznym.

¹⁰ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 24; Batogowska A., Malinowski A., *Ergonomia dla każdego*, Sorus, Poznań 1997, str. 16.

W oparciu o wymienione wcześniej pomiary ustala się zasięg rozpiętości ruchów kończyn i ich części. Rozróżnia się następujące zasięgi¹¹:

- normalny: czasza ruchu zakreślona jest przed przedramiona ze zgiętym stawem łokciowym, przy nieruchomym tułowi;
- maksymalny: czasza ruchu zakreślona jest przez wyciągniętą rękę i palce (ruch w stawie barkowym) przy nieruchomym tułowi;
- maksymalnie wymuszony: ruch wykonany przy użyciu wszystkich możliwych stawów, aż do utraty równowagi.

Wykreślenie zasięgów pozwala na określenie poszczególnych typów stref pracy¹², przedstawionych na rysunku 4:

- optymalnej, która może być wyznaczona z zasięgu normalnego, wspólnego dla obu rąk. W tej strefie wykonuje się ruchy podstawowe, czynności precyzyjne;
- dopuszczalnej I, określonej przez zasięg maksymalny, wspólny dla obu rąk. W tej strefie wykonuje się ruchy podstawowe, czynności mniej precyzyjne;
- dopuszczalnej II dla prac wykonywanych przez każdą rękę z osobna. W tej strefie wykonuje się ruchy pomocnicze;
- możliwej, lecz nie zalecanej, wyznaczonej przez zasięg maksymalny dla każdej ręki oddzielnie. W tej strefie wykonuje się ruchy pomocnicze o małej częstości występowania.

Uzyskane rezultaty przeprowadzonych pomiarów antropometrycznych zbiera się i publikuje w atlasach antropometrycznych¹³. Najbogatszym źródłem o rozmiarach ciała populacji polskiej są wyniki badań Zakładu Antropologii PAN we Wrocławiu przy współpracy z Laboratorium Antropometrii Funkcjonalnej Zakładu Badań Ergonomicznych Instytutu Wzornictwa Przemysłowego w Warszawie. Opracowano zbiór zawierający 200 cech antropometrycznych statycznych, funkcjonalnych i specjalnych, które charakteryzują populację ludzi dorosłych w różnych pozycjach ciała (stojącej, siedzącej, leżącej, kucznej i klęcznej) podczas wykonywania pracy. Uwzględniają one naturalny układ ciała i sprawne jego funkcjonowanie oraz układy odniesienia zgodne z układami wymiarowania w konstrukcji maszyn i urządzeń. Podano tam szkice pomiarowe i tablice antropometryczne, charakteryzujące populację mężczyzn i kobiet w wieku 20-60 lat zatrudnionych w przemyśle. Zestawy danych antropometrycznych powinny być zawsze aktualne i uzupełnianie danymi dotychczas nie znanymi lub danymi specjalnymi, gromadzonymi dla potrzeb własnych lub na indywidualne zamówienia przemysłu. Wobec zmian wymiarów ciała,

¹¹ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 32.

¹² Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 33.

¹³ Batogowska A., Malinowski A., *Ergonomia dla każdego*, Sorus, Poznań 1997, str. 22-23.

zachodzących bezustannie w populacji ludzkiej, badania powinny być powtarzane cyklicznie co 10 lat.

Informacje o cechach antropometrycznych zawierają numer cechy i opis słowny (często z zastosowaniem terminologii łacińskiej). Następnie są podane wartości wymiarów z uwzględnieniem płci i podziału na kwantyle¹⁴. Symbol wartości wymiaru antropometrycznego reprezentowany w zapisach operacji antropometrycznych składa się zatem z numeru porządkowego, oznaczenia płci i oznaczenia kwantyla. Wartości wymiarowe podawane są w milimetrach. Zastosowanie kwantyli w projektowaniu przestrzeni pracy przede wszystkim umożliwi ustalenie odsetka użytkowników, osiągających warunki komfortu przy danym rozwiązaniu projektowym.

W projektowaniu ergonomicznym projektant musi uwzględniać dane antropometryczne opracowane dla konkretnej populacji użytkowników, biorąc pod uwagę¹⁵:

- zmiany rasowe (rasa biała, czarna i żółta);
- konstytucjonalne (budowa somatyczna);
- dymorficzne (różnice między mężczyznami i kobietami);
- rozwojowe (zmiany ontogenetyczne od urodzenia do starości).

Przy projektowaniu stanowisk pracy z wykorzystaniem danych antropometrycznych stosuje się następujące metody¹⁶:

- statystyczną, polegającą na wykonywaniu badań doświadczalnych dopasowywania urządzeń do użytkownika z uwzględnieniem wszystkich zainteresowanych w warunkach zbliżonych do rzeczywistych;
- manekinów płaskich (fantomów) – fantomy stanowią zbiór wielu wymiarów ciała ludzkiego, wyrażony w postaci płaskiej, ruchomej sylwetki. Fantomy pozwalają modelować dowolną liczbę sytuacji, w jakich może się znaleźć człowiek współpracujący z maszynami. Sylwetka ciała jest wykonana w skali 1:1 z zachowaniem dokładnych proporcji poszczególnych części ciała człowieka oraz z uwzględnieniem płci i wartości progowych lub mediany. Poważną wadą jest traktowanie pracy jako zjawiska statycznego ze względu

¹⁴ Populacja ludzka podlega rozkładowi normalnemu (krzywa Gaussa). W rozważaniach przyjmuje się jedynie 90% tego rozkładu, odrzucając po 5% skrajnych wartości. Dla potrzeb ergonomii przyjęto stosować trzy charakterystyczne wielkości: 1) kwantyl 5 – tylko 5% populacji nie osiąga wymiaru progowego danej cechy, 2) kwantyl 95 – poniżej wymiaru progowego największego znajduje się 95% populacji ma takie lub mniejsze cechy danej populacji, 3) mediana, która dzieli populację użytkowników na osiągających konkretny wymiar oraz na takich, którzy tego wymiaru nie osiągają, w: Batogowska A., Malinowski A., *Ergonomia dla każdego*, Sorus, Poznań 1997, str. 21-22.

¹⁵ Batogowska A., Malinowski A., *Ergonomia dla każdego*, Sorus, Poznań 1997, str. 26.

¹⁶ Górka E., *Ergonomia: projektowanie, diagnoza, eksperymenty*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002, str. 136-143; Tytyk E., *Projektowanie ergonomiczne*, PWN, Warszawa - Poznań 2001, str. 135-138.

na umowność punktów przegubów i brak ograniczników zakresu ruchów kątowych. Nie ma także informacji o subiektywnych odczuciach i o zmęczeniu pracownika. Szczególnie pomocna ta metoda jest w niektórych stadiach projektowania i podczas przeprowadzania korekty w istniejących już układach ergonomicznych. Może być stosowana z oryginalnymi elementami stanowiska pracy bądź w odniesieniu do urządzeń prototypowych;

- dwuwymiarowe modele człowieka (manekiny), które można wykonać ręcznie z odpowiednio twardego materiału, mając do dyspozycji wzorzec sylwetki człowieka maksymalnego i minimalnego oraz wzory poszczególnych jego części, w naturalnej wielkości. Najczęściej stosowane są wzorce z profilem poprzecznym sylwetki człowieka. Dostateczną dokładność zapewnia skala 1: 10. Istotny wpływ na dokładność ustalonych do projektowania wymiarów ma właściwe ustalenie punktów osi obrotu poszczególnych części manekina, odpowiadających osiom obrotu odpowiednich stawów. Pozwala to na osiągnięcie zupełnie zadowalających rozwiązań projektowych;
- metoda wykorzystywania schematów obszarów pracy. Teoretyczny obszar pracy jest określany zasięgiem kończyn górnych przy założeniu, że pracownik nie zmieni ani pozycji, ani miejsca pracy. Praktycznie zasięg rąk wyznacza również ruch tułowia. Schemat obszaru pracy dla ludzi o wymiarach progowych i przeciętnych określa się na podstawie atlasu antropometrycznego. Schematy te nanosi się następnie na rysunki projektowanych stanowisk roboczych. W ten sposób bada się poprawność struktury przestrzennej w stosunku do możliwości zasięgowych człowieka;
- eksperymentalna. Wykonywane są modele stanowiska w skali 1:5, 1:50 lub w rzeczywistym, bada się relacje grup co najmniej 5-osobowych z reprezentacji kwantyli progowych i mediany. Metoda ta pozwala na uniknięcie wad metody manekinów płaskich;
- graficzna, która wykorzystuje możliwości komputera, podaje wiele wariantów, a przy zastosowaniu odpowiedniego kryterium pozwala na wybór wersji najbardziej optymalnej. Wspomaga projektowanie układu człowiek – maszyna w formie programów komputerowych. Systemy te nie zastąpią badań prototypów i modeli z rzeczywistymi ludźmi, ale mogą się przyczynić do znacznego zredukowania kosztów badań poprzez poprawne zaprojektowanie relacji wymiarowych i wychwycenie na etapie projektowania problemów, których nie można rozwiązać bez testowania na stanowiskach rzeczywistych. Najczęściej używane są systemy typu CAD, wśród których występują programy komputerowe o takich nazwach jak: APOLIN, ERGODATA, RAMSIS, DIANA czy HEINER;
- wideosomatografia. Technika ta polega na rejestrowaniu na taśmie wideo wszystkich ruchów i pozycji ciała człowieka w warunkach naturalnych

procesu pracy. Zarejestrowane sytuacje można wielokrotnie odtwarzać, dokonywać analizy i określać rozwiązania zbliżone najbardziej do optymalnych, zarówno z punktu widzenia kinematyki ruchów, jak i płaszczyzny pola pracy. Stosując tę metodę dokonuje się licznych zdjęć makiet stanowiska pracy w różnych płaszczyznach. Kamery rejestrują ruchy operatora, który symuluje wykonanie danej operacji. Następnie przy użyciu urządzenia miksującego nakłada się obraz poruszającego się człowieka na makietę stanowiska. W ten sposób bada się poprawność struktury przestrzennej z punktu widzenia dostosowania jej do możliwości wymiarowych człowieka. Dużą zaletą tej metody jest rejestracja rzeczywistych ruchów w procesie pracy.

3. POZYCJA CZŁOWIEKA PRZY PRACY

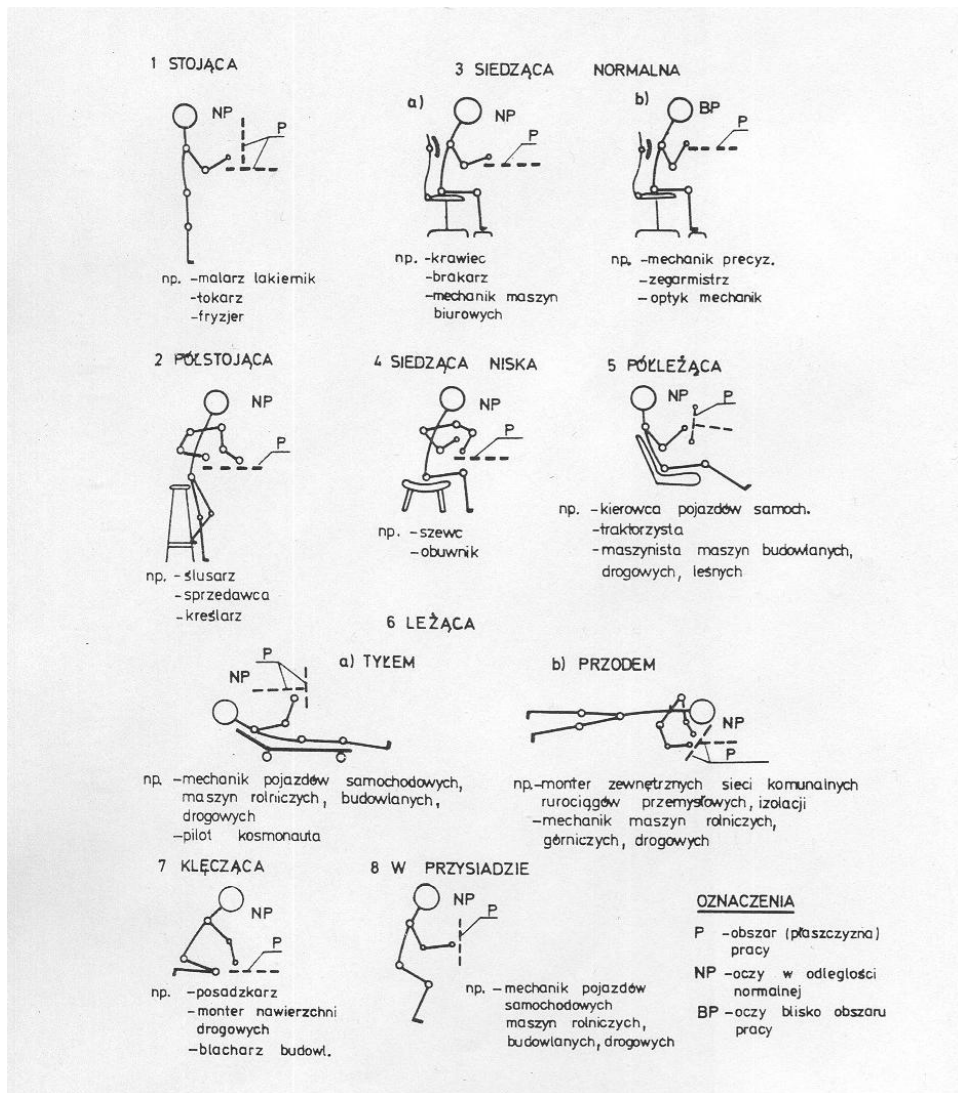
Znajomość zasięgów kończyn człowieka wykonującego daną czynność roboczą i ustalonych na tej podstawie stref pracy, jest punktem wyjścia do optymalnego ukształtowania pozycji człowieka przy jej wykonywaniu. Istnieje wiele pozycji ciała, w jakich człowiek musi pozostawać podczas wykonywania czynności roboczych. Jako zasadnicze przyjmuje się pozycje: stojącą, siedzącą i leżącą oraz formy pośrednie jak pozycja kuczna czy kłęząca (rys. 5).

Człowiek ponosi pewien koszt fizjologiczny, by utrzymać ciało w określonej pozycji. Najmniejszy koszt występuje przy pozycji leżącej w stanie odpoczynku i wynosi 64,8 kcal/godz. Jak wykazały badania fizjologiczne, każda inna pozycja pociąga za sobą wzrost tego kosztu, ponoszonego jedynie na utrzymanie w niej ciała¹⁷:

- w pozycji siedzącej organizm zużywa o 4,0% energii więcej;
- w pozycji kłęzącej organizm zużywa o 8,5% energii więcej;
- w pozycji stojącej organizm zużywa o 12,0% energii więcej.

Powyższe dane dotyczą postawy nie wymuszonej. Stan wymuszenia może spowodować wzrost wydatkowania energii do 60%. Długotrwałe oddziaływanie monotypowych ruchów roboczych i monotypowych pozycji może stanowić przyczynę występowania negatywnych skutków funkcjonalnych i morfologicznych. Możliwość zmiany pozycji ciała w czasie pracy powoduje, że szkodliwość ewentualnych nieprawidłowości jest stosunkowo mniejsza. Jeśli pracownik często zmienia pozycję przy pracy, to może dość długo przebywać w warunkach niewygodnych i uciążliwych. Dzieje się tak, ponieważ zmiana pozycji ciała przyczynia się do zwiększenia ciśnienia krwi, pobudza serce i układ oddechowy do pracy, tym samym poprawiając sprawność i wydajność pracy fizycznej i umysłowej.

¹⁷ *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 129.



Rys. 5. Zasadnicze pozycje pracy spotykane w zawodach przemysłowych, usługowych oraz w transporcie

Źródło: Ergonomia, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań, 1986, str. 130

3.1. Pozycja leżąca

Pomimo małego kosztu fizjologicznego pozycja leżąca w trakcie wykonywania czynności roboczych nie może być przyjęta za najkorzystniejszą, ponieważ stwarza ograniczenie swobody ruchów (zwłaszcza dla kończyn górnych) i zwiększa udział wysiłku statycznego (rąk, głowy lub innych części ciała)¹⁸. W rezultacie wykonanie jakiejkolwiek czynności roboczej stwarza duże niedogodności. Jedyny korzystny efekt przyjęcia pozycji leżącej to występowanie jednakowej wartości ciśnienia krwi w całym organizmie charakterystycznej jednak tylko dla okresu odpoczynku. Pozycję leżącą spotyka się w górnictwie oraz przy pracach montażowych.

3.2. Pozycja kłęząca i kuczna

Pozycja kłęząca jest bardzo niewygodna, podobnie jak pozycja kuczna, ponieważ wtedy masa ciała przenoszona jest na podłozę przez kolana (mięsień czworoboczny uda)¹⁹. Długotrwałe uciskanie kolan w tych dwóch pozycjach może stanowić przyczynę stanów zapalnych i zmian zwyrodnieniowych kaletki maziowych stawu kolanowego. Tego typu zmiany charakterystyczne są dla osób pracujących jako górnicy, brukarze, posadzkarze i formierze. Przy pracy kłęzącej lub kucznej niedogodność można wyeliminować, stosując wózek z rowerowym siodłem.

3.3. Pozycja siedząca

Naturalną pozycją ciała, sprzyjającą wykonywaniu pracy przez współczesnego człowieka jest pozycja siedząca²⁰. Pozycja ta nie powoduje zaburzeń w funkcjonowaniu krążenia w obrębie kończyn dolnych w tym stopniu co stojąca, ponieważ nie występuje napięcie statyczne mięśni stóp, podudzia i uda. Ponadto charakteryzuje się dużą stabilnością tułowia przez ograniczenie ruchów pozornych, pozwalających na utrzymanie ciała w danej pozycji oraz zapewnia dobrą koordynację ruchowo-wzrokową.

Pozycja siedząca określa w dużym stopniu wymiary pionowe elementów stanowiska pracy, a w szczególności wymiary krzesła (siedzisko) i stołu oraz proporcje między nimi. Jeżeli przy pracy w pozycji siedzącej brak jest

¹⁸ *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 132-133.

¹⁹ Batogowska A., Malinowski A., *Ergonomia dla każdego*, Sorus, Poznań 1997, str. 36-37.

²⁰ Batogowska A., Malinowski A., *Ergonomia dla każdego*, Sorus, Poznań 1997, str. 37-38; *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 132.

właściwych stosunków przestrzennych (niewłaściwie zaprojektowane siedzisko czy proporcje między siedzeniem a płaszczyzną pracy) to ma miejsce wymuszone położenie tułowia i kończyn. Konsekwencjami przyjęcia niewłaściwej pozycji siedzącej może być zmiana sylwetki człowieka przez wystąpienie tendencji do poszerzenia bioder, spłaszczenia klatki piersiowej, wygięcia kręgosłupa i wypychania jąder miażdżystych, chrząstek międzykręgowych w kierunku kanału kręgowego, powodując nacisk na nerwy. Zmiany te można zaobserwować u osób pracujących w charakterze kierowców pojazdów, księgowych, szwaczek, maszynistek lub w innych zawodach, charakteryzujących się wykonywaniem pracy w pozycji siedzącej.

Niewłaściwa pozycja siedząca przyczynia się do zmniejszenia zakresu ruchowego przepony i żeber, co sprawia, że gorsza jest wentylacja płuc i utrudnione oddychanie. W rezultacie szybciej następuje zmęczenie mięśni brzucha i grzbietu. Upośledza to krążenie i sprzyja podwyższeniu ciśnienia tętniczego, zwężeniu naczyń krwionośnych i napięciom nerwowo-mięśniowym. Powoduje to zmiany morfologiczne i czynnościowe wielu narządów oraz jest pośrednią przyczyną licznych dolegliwości i chorób takich jak: kamica nerkowa, lumbago i choroby układu krążenia.

Długotrwała pozycja siedząca także może być odpowiedzialna za występowanie innych poważnych zaburzeń organizmu ludzkiego, takich jak zastój w żyłach i narządach miednicy małej, osłabienie mięśni miednicy, ściśnienie jamy brzusznej, przemieszczenie wewnętrznych narządów płciowych u kobiet, zaburzenia trawienne, niezbyt jelita grubego i żylaki odbytu.

3.4. Pozycja stojąca

Wydatek energii jaki ponosi organizm przy pracy w pozycji stojącej wzrasta wielokrotnie, jeżeli pracownik musi się przy pracy często schylać. Wynika to stąd, że środek ciężkości ciała znajduje się stosunkowo wysoko (około 57% wzrostu licząc od ziemi), a wraz ze zmianą pozycji ciała zmienia się geometria człowieka i jego możliwości dynamiczne. Podczas pracy w pozycji stojącej statycznie obciążone są mięśnie: nóg i grzbietu, w wyniku czego część krwi (20-25%) gromadzi się w kończynach dolnych. Powoduje to zmniejszanie dokrwienia całego organizmu, wpływając niekorzystnie na przemianę materii zachodzącą w komórkach organizmu. Prowadzi to do występowania takich dolegliwości jak płaskostopie, zniekształcenie stawów kolanowych, żylaki, zahamowanie funkcji motorycznej i wydzielniczej żołądka, trudności porodowe, trwałe zniekształcenia kręgosłupa w odcinku piersiowym, zapalenia górnych dróg oddechowych czy choroby nerek. Dolegliwości te pojawiają się stopniowo i związane są przede wszystkim z pracą stolarzy, ślusarzy, operatorów obrabiarek, tokarzy, tkaczek, sprzedawców, stomatologów itp.

Pozycja stojąca wymaga, aby płaszczyzna pracy znajdowała się około 7 cm poniżej łokcia, a do prac precyzyjnych należy stosować stoły o nieco większej wysokości, aby przedmiot manipulacji był bliżej oczu²¹.

3.5. Pozycje pochylone lub wymuszone

Szczególnie niekorzystne są wszelkie prace, w których pozycja ciała człowieka charakteryzuje się pochyleniem lub wymuszeniem. Wymuszone pozycje przede wszystkim występują przy pracach rolnych i ogrodniczych, są powodem bardzo wczesnych zmian narządu ruchu, upośledzając jego sprawność. Energia potrzebna do utrzymania ciała w tej pozycji jest zależna od kąta pochylenia ciała, ciężaru podtrzymywanego przedmiotu lub narzędzia oraz od tego, w jakiej odległości od tułowia manipuluje się przedmiotem lub narzędziem.

Pozycja pochylona powoduje znaczne przekrwienie głowy, utrudnienia czynności oddechowych, wymaga dużego wysiłku statycznego mięśni grzbietu oraz wywołuje znaczny nacisk na narządy jamy brzusznej.

Z punktu widzenia fizjologii pracy, każdej z zajmowanych przez ciało pozycji stawia się warunek swobody i naturalności. Za racjonalną przyjmuje się pozycję wymagającą najmniejszego wydatku energetycznego, czyli taką, która w minimalnym stopniu angażuje układ mięśniowy i nerwowy. Jest nią pozycja przemienna z przewagą siedzącej.

Wskazane rodzaje obciążeń mięśni, wynikających z przyjęcia określonej pozycji ciała przyczyniają się do powstania różnych form patologii układu mięśniowo-szkieletowego, przedstawionych w tabeli 20. Miejscowe przeciążenie i rozwój zmian zapalno-zwyrodnieniowych prowadzi do występowania bólów mięśni i kręgosłupa. Najczęstsza ich lokalizacja to grzbietowa część tułowia, obejmująca kark i barki oraz odcinek lędźwiowo-krzyżowy. Ważnym elementem występujących zespołów bólowych są zmiany wynikające z przeciążeń i mikrourazów kręgów i chrząstek międzykręgowych. W dużym stopniu przyczynia się do tego podnoszenie ciężarów, a także stosowanie innych form manewrowania odpowiednio ciężkimi elementami.

²¹ Batogowska A., Malinowski A., *Ergonomia dla każdego*, Sorus, Poznań 1997, str. 39-40; *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 131.

Tabela 20

Związek pozycji ciała z występowaniem lokalnych dolegliwości

Pozycja ciała	Lokalizacja dolegliwości bólowych i innych symptomów
stanie	nogi (szczególnie stopy), okolica lędźwiowa
siedzenie bez oparcia dla okolicy lędźwiowej i pleców	okolica lędźwiowa, mięsień prostownik grzbietu
siedzenie bez podnóżka o odpowiedniej wysokości i kącie nachylenia	nogi (szczególnie kolana), okolica lędźwiowa
siedzenie z umiejscowieniem łokci na zbyt wysokiej płaszczyźnie pracy	mięsień czworoboczny, mięsień równoległoboczny grzbietu, mięsień dźwigacz łopatki
ramiona zwisające w pionie (brak podłokietników)	barki, ramiona
ramiona uniesione	barki, ramiona
głowa pochylona do tyłu	okolica szyjna
tułów przechylony do przodu, pozycja przygarbiona	okolica lędźwiowa, mięsień prostownik grzbietu
podnoszenie ciężarów w pozycji przechylonej do przodu	okolica lędźwiowa, mięsień prostownik grzbietu
każda pozycja nienaturalna i wymuszona	zaangażowane mięśnie
utrzymanie stawu w krańcowej pozycji	zaangażowane mięśnie

Źródło: Kirschner H., Koszt fizjologiczny i energetyczny pracy fizycznej – statycznej: pojęcia, metody oceny, optymalizacja obciążeń, w: Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia, pod red. nauk. Koradeckiej D., Warszawa 2000, z. 4, str. 89.

4. RĘCZNE PRZEMIESZCZANIE CIĘŻKICH PRZEDMIOTÓW

Przy podnoszeniu, opuszczaniu, noszeniu, pchaniu i ciągnięciu ciężarów ważny jest nie tylko wynik ułatwienia pracy. Równie ważne jest przeciwdziałanie możliwym uszkodzeniom kręgosłupa²². Chorobom tarczki międzykręgowych i trzonów kręgow w sposób mniej lub bardziej widoczny towarzyszą bóle, niedowłady, porażenia czy skurcze mięśniowe. Dolegliwości kręgosłupa stanowią poważny problem zdrowotny licznych załóg pracowniczych.

Aby uchronić kręgosłup przed nadmiernym obciążeniem przy podnoszeniu ciężarów powinno się przestrzegać następujących reguł²³:

- przed podniesieniem ciężaru należy usunąć z drogi wszelkie przeszkody;
- optymalna wysokość ujmowania ciężaru wynosi 40 cm nad ziemią;
- jeżeli ciężar trzeba podnieść z ziemi, wówczas wskazane jest sztuczne „przedłużenie” ramion (haki lub pętle);
- ciężar należy podnosić możliwie blisko ciała;
- plecy należy trzymać prosto (postawa wyciągnięta). Przy zaokrąglonych plecach znacznie zwiększa się niebezpieczeństwo wypadnięcia tarczki kręgowej;
- pozycja wyjściowa z mocno zgiętymi kolanami i możliwie stromo wyprostowaną górną częścią ciała (proste plecy) jest lepsza niż z wyprostowanymi kolanami i silnie pochylonymi plecami;
- aby zmniejszyć ryzyko wypadku w przemyśle i rzemiośle wskazane jest nieprzekraczanie przy noszeniu ciężarów maksymalnych obciążeń (w kg) w zależności od płci i wieku.

Zmiany fizjologiczne, zachodzące w organizmie człowieka pod wpływem przenoszenia ciężaru o wadze 30 kg przy prędkości 5km/h obrazuje tabela 21. Na podstawie danych z tabeli można stwierdzić, że wydatek energii i częstość tętna jest różna pomimo tego, że moc z jaką człowiek działa jest jednakowa we wszystkich przypadkach. Przy równomiernym obciążeniu z przodu i z tyłu (pierwszy sposób) wydatek energetyczny i częstość tętna są

²² Proste i szacunkowe metody i narzędzia oceny ryzyka zawodowego związanego z ręcznymi pracami transportowymi zawiera praca Konarskiej M. i Krokosz A., *Ręczne prace transportowe. Wstępna ocena ryzyka zawodowego*, CIOP, Warszawa 2002. Warto zwrócić uwagę także na broszurę Tokarskiego T., *Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy przy ręcznych pracach transportowych*, CIOP, Warszawa 2002. Praca ta podaje w przystępny sposób rozporządzenia, dotyczące ręcznych prac transportowych wykonywanych przez mężczyzn, kobiety i osoby młodociane.

²³ Nawarra L., *Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy*, Skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980, str. 142.

najmniejsze, ponieważ zaangażowanie mięśni utrzymujących ciało w określonej postawie jest minimalne, gdyż ciężar podzielono na dwie równe części i umieszczono je blisko długiej osi ciała. Dlatego ze statycznego punktu widzenia ten sposób jest optymalny.

Tabela 21

Zależność między wydatkiem energetycznym, częstością tętna i rozmieszczeniem obciążenia na ciele człowieka

Sposób przenoszenia ciężaru	Roboczy wydatek energetyczny w kcal x min ⁻¹	Tętno w min ⁻¹	Roboczy przyrost tętna
ciężar podzielono na dwie połowy, z których jedną zawieszono z przodu, drugą z tyłu	4,83	136	50
na głowie	4,99	145	54
w plecaku	5,27	146	62
metoda Szerpów: worek przetrzymywany przy pomocy taśmy przechodzącej przez czoło	5,54	137	58
worek na plecach przytrzymywany rękami	5,93	142	60
nosidła (ciężar podzielony na połowę)	6,22	149	66
przenoszenie w rękach (ciężar podzielony na połowę)	6,96	166	81

Źródło: Krause M., Ergonomia. Praktyczna wiedza o pracującym człowieku i jego środowisku, Śląska Organizacja Techniczna, Katowice 1992, str. 270.

5. POLA WIDZENIA

Człowiek może przyjmować informacje dotyczące przebiegu pracy, stanu maszyny oraz warunków otoczenia praktycznie wszystkimi zmysłami²⁴. Najwięcej informacji można przyjąć przez narząd wzroku, a w następnej kolejności przez narząd słuchu, dotyku i inne. Racjonalna struktura obszaru pracy powinna zatem uwzględniać zakresy pola widzenia.

Ukształtowanie pola widzenia jest jednym z zasadniczych działań przy kształtowaniu stanowiska pracy. Od tego czy pole widzenia będzie ukształtowane prawidłowo pod względem ergonomicznym (dostosowanie do człowieka) zależy z jednej strony wydajność pracy, zmniejszenie liczby błędów i liczby awarii, poprawa jakości produkcji, a z drugiej strony – zmniejszenie

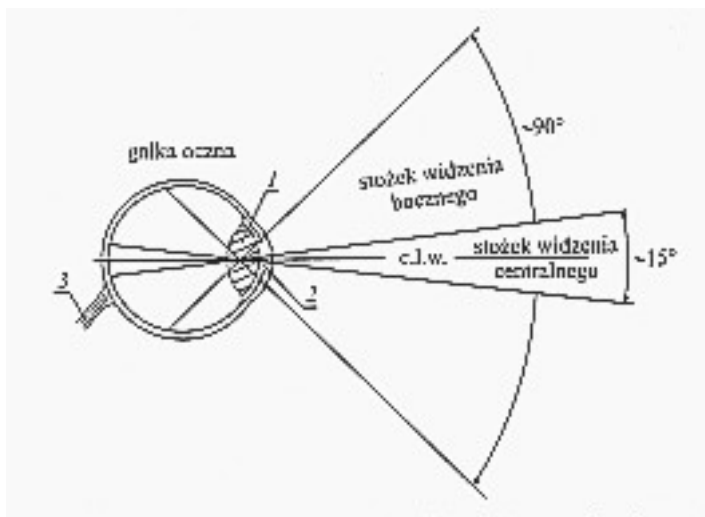
²⁴ Tytyk E., *Projektowanie ergonomiczne*, PWN, Warszawa - Poznań 2001, str. 143-146.; Górka E., *Ergonomia: projektowanie, diagnoza, eksperymenty*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002, str. 149-154.

zmęczenia operatora, zmniejszenie zagrożenia wypadkami przy pracy, właściwa higiena pracy oraz dobre samopoczucie w pracy.

Pole widzenia to obszar, w którym za pomocą obojga oczu możemy, bez wykonywania ruchów oczu i głowy zaobserwować dość duże spoczywające lub małe poruszające się przedmioty, a także sygnały optyczne.

Pole widzenia można traktować zarówno jako płaszczyznę prostopadłą do centralnej linii widzenia prowadzonej od oka (wówczas w grę wchodzi średnica pola zależne od odległości obserwowanego przedmiotu od oczu) jak również jako przestrzeń zawartą w objętości bryły zbliżonej do stożka, którego wierzchołek znajduje się w oku, a podstawa przechodzi przez najdalszy obserwowany punkt. W związku z tym ostatnim rozumieniem pojęcia pola widzenia spotykamy się często z określeniem „wideosfera”.

Na rysunku 6 podano pole widzenia, związane z przykładowym ustawieniem głowy i oczu tak, że centralna linia widzenia skierowana jest poziomo. Całkowite pole widzenia jest zawarte w stożku o kącie wierzchołkowym około 90° . Niewidoczny na rysunku najwęższy stożek o kącie wierzchołkowym 1° dotyczy obszaru tzw. widzenia ostrego, szerszy stożek o kącie 15° określa widzenie centralne (dokładne), a reszta poza tym stożkiem dotyczy różnych sfer widzenia bocznego.



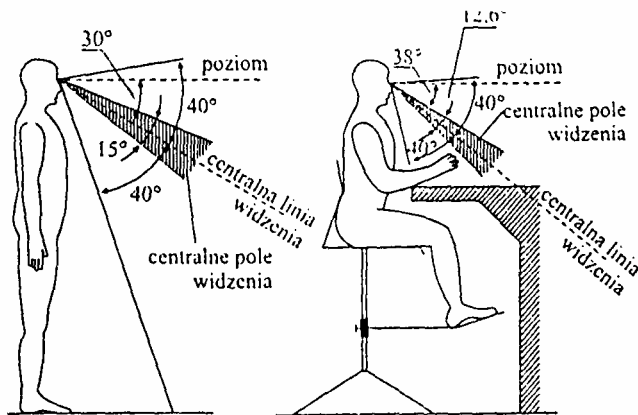
Rys. 6. Centralne i boczne pola widzenia: 1 – soczewka, 2 – źrenica, 3 – nerwy wzrokowe, 4 – centralna linia widzenia

Źródło: Tytyk E., Projektowanie ergonomiczne, PWN, Warszawa – Poznań, 2001, str. 143

W obszarze (zasięgu) widzenia dokładnego widzimy przedmioty względnie dobrze tzn. dość ostro. Poza tym zasięgiem ostrość widzenia szybko spada i na krańcach pola widzenia widzimy już tylko zarys dużego przedmiotu, kontrastującego z tłem i to wówczas, gdy on się porusza.

Ze względu na to, że głowa i oczy mogą się poruszać w różnych kierunkach mamy w zasadzie wiele pól widzenia, zależnie od ustawienia oczu i głowy. Nie wszystkie pozycje głowy i oczu są jednakowo dogodne i nie uciążliwe. Im więcej głowa i oczy odchylają się od pewnej pozycji uznanej za normalną, tym uciążliwość i zmęczenie wzrastają.

Normalne pole widzenia jest określone zarówno w przekroju pionowym, jak i poziomym. Jest ono dla człowieka najbardziej dogodne i najmniej uciążliwe. Z tego powodu często używa się nazwy: spoczynkowa linia wzroku, przedstawionej na rysunku 7. Położenie głowy i oczu, dające w efekcie normalne pole widzenia, człowiek zwykle utrzymuje najdłużej bez większego zmęczenia, a z innych położeń najczęściej powraca do niego. Położenie to jest związane z ustawieniem centralnej linii widzenia o 30° poniżej poziomu dla pozycji stojącej, a o 38° poniżej poziomu dla pozycji siedzącej. Normalnie głowa jest zatem pochylona nieco w dół i wzrok również skierowany poniżej poziomu.

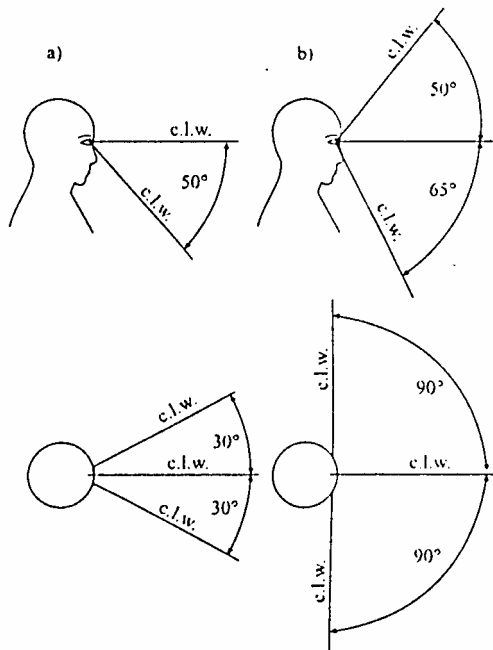


Rys. 7. Spoczynkowa linia wzroku i normalne pole widzenia

Źródło: Tytyk E., Projektowanie ergonomiczne, PWN, Warszawa – Poznań, 2001, str. 144

W zasadzie istnieje tylko jedno normalne pole widzenia. Nie sposób jednak oczekiwać, aby człowiek utrzymywał stale tylko jedną pozycję, gdyż byłoby to uciążliwe. Niewielkie w pewnych granicach ruchy głowy i oczu nie są na ogół zbyt uciążliwe i można przyjąć, że znajdują się w granicach tolerancji, dotyczącej optymalnego wysiłku. Granice te zostały również empirycznie

określone. Wyznacza je amplituda przesunięć centralnej linii widzenia, pokazana na poszczególnych fragmentach rysunku 8. Przesunięcie centralnej linii widzenia w płaszczyźnie pionowej, ograniczone tolerancją w granicach optymalnego wysiłku wynosi 50° . W płaszczyźnie poziomej przesunięcie to wynosi po 30° w lewo i w prawo, w tym po 15° przypada na ruchy głowy i na ruchy oczu.



Rys. 8. Optymalne (a) i maksymalne (b) zasięgi wzroku
c.l.w. – centralna linia widzenia

Źródło: Tytyk E., Projektowanie ergonomiczne, PWN, Warszawa – Poznań, 2001, str. 145

Optymalne przesunięcia linii widzenia w płaszczyźnie pionowej i poziomej wyznaczają przestrzeń, w której jest najkorzystniej umieszczać wszelkie przedmioty, które należy obserwować. Przestrzeń tę nazywamy optymalnym zasięgiem centralnego pola widzenia. Jest ona wyznaczona dla pozycji stojącej kątami $7,5^\circ$ powyżej poziomu oraz $57,5^\circ$ poniżej poziomu, czyli łącznie zawiera się w określonym przestrzennie kącie 65° w płaszczyźnie pionowej i 75° w płaszczyźnie poziomej. Zasięg ten znajduje się prawie całkowicie poniżej poziomej linii centralnego widzenia. Umieszczenie obserwowanych przedmiotów poza tym zasięgiem jest także dopuszczalne, ale należy się liczyć ze wzmożonym wysiłkiem obserwatora, zwłaszcza wówczas, gdy obserwacje są częste. Optymalny zasięg centralnego widzenia sugeruje, że

istnieje też i maksymalny zasięg centralnego widzenia oraz maksymalny zasięg pól widzenia. Maksymalny zasięg centralnego widzenia wyznaczają przesunięcia centralnej linii widzenia w płaszczyźnie pionowej 50° powyżej i 65° poniżej poziomu oraz w płaszczyźnie poziomej, po 90° w każdą stronę.

Przy wyznaczaniu optymalnego miejsca dla obserwowanego przedmiotu pojawia się problem odległości przedmiotu od obserwatora. Gdy przedmiotem tym jest np. przedmiot pomiarowy z tarczą, podziałkami i wskazówką, to odległość optymalna warunkuje optymalny wysiłek przy odczytywaniu wskazań tego przyrządu. Optymalna odległość przy odczytywaniu wskazań przyrządu pomiarowego to odległość umożliwiająca przede wszystkim swobodne rozróżnianie kresek podporządkowanych i określenie położenia wskazówki. Podstawą do określenia tej odległości jest optymalna ostrość wzroku (rozróżnianie dwóch punktów leżących blisko siebie). Ostrość ta występuje wówczas, gdy odstęp między kreskami nie jest mniejszy niż wyznaczony kątem widzenia 10 minut kątowych. Przykładowe odległości płaszczyzny pracy od oczu przedstawia tabela 22.

Tabela 22

Zalecane odległości płaszczyzny pracy od oczu obserwatora

Odległość od oczu (w mm)	Pozycja ciała	Przykładowe rodzaje prac
120 – 250	wyłącznie siedząca	praca zegarmistrzowska, precyzyjny montaż przy posługiwaniu się lupą
250 – 350	głównie stojąca	montaż małych i średnich elementów, czytanie i pisanie
350 – 500	siedząca lub stojąca	praca przy obrabiarkach, prasach itp.
500 – 700	stojąca lub siedząca	pakowanie, zgrubna obróbka, praca przy monitorze komputerowym
ponad 500	na ogół stojąca	ciężkie prace fizyczne, mało dokładne

Źródło: Tytyk E., Projektowanie ergonomiczne, PWN, Warszawa – Poznań 2001, str. 146.

6. LITERATURA:

- [1] BATOGOWSKA A., MALINOWSKI A.: Ergonomia dla każdego, Sorus, Poznań 1997.
- [2] Ergonomia, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986.
- [3] FILIPKOWSKI S.: Ergonomia przemysłowa. Zarys problematyki, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970.
- [4] GÓRSKA E.: Ergonomia: projektowanie, diagnoza, eksperymenty, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.
- [5] KRAUSE M.: Ergonomia. Praktyczna wiedza o pracującym człowieku i jego środowisku, Śląska Organizacja Techniczna, Katowice 1992.
- [6] Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia, pod red. nauk. Koradeckiej D.: Warszawa 2000, z. 4.
- [7] NAWARRA L.: Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy, Skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980.
- [8] Projektowanie miejsc pracy. Postępowanie, metody i wiedza techniczna, CIOP, Warszawa 2002.
- [9] TYTYK E.: Projektowanie ergonomiczne, PWN, Warszawa - Poznań 2001.
- [10] WOJTOWICZ R.: Zarys ergonomii technicznej, PWN, Warszawa 1978.
- [11] WYKOWSKA M.: Ergonomia, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994.

Literatura uzupełniająca:

- [1] KONARSKA M., KOROKOSZ A.: Ręczne prace transportowe. Wstępna ocena ryzyka zawodowego, CIOP, Warszawa 2002.
- [2] TOKARSKI T.: Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i higieny pracy przy ręcznych pracach transportowych, CIOP, Warszawa 2002.

Normy polskie

- 1) PN-86/N-08012: Ergonomia. Podstawowe pomiary ciała ludzkiego;
- 2) PN-81/N-08010: Ergonomiczne zasady projektowania systemów pracy;
- 3) PN-90/K-11001: Ochrona pracy. Kabina maszynisty lokomotywy elektrycznej dwukabinowej. Podstawowe wymagania bezpieczeństwa pracy i ergonomii.

Rozdział VI

STANOWISKO KOMPUSEROWE

Komputeryzacja życia współczesnego człowieka pracującego obejmując coraz więcej rodzajów czynności roboczych, istotnie przyczynia się do znaczącego wzrostu liczby użytkowników komputera. Komputer też stwarza duże szanse uzyskania interesującej pracy przez osoby niepełnosprawne, wśród których liczną grupę osób stanowią osoby poruszające się na wózkach inwalidzkich. Stąd projektowanie stanowisk komputerowych dla siedzącej lub stojącej pozycji pracownika stanowi osobny problem dla projektowania ergonomicznego.

Z organizacją stanowiska komputerowego wiążą się zagadnienia negatywnych i pozytywnych konsekwencji wynikających z wprowadzenia techniki komputerowej na szeroką skalę do życia jednostkowego i społecznego.

Rzadko jednak zdarza się spotkać stanowisko komputerowe, które byłoby prawidłowo ergonomicznie zaprojektowane. W zakresie kształtowania stosunków przestrzennych na tego typu stanowisku pracy popełnia się wiele błędów, wynikających z kilku powodów. Podstawową przyczyną jest niewiedza osób projektujących takie stanowiska pracy. Innym powodem jest brak na rynku odpowiednich mebli, które spełniałyby określone, ergonomiczne wymogi. Najmniejszą rolę zaś odgrywiają tutaj ograniczenia finansowe.

1. UCIAŹLIWE I SZKODLIWE SKUTKI OBSŁUGI KOMPUSERA DLA ORGANIZMU CZŁOWIEKA

Podczas obsługi komputerów występują różnorodne czynniki, które powodują następujące skutki o charakterze uciążliwym lub szkodliwym dla organizmu człowieka¹:

- obciążenie narządu wzroku: zamazywanie obrazu lub czytanego tekstu, pieczenie, zmęczenie, zaczerwienie i ból oczu, zmiany percepcji barw, bóle i zawroty głowy, światłowstręt i niemożność długiego czytania (dwa ostatnie objawy mają podłoże raczej psychiczne), a nawet zaburzenia żołądkowe czy skurcze mięśni. Niemal wszyscy autorzy podkreślają, że dyskomfort wzroku występujący przy pracach z monitorami ekranowymi jest przemijający, więc

¹ Kamińska-Żyła M., *Ergonomia stanowiska komputerowego*, AGH, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2000, str. 55; Trusiewicz D., Kordalewska A., Niesłuchowska M., Obciążenie narządu wzroku, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 12.; Bugajska J., Obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 33.

nie powoduje trwałego uszkodzenia narządu. Jednak fakt utrzymywania się dolegliwości nawet przez kilka godzin od zaprzestania pracy nie pozwala na bagatelizowanie tych czasowych zmian;

- obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego: bóle mięśni i stawów, sztywność (bolesność) nadgarstków, ból i sztywność karku i ramion, drętwienie i skurcze rąk;
- stres psychologiczny: niepokój i nerwowość, znużenie, osłabienie, pieczenie skóry, obniżenie koncentracji uwagi, trudności w myśleniu oraz skłonność do zapomniania.

Uciążliwości pracy związane z nadmiernym obciążeniem układu mięśniowo-szkieletowego i narządu wzroku, a także z ich skutkami mogą być istotnie zmniejszone przez wyposażenie stanowiska pracy w sprzęt komputerowy o odpowiednich parametrach, w odpowiedni stół i siedzisko oraz w pewnych przypadkach w podnózek, wspornik nadgarstkowy i uchwyt na dokumenty. Ponadto istotną rolę odgrywają poprawne stosunki przestrzenne pomiędzy poszczególnymi elementami tego stanowiska.

2. ELEMENTY TYPOWEGO STANOWISKA KOMPUTEROWEGO

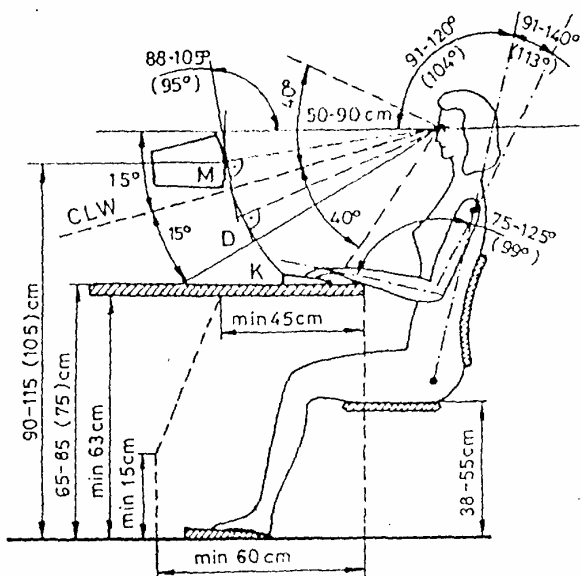
Stanowisko komputerowe powinno być dostosowane pod względem przestrzennym do wymiarów 90% dorosłej populacji, zarówno kobiet, jak i mężczyzn. Przyjmuje się za wymiary minimalne te, których nie osiąga 5% ludności, a za wymiary maksymalne te, których nie przekracza 95% ludności.

Typowe stanowisko komputerowe składa się następujących elementów, które można podzielić na wyposażenie²:

- zasadnicze, czyli stół, krzesło, monitor i klawiatura;
- dodatkowe, czyli uchwyt na dokumenty, podnózek, wspornik nadgarstkowy.

Istnieje ogólna zasada, że wszystkie te elementy powinny mieć jak najwięcej możliwości regulacji wysokości, kątów nachylenia i wzajemnego położenia. Umożliwia to bowiem ich dostosowanie do indywidualnych potrzeb operatora, a nie jak to często można zobaczyć operatora do stanowiska pracy. Prawidłowe, ergonomiczne rozmieszczenie wszystkich elementów stanowiska komputerowego dla pozycji siedzącej przedstawia rysunek 9. W tym miejscu zostaną omówione tylko wybrane aspekty związane z obciążeniem układu mięśniowo-szkieletowego, a szczegółowe omówienie ma miejsce w literaturze przedmiotu.

² Wołska A., Gedliczka A., Bugajska J., Augustyńska D., Wymagania ergonomiczne, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 40.



Rys. 9. Zalecane parametry struktury przestrzennej stanowiska pracy przy komputerze w pozycji siedzącej: liczby w nawiasach są wartościami średnimi zakresów parametrów; CLW – centralna linia widzenia, M – monitor, D – dokumenty, K – klawiatura, wg CIOP

Źródło: Kamińska-Żyła M., Ergonomia stanowiska komputerowego, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2000.

2.1. Stół

Wielkość i wysokość stołu oraz proporcje pomiędzy nim a siedziskiem odgrywają istotną rolę ze względu na zapewnienie naturalnego położenia ramion podczas pracy i odpowiedniej przestrzeni na nogi pod blatem. Dlatego zaleca się, aby stół³:

- zapewniał dogodne położenie kończyn górnych, czyli przedramię wsparte na podłokietniku znajdowało się pod kątem zbliżonym do prostego (90°) w stosunku do ramion;
- wysokość umożliwiały użytkownikowi właściwy kąt obserwacji, a także odpowiednią przestrzeń dla nóg;

³ Wolska A., Gedliczka A., Bugajska J., Augustyńska D., Wymagania ergonomiczne, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 102-105.

- przednia krawędź blatu stołu była łagodnie zaokrąglona;
- posiadał fakturę matową lub półmatową, aby uniknąć refleksów światła, pochodzących z otoczenia;
- posiadał stabilność ze względu na obciążenie sprzętem komputerowym i możliwość oparcia się na nim użytkownika.

Wskazane jest, aby stół miał możliwość regulacji wysokości oraz 2 osobne blaty: pod biurko, na którym powinno być miejsce na: klawiaturę, materiały pomocnicze i pulpit pod monitor.

2.2. Klawiatura

Klawiatura powinna być umieszczona w linii środkowej ciała operatora ze względu na fakt, że ma ona decydujący wpływ na wydajność (szybkość wykonania zadania i na liczbę popełnianych błędów) oraz na komfort wykonywania pracy⁴. Zalecaną pozycją rąk jest swobodne „fruwanie” nad klawiaturą z możliwością okresowego wsparcia nadgarstka o podkładkę. Istotne jest, aby ręka nie była nadmiernie wygięta grzbietowo w stawie nadgarstkowym oraz by nie opierała się o kant stołu na wysokości kanału nadgarstka.

2.3. Myszka

Szacuje się, że 2/3 czasu wykonywania operacji na komputerze stanowi obsługa myszy, a więc jest one powszechnie wykorzystywanym urządzeniem⁵. Powinno być możliwe położenie myszy na tej samej płaszczyźnie co klawiatura i tak blisko klawiatury, jak to możliwe. Podczas obsługi myszy występuje inny zakres ruchów ramienia i odchylenie ręki w stawie nadgarstkowym. W efekcie operatorzy stosujący mysz skarżą się przeważnie na bóle i przeciążenie mięśni, głównie barków, przedramion i rąk, a rzadziej zgłaszają bóle w okolicy nadgarstka, co dotyczy przede wszystkim osób stosujących klawiaturę.

2.4. Monitor

Monitor powinien być ustawiony przed operatorem, na właściwej wysokości, czyli w polu optymalnego widzenia lub w jego najbliższym sąsiedztwie. Odległość ekranu monitora od twarzy operatora winna wynosić od

⁴ Bugajska J., Obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 40.

⁵ Bugajska J., Obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 41.

50 do 80 cm. Najczęściej spotykaną nieprawidłowością jest umieszczenie monitora za wysoko, zwykle na linii centralnej wzroku. Innymi, często popełnianymi błędami są⁶:

- umieszczanie monitora na tle okna, którego wysoka luminacja w słoneczny dzień może ograniczać znacznie czytelność obrazu na ekranie. Towarzyszy temu często stosowanie żaluzji bądź kotar, które niewystarczająco tłumią światło w słonecznym dniu;
- ustawianie monitorów ekranem w stronę okien. Wówczas na ekranie tworzy się jasny obraz, co może istotnie utrudniać odczytywanie danych;
- ustawienie monitora bezpośrednio pod oprawami oświetleniowymi, co sprzyja występowaniu odbić od błyszczącego blatu stołu czy klawiatury. Optymalne jest ustawienie monitora w taki sposób, aby linia obserwacji operatora była równoległa do linii opraw i do okien. Zaleca się oświetlenie sufitowe.

Monitory powinny być ustawione bokiem do okien i w odległości minimum 1 metra, aby uniknąć odbić kierunkowych światła słonecznego lub fragmentów nieba.

2.5. Krzesło

Krzesło jest bardzo ważnym elementem stanowiska pracy operatora ze względu na siedzącą pozycję przy pracy. Prawidłowo zaprojektowane krzesło powinno zapewniać⁷:

- podparcie pod plecy, a szczególnie właściwie wyprofilowana płyta w okolicy lędźwiowej. Umożliwi to przejście przez siedzisko do 8% całego ciężaru ciała i tym samym odciąży w sposób odczuwalny mięśnie, utrzymujące ciało w pozycji siedzącej;
- uzyskanie właściwej wysokości płyty siedziska, która powinna być indywidualnie dopasowana. Wysokość płyty siedziska powinna być zatem regulowana. Oparcie powinno mieć regulację wysokości pomiędzy dolną krawędzią oparcia a płytą siedziska. Zaleca się, aby regulacja pochylecia oparcia i płyty były ze sobą zsynchronizowane. Pozwoli to uniknąć ucisku krawędzi przedniej płyty siedziska na dół podkolanowy i znajdujące się tam naczynia krwionośne, nerwy i ścięgna;

⁶ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 151-152.

⁷ Kamieńska-Żyła M., *Ergonomia stanowiska komputerowego*, AGH, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2000, str. 31-34; Bugajska J., *Obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego*, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 41.

- wyposażenie w podpórki dla przedramion i dłoni. Są szczególnie użyteczne podczas krótkich przerw w pracy, ponieważ odciążają kręgosłup oraz mięśnie ramion i barku. Najlepszym rozwiązaniem jest stosowanie siedzisk z podpórkami o regulowanej wysokości i możliwością ich odłączania;
- możliwość dostosowania położenia podłokietników w celu uniknięcia zmęczenia mięśni rąk, wynikającego z obciążenia statycznego.

Korzystne jest również stosowanie przenośnych podnóżków. Jest to bardzo ważne w dwóch przypadkach. Po pierwsze, jeśli używa się krzeseł nie posiadających regulacji wysokości płyty siedziska. Po drugie, gdy operatorami sprzętu komputerowego są osoby niskiego wzrostu.

2.6. Uchwyt na dokumenty

Uchwyt na dokumenty pozwoli na ograniczenie częstych ruchów głowy oraz częstych zmian akomodacji oka. Najkorzystniej jest, gdy dokument znajduje się na tej samej wysokości oraz w takiej samej odległości od oka jak ekran monitora. Innym, dobrym rozwiązaniem jest, gdy dokument znajduje się na wprost operatora, pomiędzy ekranem monitora a klawiaturą⁸.

2.7. Warunki przestrzenne do obsługi komputera w pozycji siedzącej i stojącej

Jeśli w danym pomieszczeniu znajduje się więcej niż jeden komputer, to poszczególne stanowiska należy rozmieścić w ten sposób, aby minimalna odległość pomiędzy sąsiednimi, równoległe do siebie ustawionymi monitorami wynosiła 60 cm oraz pomiędzy tyłem monitora a głową sąsiedniego operatora wynosiła co najmniej 80 cm⁹. Na jedno stanowisko komputerowe powinno przypadać przynajmniej 6 m² powierzchni pomieszczenia o wysokości co najmniej 3,3 m.

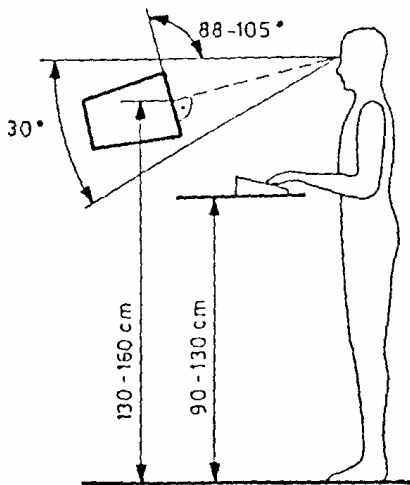
W przemyśle wiele pulpity wyposażonych jest w jednostki komputerowe i operator musi oddziaływać na urządzenia sterownicze, a także wprowadzać dane przez klawiaturę¹⁰. Wtedy obsługa komputera nie ma charakteru ciągłego, a długość jej poszczególnych okresów nie przekracza kilkunastu minut, ale osoba

⁸ Kamińska-Żyła M., *Ergonomia stanowiska komputerowego*, AGH, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2000, str. 34; Wolska A., Gedliczka A., Bugajska J., Augustyńska D., Wymagania ergonomiczne, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 118.

⁹ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 150.

¹⁰ Kamińska-Żyła M., *Ergonomia stanowiska komputerowego*, AGH, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2000, str. 34;

obsługująca komputer musi pracować w pozycji stojącej. Należy pamiętać o właściwej strukturze przestrzennej. Ważne jest stosowanie odrębnej regulacji wysokości blatu pod klawiaturę oraz blatu pod monitor. Prawidłowe ergonomiczne rozmieszczenie wszystkich elementów stanowiska komputerowego dla pozycji stojącej przedstawia rysunek 10.



Rys. 10. Zakres regulacji parametrów stanowiska przy komputerze do obsługi w pozycji stojącej wg CIOP

Źródło: Kamińska-Żyła M., Ergonomia stanowiska komputerowego, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków, 2000, str. 37

Rozmieszczenie przestrzenne elementów stanowiska pracy przy komputerze musi być odpowiednio dostosowane do rodzaju używanego sprzętu, np. w przypadku stanowisk projektowania wspomaganego komputerem CAD struktura przestrzenna musi być inna niż w przypadku zwykłego komputera. Wymagania dotyczące pionowych wymiarów oraz zakresów ich regulacji są podobne jak w przypadku zwykłych stanowisk z komputerami. Jednakże ze względu na precyzyjny charakter pracy (konieczność zapewnienia pełnego i stabilnego podparcia przedramion), wymagania co do regulacji wysokości blatu, przeznaczonego pod klawiaturę i stolik graficzny oraz odrębnej regulacji wysokości blatu przeznaczonego pod monitor, powinny być znacznie większe niż w przypadku zwykłych stanowisk pracy z komputerami. Na stanowiskach CAD muszą być stosowane stoły z regulacją wyżej wspomnianych parametrów.

3. PARAMETRY WARUNKÓW PRACY

Warunki klimatyczne panujące na stanowisku komputerowym mają bezpośredni wpływ na dobre samopoczucie oraz wydajność pracowników¹¹. Zalecany zakres temperatury powietrza wynosi 20-22 stopnie Celsjusza. Pomieszczenia te powinny być wyposażone w urządzenia klimatyzacyjne. Montując żaluzje lub zasłony w oknach można uniknąć nadmiernego nagrzewania się urządzeń ciepłem słonecznym.

Względna wilgotność powietrza w pomieszczeniach powinna wynosić 50-65%. Im wyższa temperatura tym niższa powinna być wilgotność, tak by w pomieszczeniu nie zrobiło się parno. Wilgotność powietrza powyżej 50% zapobiega także wytwarzaniu się nadmiernego natężenia pola elektrostatycznego w pobliżu komputera.

Prędkość ruchu powietrza nie może przekraczać 0,1 do 0,15 m/s, ponieważ wyższe wartości będą raczej odczuwane jako niepożądany przeciąg.

W przypadku wykonywania pracy z komputerem o dużym stopniu trudności zaleca się, aby poziom dźwięku był poniżej 40-50 dB. Źródła hałasu w pomieszczeniu z komputerami można podzielić na dwie grupy¹²:

- hałas pochodzący od komputera (głównie od drukarki i wentylatora) oraz urządzeń sieci komputerowej (serwery i szafy krosownice);
- hałas pochodzący od źródeł zewnętrznych np.: środków techniki biurowej (maszyny do pisania, kserokopiarki, telefony, telefaksy), urządzeń stanowiących wyposażenie techniczne budynku (a zwłaszcza systemów wentylacyjnych i klimatyzacyjnych) oraz źródeł usytuowanych na zewnątrz budynku (głównie ruchu ulicznego i sąsiednich hałaśliwych obiektów).

Aby uniknąć negatywnych skutków działania hałasu, należy przy zakupie wyposażenia i urządzeń do pomieszczeń pracy oraz budynku zwracać uwagę na informacje, dotyczące emisji hałasu podane w dokumentacji technicznej, certyfikacie lub deklaracji zgodności (jeśli wyroby podlegają obowiązkowi wystawiania certyfikacji na znak bezpieczeństwa i oznaczania tym znakiem lub obowiązkowi wystawiania przez producenta deklaracji zgodności z wymaganiami, zawartymi w przepisach i normach technicznych przez producenta).

¹¹ Kamieńska-Żyła M., *Ergonomia stanowiska komputerowego*, AGH, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2000, str. 40; Wolska A., Gedliczka A., Bugajska J., Augustyńska D., Wymagania ergonomiczne, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 133.

¹² Wolska A., Gedliczka A., Bugajska J., Augustyńska D., Wymagania ergonomiczne, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 133-134.

Ponadto w fazie projektowania pomieszczeń do pracy z komputerami powinno przewidzieć się ich położenie w tej części budynku, która charakteryzuje się najmniejszym natężeniem hałasu pochodzącego z zewnątrz. Praca przy komputerach wymaga bowiem dużej koncentracji uwagi.

Jeśli musimy spędzać dużo czasu przy komputerze warto dostosować właściwości komputera do konkretnego operatora. Praca przy komputerze wiąże się bowiem z co najmniej dwoma różniącymi się od siebie zadaniami wzrokowymi¹³:

- czytaniem drukowanego tekstu na dokumencie i znaków na klawiaturze;
- czytanie znaków na monitorze (znaki mogą być jasne na ciemnym tle lub ciemne na jasnym tle).

Chodzi zatem o odpowiedni kontrast oraz o odpowiednie nasycenie i barwę elementów na monitorze. Czarne pismo na jasnym tle działa na oczy najłagodniej. Z uwagi na zróżnicowaną długość fal świetlnych kolorowe barwy niejednakowo załamują się w soczewce oka. Do odbioru obrazu kolorowego oko musi więc bardziej się dostosowywać. Pracując z tekstami należy wystrzegać się czcionek mniejszych niż 7 punktów, a optymalna wielkość czcionki to 12 punktów. Jednym z najistotniejszych parametrów mających wpływ na przyjazność monitora dla oczu jest częstotliwość pojawiania się obrazu. To ona decyduje o migotaniu obrazu. Należy dbać o to, by nie była mniejsza niż 70 Hz¹⁴.

Trudności techniczne związane z prawidłowym zaprojektowaniem oświetlenia wynikają ze znacznych różnic jasności, jaka istnieje pomiędzy ekranem monitora a resztą pomieszczenia. W Polsce zgodnie z normą wymagany minimalny poziom natężenia oświetlenia dla stanowisk pracy z komputerem wynosi¹⁵:

- 500 lx – dla pracy ciągłej, trudnych zadań wzrokowych, np.: wprowadzanie danych, odczytywanych na kliszach oraz słabej jakości dokumentach;
- 300 lx – dla prac dorywczych, prostych zadań wzrokowych, np.: sporadyczne odszukiwanie informacji na ekranie.

Normy zagraniczne podają zakres zalecanego poziomu natężenia oświetlenia, który zawiera się w przedziale 300-750 lx.

¹³ Wolska A., Gedliczka A., Bugajska J., Augustyńska D., Wymagania ergonomiczne, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 124.

¹⁴ *Bezpieczeństwo i ochrona pracy człowieka w środowisku pracy. Materiały szkoleniowe dla nauczycieli akademickich*, CIOP, Warszawa 1999, str. 35.

¹⁵ *Bezpieczeństwo i ochrona pracy człowieka w środowisku pracy. Materiały szkoleniowe dla nauczycieli akademickich*, CIOP, Warszawa 1999, str. 34; Wolska A., Gedliczka A., Bugajska J., Augustyńska D., Wymagania ergonomiczne, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 125.

Zbyt duża różnica pomiędzy jasnością pomieszczenia a jasnością ekranu zmusza wzrok do wysiłku przekraczającego niemal jego zdolności przystosowawcze. Takie przeciążenie wzroku nieustannym dostosowywaniem się do zmian jasności obrazu rejestrowanego przez oczy powoduje narastanie zmęczenia i wyczerpania aparatu adaptacyjnego oczu, a nawet do pogorszenia się sprawności jego funkcjonowania. Ma to istotny wpływ na jakość innych czynności wzroku, takich jak: ostrość widzenia, stopień adaptacji i akomodacji oraz szybkość rozróżniania przedmiotów obserwowanych.

4. MONITOR JAKO ŹRÓDŁO PROMIENIOWANIA

Ważnym zagadnieniem jest wpływ promieniowania ekranu na ludzki organizm. Monitor wraz z dodatkowym wyposażeniem mikrokomputerowym emituje bowiem stosunkowo dużo ciepła, powodując lokalne zwiększanie temperatury powietrza, zmniejszając tym samym jego wilgotność. Sprzęt ten emituje¹⁶:

- promieniowanie jonizujące;
- promieniowanie optyczne;
- pola elektromagnetyczne.

Monitor może być źródłem bardzo słabego promieniowania rentgenowskiego i nadfioletowego¹⁷. Do użytkowników współczesnych typów monitora komputerowego promieniowanie rentgenowskie praktycznie nie dochodzi. Z licznych pomiarów prowadzonych w różnych ośrodkach badawczych wynika, że szkło kineskopu jest wystarczającą osłoną, tłumiącą promieniowanie rentgenowskie.

Przed ekranem (w odległości około 0,5 m) natężenie promieniowania jest co najmniej o połowę mniejsze od wartości zmierzonej w odległości 5 cm, a według niektórych obliczeń wynosi ono tylko około 10% tej wartości.

Nadfiolet próżniowy generowany w kineskopie jest praktycznie całkowicie pochłaniany przez szkło.

¹⁶ Kamieńska-Żyła M., *Ergonomia stanowiska komputerowego*, AGH, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2000, str. 42-44; Grabarczyk Z., Pola i promieniowanie elektromagnetyczne, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. dr med. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 75.

¹⁷ Grabarczyk Z., Pola i promieniowanie elektromagnetyczne, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 76.

Promieniowanie optyczne podczerwone i nadfioletowe monitorów jest małe i nie stwarza zagrożenia dla zdrowia¹⁸.

Pola elektromagnetyczne wytwarzane przez monitory ekranowe są polami impulsowymi, obejmującymi szerokie pasmo częstotliwości¹⁹. Dlatego kształtowanie warunków bezpieczeństwa pracy przy monitorach wymaga rozpatrywania tych pól w różnych pasmach częstotliwości, dla których zarówno poziomy natężeń i ich dopuszczalne natężenia wartości są różne.

Należy podkreślić, że większość monitorów obecnie dostępnych na rynku ma oznakowanie TCO 95, TCO 98, TCO 03, co oznacza, że spełniają one wymaganie stawiane przez TCO Development, czyli że gwarantowana jest bardzo niska emisja wszelkiego rodzaju promieniowania i pól elektromagnetycznych (z promieniowaniem rentgenowskim włącznie). Poprzednikiem TCO była szwedzka norma MPR II, która ograniczała emisję pól elektromagnetycznych monitorów w podobny sposób. Zatem monitory spełniające wymagania MPR II są także bezpieczne.

Wcześniejsze monitory, wprowadzane na rynek polski w latach 80. i 90. mogły nie spełniać wymagań, ale odpowiadać normom polskim. Główną ich wadą było silne elektryzowanie się powierzchni ekranu przy włączaniu i wyłączaniu monitora. Wysoki potencjał ekranu zanikał w ciągu kilku do kilkudziesięciu minut w warunkach dużej wilgotności względnej powietrza (powyżej 40%) i utrzymywał się przez wiele godzin lub dni przy małej wilgotności. Powodowało to powstawanie silnego pola elektrostatycznego między operatorem i ekranem. Pole to kierowało na twarz operatora i na powierzchnię monitora aerozolowane zanieczyszczenia powietrza. Użytkownik mógł usunąć to zagrożenie, zakładając na monitor odpowiedni szklany lub syntetyczny filtr przewodzący, który należało koniecznie uziemić lub połączyć z metalowymi częściami obudowy komputera.

Należy także podkreślić, że monitory komputerowe nie emitują aerojonów (popularnie zwanych jonami). Ponieważ ich obudowy i ekrany pozostają zazwyczaj lekko naelektryzowane, to stężenie jonów naturalnych w otoczeniu monitorów jest raczej obniżone.

¹⁸ Grabarczyk Z., Pola i promieniowanie elektromagnetyczne, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 77.

¹⁹ Grabarczyk Z., Pola i promieniowanie elektromagnetyczne, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 77-79.

5. STRES PRZY OBSŁUDZE KOMPUTERA I SPOSOBY JEGO PRZECIWDZIAŁANIU

Długotrwała praca przy komputerze wywiera wpływ nie tylko na nasze samopoczucie fizyczne, ale i psychiczne²⁰. Na podstawie przeprowadzanych badań ustalono, że osoby pracujące powyżej 4 godzin przy komputerze zgłaszały nie tylko więcej dolegliwości fizycznych, ale również częściej niż inne grupy pracownicze narzekały na obciążenie psychiczne, monotonię i brak swobody w pracy. Charakterystyczne, że operatorzy pracujący do 4 godzin dziennie przy komputerze we wszystkich wyżej wymienionych zakresach nie różnili się od pozostałych grup urzędniczych. W związku z czym należałoby zalecić, aby czas pracy przy monitorach ekranowych ograniczał się do 4-5 godzin dziennie.

Do typowych źródeł dyskomfortu w tego typu pracach można zaliczyć²¹:

- duża intensywność pracy;
- nadmierna liczba godzin pracy;
- monotonia i cząstkowość zadań;
- abstrakcyjność pracy;
- uzależnienie pracy od technologii.

Skomputeryzowanie prac urzędniczych potencjalnie przyczynia się do uproszczenia i większej monotonii pracy²². Wprowadzenie maszyn uwolniło człowieka od dużego wysiłku fizycznego, a wprowadzenie komputera uwolniło człowieka od wysiłku intelektualnego. Bardziej skomplikowane operacje wykonuje maszyna, a człowiekowi powierza się rutynowe czynności, monotonne, mało urozmaicone o charakterze cząstkowym i nie wymagające większych kwalifikacji. W tym kontekście mówi się o powrocie „tayloryzacji pracy”. By temu przeciwdziałać proponuje się, aby projektant systemu dokonał właściwego rozdziału zadań pomiędzy człowieka i komputer. Projektant nie może zaprojektować wzorców myślenia użytkownika, ale ma możliwość takiego programowania zadań, aby stymulować procesy myślowe. I dlatego nie należy dążyć do tego, aby automatyzować wszystko co da się zautomatyzować.

²⁰ Kamińska-Żyła M., *Ergonomia stanowiska komputerowego*, AGH, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2000, str. 59; Widerszal-Bazyl M., *Aspekty psychospołeczne*, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 62-63.

²¹ Widerszal-Bazyl M., *Aspekty psychospołeczne*, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 61.

²² Kamińska-Żyła M., *Ergonomia stanowiska komputerowego*, AGH, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2000, str. 59; Widerszal-Bazyl M., *Aspekty psychospołeczne*, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 63.

Kontrola nad wykonywaną pracą, przez którą należy rozumieć posiadanie możliwości podejmowania decyzji co do jej celów, metody, tempa czy warunków w jakich ona przebiega to istotny wymiar pracy²³. W wielu badaniach odnotowuje się, że urzędnicy pracujący przy komputerach nisko oceniają autonomię swej pracy i możliwości uczestniczenia w życiu zakładu pracy. Zakres kontroli pracowników jednak jest różny w zależności od tego, jaki aspekt pracy będzie brany pod uwagę. Urzędnicy mogą mieć poczucie nikłego wpływu na wybór zadań i metod działania, ale wywierają wpływ na czasowe aspekty pracy takie jak: tempo pracy i czas występowania przerw. Najogólniej zaleca się 4 sposoby postępowania, zmierzające do zwiększenia wpływu pracowników pracujących przy komputerach na swą pracę²⁴:

- zaprojektowanie takiego systemu komputerowego, który pozostawia pewne możliwości decyzyjne;
- zwiększenie uczestnictwa pracowników w kształtowaniu warunków pracy;
- zwiększenie zakresu kontroli poprzez podnoszenie umiejętności obsługi komputera.

Jeśli względy organizacyjne nie pozwalają na zaprogramowanie zadań dostatecznie urozmaiconych i całościowych, to drogą przeciwdziałania stresom związanym z tym rodzajem pracy jest rotacja, czyli przesuwanie pracownika w ciągu dnia roboczego do innych zadań.

Źródłem stresu jest daleko idąca abstrakcyjność każdej pracy wykonywanej z pomocą komputera²⁵. Operator ma do czynienia symbolicznymi reprezentantami rzeczy, np.: zamiast przedmiotów, surowców czy arkusza papieru operator w większości przypadków nie dotyka niczego poza klawiaturą. Stanowisko komputerowe przechowuje bowiem informacje zakodowane elektronicznie, które są pozbawione zapachu, dotyku, koloru oraz miejsca w przestrzeni. W konsekwencji będzie to sprzyjać alienacji i pogorszeniu zdrowia psychicznego pracownika. Dążąc do częściowego złagodzenia abstrakcyjności pracy zaleca się następujące środki zaradcze:

- stosowanie programów, w których są wykorzystywane obrazy ilustrujące dokumenty, usługi i zapisy, tak jak wyglądają one w rzeczywistości;
- łączenie pracy przy komputerze z pracą metodami konwencjonalnymi.

²³ Kamińska-Żyła M., *Ergonomia stanowiska komputerowego*, AGH, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2000, str. 60.

²⁴ Widerszal-Bazyl M., *Aspekty psychospołeczne*, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 65.

²⁵ Kamińska-Żyła M., *Ergonomia stanowiska komputerowego*, AGH, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2000, str. 60; Widerszal-Bazyl M., *Aspekty psychospołeczne*, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 68.

Konsekwencją komputeryzowania biur jest uzależnienie pracy urzędniczej od technologii, co dotychczas było charakterystyczne dla przemysłu²⁶. Awarie techniczne, szczególnie dotkliwie, gdy system opiera się na jednym komputerze centralnym dezorganizują pracę dużym grupom ludzi, powodując narastający stres i zmęczenie psychiczne.

Innym źródłem stresu, związanym z zależnością od techniki jest czas reakcji systemu, czyli czas upływający pomiędzy wydaniem polecenia a pojawieniem się odpowiedzi na ekranie²⁷. Nie jest wskazane, aby ten czas był za długi, bo to może przerywać płynność i ciągłość myślenia. Nie może też być za krótki, bo wtedy jest zaskoczeniem dla operatora, u którego mogą się pojawić psychofizjologiczne objawy stresu w postaci przyspieszonego rytmu serca oraz narastania liczby błędów.

Skutkiem ubocznym może być także obiektywny wzrost kontroli nad ludźmi przez tworzenie banków danych dysponujących pełną informacją o danej osobie, także o jej upodobaniach prywatnych, cechach osobowości, przyzwyczajeniach lub też o planach na przyszłość.

Nadmiernemu zmęczeniu przy skomputeryzowanych pracach biurowych można przeciwdziałać przez²⁸:

- wprowadzanie przerw w pracy. Według obowiązujących w Polsce zaleceń należy zapewnić 15 minut przerwy co dwie godziny lub 15 minut przerwy po każdej godzinie pracy w przypadku prac o dłuższym obciążeniu wzroku. Dobrze jest stosować mikropauzy, czyli bardzo krótkie, często niezauważalne przerwy, w czasie których dochodzi do rozluźnienia napiętych mięśni. W trakcie takich przerw pracownik powinien mieć możliwość oparcia pleców i przedramion na oparciu oraz na podłokietniku krzesła. Przerwy te pomagają zmniejszyć statyczne obciążenie mięśni²⁹:

²⁶ Kamińska-Żyła M., *Ergonomia stanowiska komputerowego*, AGH, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2000, str. 60; Widerszal-Bazyl M., *Aspekty psychospołeczne*, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. dr med. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 68-69.

²⁷ Widerszal-Bazyl M., *Aspekty psychospołeczne*, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 69.

²⁸ Widerszal-Bazyl M., *Aspekty psychospołeczne*, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 62.

²⁹ Bugajska J., *Obciążenie układu mięśniowo-szkieletowego*, w: *Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne*, pod red. nauk. Bugajskiej J., CIOP, Warszawa 2003, str. 33.

- szyi, które utrzymują głowę w pozycji umożliwiającej naprzemienną obserwację monitora, dokumentu i klawiatury oraz mięśni obręczy barkowej utrzymujących ramię w pozycji umożliwiającej obsługę klawiatury;
 - odpowiedzialnych za kształt kręgosłupa i nadmierne ciśnienie w dyskach międzykręgowych podczas długotrwale utrzymywanej pozycji siedzącej;
 - bezpośrednio wykonujących czynność roboczą (mięśnie rąk wystukujących tysiące znaków w ciągu zmiany roboczej, a to są ruchy identyczne i powtarzane z dużą częstotliwością, czyli monotypowe).
- łączenie pracy przy komputerze z pracami innego typu. Coraz powszechniejsza jest praktyka skracania czasu pracy przy komputerze i przesuwanie pracownika do innych prac.
 - wprowadzanie ćwiczeń gimnastycznych w ciągu dnia pracy. Zaleca się stosowanie specjalnie dobranych ćwiczeń gimnastycznych. Ułatwiają one regenerację zarówno fizyczną, jak i psychiczną.

6. PRZECIWSKAZANIA DO PRACY NA STANOWISKACH KOMPUTEROWYCH

Instytut Medycyny Pracy w Łodzi i Państwowa Inspekcja Sanitarna zajmują zgodne stanowisko, że warunki pracy przy monitorach nie stwarzają ryzyka dla zdrowia osób charakteryzujących się normalnym stanem fizjologicznym organizmu³⁰. Natomiast przeciwwskazania do pracy przy monitorach ekranowych dotyczą kobiet w ciąży, jak również osób, które cierpią na następujące rodzaje schorzeń: choroby aparatu przeziernego oka, wysoką krótkowzroczność nie dającą się skorygować szklami, organiczne choroby ośrodkowego układu nerwowego, choroby psychiczne, wzmożona pobudliwość nerwowa, częste naczynioruchowe bóle głowy, choroby nerwów, mięśni, układu kostnego, przewlekłe zapalenie skóry, choroby układu oddechowego i cukrzyca, której towarzyszy zmienność percepcji ośrodka optycznego oka.

³⁰ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 155.

7. LITERATURA:

- [1] Bezpieczeństwo i ochrona pracy człowieka w środowisku pracy. Materiały szkoleniowe dla nauczycieli akademickich, CIOP, Warszawa 1999.
- [2] Komputerowe stanowisko pracy. Aspekty zdrowotne i ergonomiczne, pod red. nauk. Bugajskiej J.: CIOP, Warszawa 2003.
- [3] KAMIENSKA-ŻYŁA M.: Ergonomia stanowiska komputerowego, AGH, Uczelniane Wydawnictwa Naukowo-Dydaktyczne, Kraków 2000.
- [4] OLSZEWSKI J.: Podstawy ergonomii i fizjologii pracy, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997.

Rozdział VII

SYSTEM NERWOWY CZŁOWIEKA A PRACA UMYSŁOWA

Praca umysłowa jest to zamiana siebie samego z człowieka nie wiedzącego na wiedzącego przez wykonywanie następujących czynności¹:

- przyswajanie wiadomości lub nabywanie informacji;
- transformowanie oraz systematyzacji tych wiadomości w celu rozwiązania różnego rodzaju problemów;
- przekazywanie wiadomości osobom trzecim.

Granice między tymi trzema czynnościami są bardzo płynne. Każda praca umysłowa musi zawierać elementy z tych trzech części, tylko w różnych proporcjach. W rezultacie można powiedzieć, że każda czynność jaką wykonujemy w życiu zawiera elementy pracy umysłowej, ale nie każda czynność jest „czystą” pracą umysłową².

Dzieje się tak dlatego, że w procesie pracy „czysto” umysłowej człowiek nie skupia się na sobie samym, ani na informacjach i wiedzy, jaką posiada. Przedmiotem jego działania jest bowiem proces poszukiwania powiązań i zależności pomiędzy rzeczami. Akt badania twórczego to wstępna faza procesu tworzenia przedmiotów i obiektów. W pracy badawczej niepodobna przewidzieć ani zamówić wyników badania. Możliwe jest tylko planowanie kroków alternatywnych przy uzyskanych rezultatach. Natomiast przy wykonywaniu czynności tworzenia i obróbki przedmiotów lub obiektów, czyli czynności zawierających pewien element wysiłku umysłowego jest możliwe nakazanie otrzymania określonych rezultatów, np. w pracy krawca, szewca czy stolarza. W rezultacie porównywanie prac zawierających elementy prac umysłowych nie stanowi problemu, ale prac czysto umysłowych – tak.

Wykonywanie jakiegokolwiek czynności wymagającej korzystania z zasobów umysłowych oznacza zaangażowanie układu nerwowego człowieka.

1. SYSTEM NERWOWY CZŁOWIEKA

W systemie nerwowym człowieka własności i funkcje podsystemów nerwowych są wyraźnie rozdzielone. Rozróżniamy centralny układ nerwowy (mózg i rdzeń kręgowy) oraz obwodowy układ nerwowy³. Nerwy obwodowe wychodzące z rdzenia kręgowego i wnikające w mięśnie (nerwy ruchowe), albo

¹ Rudniański J., *Sprawność umysłowa*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1984, str. 7-8.

² Kotarbiński T., *Traktat o dobrej robocie*, Zakład Narodowy im. Ossolińskich we Wrocławiu, Łódź 1955, str. 274.

³ Nawarra L., *Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy*, Skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980, str. 42.

wychodzą ze skóry, mięśni i narządów zmysłowych, i biegną do rdzenia kręgowego oraz mózgu (nerwy czuciowe). Nerwy ruchowe i czuciowe, jak również należące do nich szlaki i ośrodki w rdzeniu kręgowym i w mózgu, tworzą autonomiczny układ nerwowy, który zapewnia kontakt ze światem zewnętrznym.

Natomiast wegetatywny układ nerwowy, przeciwstawny układowi autonomicznemu, kieruje czynnościami narządów wewnętrznych (krążenie krwi, narządy oddechowe, trawienie, wydalnicze, gruczoły dokrewne itd.). Wegetatywny system nerwowy zabezpiecza potrzebne do życia procesy przebiegające bez kontroli świadomości.

1.1. Centralny układ nerwowy

Mózg i rdzeń stanowi jego lokalizację. Ma on do spełnienia następujące funkcje⁴:

- percepcyjną, czyli analizę odbieranych wrażeń zmysłowych;
- motoryczną, czyli formowanie sygnałów sterujących do mięśni realizujących dowolne ruchy;
- asocjacyjną, czyli kojarzenie i integracje różnych informacji;
- regulacyjną, czyli nadzór nad stabilizacją parametrów organizmu i funkcjonowaniem narządów wewnętrznych;
- wyższych czynności psychicznych, takich jak: myślenie, łącznie z abstrakcyjnym, pamięć, świadomość, kojarzenie i podejmowanie decyzji, formowanie pojęć, emocje i zdolność antycypacji.

W większości przypadków lewa i prawa strona ośrodkowego układu nerwowego pełnią same funkcje, np. czynności ruchowe zlokalizowane są w przednich płatach mózgowia, a czuciowe – z tyłu.

1.2. Obwodowy układ nerwowy

Jako system komunikacyjny przesyła⁵:

- informacje od receptorów (zmysły) przez wiązki włókien nerwowych do ośrodkowego systemu nerwowego, gdzie są przetwarzane i analizowane;
- sygnały sterujące do efektorów, czyli mięśni⁶.

⁴ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. str. 68.

⁵ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 72.

⁶ Czas obiegu informacji od receptora do efektorów kształtuje się od 0,07 do 0,12 s. Wartość ta jest uznawana za biologiczną jednostkę czasu, co odpowiada właściwej reakcji człowieka, w: Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 65.

Nerwy obwodowe wychodzą z rdzenia kręgowego i wnikają w mięśnie (nerwy ruchowe) albo wychodzą ze skóry, mięśni i narządów zmysłowych i biegną do rdzenia kręgowego oraz mózgu (nerwy czuciowe). Nerwy ruchowe i czuciowe, jak również należące do nich szlaki i ośrodki w rdzeniu kręgowym i w mózgu tworzą razem autonomiczny układ nerwowy, który zapewnia kontakt ze światem zewnętrznym (postrzeganie, świadomość, czynności). System ten zatem jest zlokalizowany w:

- 30 nerwach rdzeniowych: 8 – szyjnych, 112 – piersiowych, 5 – lędźwiowych, 5 – krzyżowych;
- 12 nerwach czaszkowych, związanych z działaniem systemów percepcyjnych: czucie, ruchy głowy i mimiczne twarzy, artykulacja mowy itp.

1.3. Wegetatywny układ nerwowy

Nie tworzy wyraźnie wydzielonych ośrodków (skupisk). Zlokalizowany jest zarówno w ośrodkowym jak i obwodowym systemie nerwowym⁷. Składa się ze zwojów, splotów i wypustek. Wegetatywny układ nerwowy kieruje czynnościami narządów wewnętrznych (krążenie krwi, narządy oddechowe, trawienne, wydalnicze, gruczoły dokrewne itp.). Jest więc regulatorem procesów wegetatywnych, zachodzących w narządach wewnętrznych, nie kontrolowanych przez świadomość. System wegetatywny zawiera w sobie dwie przeciwstawne w działaniu części: sympatyczną (współczulną) i parasympatyczną (przywspółczulną). Część współczulna działa jako całość, jest pobudzana przy różnorodnych obciążeniach emocjonalnych, stwarzając stan pogotowia. Natomiast część przywspółczulna działa w sposób fragmentaryczny, podczas stanu odprężenia organizmu. Autonomiczny system nerwowy nie prowadzi z poziomu naszej świadomości „świadomej” kontroli procesów sterowania, regulacji i stabilizacji środowiska organizmu.

2. PROCESY POBUDZANIA I HAMOWANIA

Zaangażowanie pracownika w procesie pracy, jego podejście do wykonywanej pracy, poczucie odpowiedzialności, czynniki ambicjonalne i układ wzajemnych stosunków z innymi pracownikami mogą być źródłem stanów emocjonalnych o różnym zabarwieniu i charakterze⁸. Wśród tych stanów należy odróżnić procesy pobudzania od procesów hamowania, które są ściśle ze sobą powiązane i od siebie zależne, ale działają w przeciwnych kierunkach. Procesy

⁷ Wykowska M., *Ergonomia*, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994, str. 72.

⁸ Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 217-218.

te odbywają się pod wpływem impulsów, które są nosicielami informacji w obrębie układu nerwowego⁹.

Istotne znaczenie procesu pobudzania polega na tym, że odbiera on impulsy doprowadzane z kory mózgowej lub ciała i przekazuje je wielu milionom włókien nerwowych w górę do kory mózgowej i w dół do narządu ruchu. W ten sposób dochodzi do znacznego rozprzestrzeniania się wzmożonego pobudzania w całym organizmie. Układ pobudzający działa jako wzmacniacz lub rozdzielacz napływających impulsów od narządów zmysłów i tak np. nagły hałas może poprzez układ pobudzający zaalarmować cały organizm. Rola układu pobudzającego polega przede wszystkim na tym, że człowiek może dostosować swoją gotowość reakcji umysłowej i fizycznej do istniejących potrzeb, które wynikają z sytuacji w otaczającym świecie. Proces pobudzania jest uzależniony od szeregu czynników dość dobrze znanych. Ogólnie można stwierdzić, że układ pobudzający jest stymulowany głównie z zewnątrz (narządy zmysłów, świadomość, układ mięśniowy). Układ pobudzający reguluje swoje pobudzające działania sam. Jeśli wpływy sprzężenia zwrotnego mające swoje źródło w świadomości albo w obwodowych częściach ciała są silne, to układ wzmacnia je i w ten sposób zwiększa swoje pobudzające działanie. Jeśli docierające wpływy zmniejszają się wówczas działanie pobudzające maleje.

Istnieją bliskie związki między wegetatywnym układem nerwowym a układem pobudzania. Wzmożeniu pobudliwości układu pobudzania towarzyszy szereg zmian w narządach wewnętrznych, takich jak: przyspieszenie tętna, wzrost ciśnienia krwi, zwiększenie wyzwalania się cukru z wątroby oraz wzmożenie przemiany materii i napięcia mięśniowego. W ten sposób wzrost pobudzenia przenosi się także na narządy wewnętrzne, przez co cały organizm zostaje nastawiony na wydatkowanie energii związane z pracą, walką lub ucieczką.

Liczne doświadczenia fizjologiczne doprowadziły do odkrycia, że obok układu pobudzania istnieje również układ hamowania. Na temat wpływów w układzie hamowania nasza wiedza ma charakter hipotetyczny. Układ hamowania wprawiany jest w ruch przez zmiany zachodzące we wnętrzu ustroju (zmiany w związku z obciążeniem, zużycie rezerw energetycznych).

Wraz z uzyskiwaniem przewagi przez układ hamowania można zaobserwować spadek tętna i ciśnienia krwi, oddychanie staje się rzadsze, słabnie przemiana materii oraz zmniejsza się napięcie mięśniowe. Natomiast wzrasta czynność narządów trawiennych dla celów przyswojenia sobie energii. Takie nastawienie gwarantuje procesy wypoczynkowe, odzyskanie wydatkowanej energii i przyswojenie składników żywnościowych.

⁹ Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 152-157.

Ta teoria pozwala zrozumieć, dlaczego człowiek odczuwa zjawisko zmęczenia w sytuacji, w której organizm nie wydatkował energii mięśniowej czy umysłowej. Sytuacja taka występuje, gdy:

- ocenia się pracę jako nieatrakcyjną;
- motywacja do pracy jest słaba;
- sama praca nie stawia wielkich wymagań;
- bodźce płynące ze świata zewnętrznego są nieliczne i powstają rzadko.

Do prac mogących wywołać dominację procesów hamowania należy praca urzędnika nie mającego kontaktu z interesantami i wykonującego zrutynizowane, mało atrakcyjne czynności robocze lub czuwanie nad funkcjonowaniem nastawni elektrowni w porze nocnej. Nie zalicza się do tej kategorii prac powtarzalnych, ale wymagających znacznej uwagi i zręczności, przy których wpływ bodźców ze świata zewnętrznego przeważa nad wpływem monotypii ruchowej, jak na przykład przy pracy telefonistki obsługującej centralę telefoniczną.

Podsumowując powyższe rozważania można stwierdzić, że stopień gotowości do pracy, w zależności od aktualnych potrzeb organizmu jest dostosowany i zostaje nastawiony między dwiema skrajnościami – snem i ostrym alarmem, za pomocą procesów sterujących, zachodzących w pniu mózgowym.

Procesy pobudzania i hamowania podlegają następującym zjawiskom¹⁰:

- rozprzestrzeniania się, które nazywane jest irradacją (promieniowaniem), np. skutkiem rozprzestrzeniania się procesu hamowania na całą korę mózgową może być sen;
- koncentracji ogniska pobudzania lub hamowania, np. przykładem koncentracji pobudzania jest stan dowolnej uwagi, kiedy człowiek potrafi skupić uwagę na jednej czynności, a bodźce nie związane z tą czynnością w ogóle nie docierają do jego świadomości. Zewnętrznym przejawem takiej koncentracji jest roztargnienie, które mimo swych negatywnych cech, jest czynnikiem pożądanym w pracy umysłowej;
- indukcji wzajemnej (równoczesnej). Polega ona na powstaniu ogniska czynnościowego komórek nerwowych otaczających te ogniska. Zmiana ta ma charakter przeciwny, czyli komórki nerwowe dookoła ogniska pobudzania znajdują się w stanie zmniejszonej pobudliwości;
- indukcji następowej, kiedy komórki nerwowe w samym ognisku pobudzania lub hamowania zmieniają swój stan czynnościowy na stan o przeciwnym znaku. Ognisko pobudzania zmienia się z czasem w ognisko hamowania i odwrotnie.

¹⁰ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 189-190.

Te zmiany stanów czynnościowych komórek nerwowych są wyrazem obrony ośrodkowego układu nerwowego przed wyczerpaniem i przemęczeniem. Tak więc wzajemne następowanie po sobie procesów hamowania i pobudzania wyznacza cykliczność pracy. Jest to jedno z praw biologicznych, którego nieprzestrzeganie powoduje szybkie wyczerpanie się potencjału biologicznego, a w konsekwencji może doprowadzić do poważnych zaburzeń i schorzeń typu nerwicowego. Istotne ma więc znaczenie przestrzeganie zasad higieny pracy umysłowej, które zostaną omówione w końcowej części rozdziału.

3. PAMIĘĆ I UWAGA

Źródłem wiadomości i informacji, niezbędnych w pracy zawodowej są nie tylko maszyny aparaty i urządzenia, instrukcje czy wskazówki udzielane pracownikowi, ale również pamięć i uwaga.

3.1. Pamięć

Istnieją dwa zasadnicze rodzaje pamięci: pamięć świeża (operacyjna) i pamięć trwała¹¹. Pamięć świeża, dotyczy wydarzeń odbywających się na krótko przed rozpoczęciem czynności roboczych lub w ich trakcie. Przykładem może być: polecenie wykonania określonej czynności, uruchomienia urządzenia sygnalizującego czy zatrzymanie pojazdu. Ten rodzaj pamięci ma istotne znaczenie z punktu widzenia procesu pracy. Podczas wykonywania pracy pracownik rzadko jest zmuszony do natychmiastowego reagowania na otrzymaną informację. Najczęściej odbiera on wiele kolejnych informacji, zanim rozpocznie działanie. Powstaje więc konieczność zapamiętywania na krótki czas (kilku sekund lub kilku minut) napływających do niego informacji, które zostają usunięte z pamięci jako niepotrzebne. Mechanizm funkcjonowania pamięci operacyjnej jest w małym stopniu zbadany. Eksperymenty dowiodły, że przekształcenie informacji jest jedną z najważniejszych cech procesu zapamiętywania. Jednakże informacje na temat mechanizmu przekształcania informacji mają charakter hipotetyczny. Badania nad pamięcią operacyjną dowiodły, że człowiek jest w stanie zapamiętać i powtórzyć:

- ❑ 9 cyfr w układzie dwójkowym;
- ❑ około 8 w układzie dziesiętnym;
- ❑ 7 liter alfabetu;
- ❑ 5 prostych wyrazów.

¹¹ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 173-178; Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 193-196.

Dlatego istotne jest ustalenie jaką rolę będzie odgrywać pamięć operacyjna w danym procesie pracy. Najprostszym zaleceniem dla zapewnienia maksymalnej niezawodności przechowywania informacji w pamięci jest, aby każda porcja informacji odpowiadała zakresowi operacyjnej pamięci człowieka.

Drugim rodzajem pamięci jest pamięć trwała. U podstaw działania tej pamięci leżą procesy biochemiczne w komórkach nerwowych. W pamięci trwałej gromadzone są wiadomości nabywane w procesie edukacji szkolnej, doświadczenia zawodowego i życiowego.

Pamięć jest przykładem „czystej” pracy umysłowej, której towarzyszą reakcje fizjologiczne, takie jak np.: zmiany mimiki twarzy, postawy ciała, występowanie najrozmaitszych gestów rąk.

Mózg określa nie tylko to, co mamy zapamiętać, ale i to, co mamy zapomnieć. Dzieje się tak dlatego, że w trakcie wykonywania różnorodnych czynności bierze udział uwaga, np.: wiadomości z wykładu nieinteresującego trzeba notować i powtarzać, aby zapamiętać, podczas gdy kibic sportowy zna i pamięta wyniki meczów piłkarskich czy nazwiska znanych sportowców, chociaż nikt tego nie uczy¹².

3.2. Uwaga

Sprawny przebieg pracy zatem uzależniony jest nie tylko od pamięci, ale także od uwagi. Rozróżnia się dwa rodzaje uwagi: uwagę dowolną i uwagę mimowolną¹³.

Uwaga dowolna podlega woli człowieka i służy w uczeniu się i skupianiu przy pracy. Natomiast uwaga mimowolna nie wymaga wysiłku ani skupienia woli, np. działanie barw, mowy czy muzyki. W miarę nabywania wprawy w pracy wiele czynności przesuwają się z uwagi dowolnej do uwagi mimowolnej.

Proces uwagi charakteryzują cztery cechy: koncentracja, podzielność, przerzutność i trwałość.

Poziom koncentracji jest uzależniony od kilku czynników¹⁴:

- od wielkości sfery skupienia: zakres uwagi jest ograniczony;
- od jednolitości przedmiotu obserwacji: tam gdzie jest znaczna liczba szczegółów, uwaga się rozprasza i proces zapamiętywania przebiega niesprawnie;
- od intensywności cech, które należy zapamiętać;
- od ruchu obserwowanego przedmiotu.

Doświadczenia wskazują, że człowiekowi łatwiej jest skupić uwagę na procesie niż na przedmiocie nieruchomym. W ten sposób, w pewnym stopniu

¹² Rudniański J., *Sprawność umysłowa*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1984, str. 14.

¹³ Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 197.

¹⁴ Rosner J., *Ergonomia*, Warszawa 1985, str. 197.

tłumaczy się skuteczność filmów dydaktycznych, ukazujących rozwój jakiegoś zjawiska niż analizę stanów statycznych. Koncentracja uwagi to warunek konieczny wszelkiej sprawnej pracy umysłowej¹⁵.

Podzielność uwagi ma istotne znaczenie tam, gdzie pracownik musi obserwować jednocześnie kilka urządzeń sygnalizacyjnych lub przedmiotów. Podzielności uwagi sprzyjają¹⁶:

- automatyzm czynności;
- połączenie zespołu czynności w jeden system, którego przykładem mogą być reakcje sensomotoryczne, skupienie uwagi na sygnale, a później na realizacji decyzji;
- jednorodność przedmiotów lub jednoczesne wykonywanie czynności;

Ta cecha uwagi jest pożądana u pracownika na stanowisku urzędnika w okienku pocztowym, przy pisaniu na maszynie lub klawiaturze metodą ślepą, czyli bez potrzeby patrzenia na klawisze.

Przerzutność jest cechą sprzeczną z koncentracją uwagi, a zbliżoną do jej podzielności. Przerzutność polega bowiem na umiejętności szybkiego przerzucania uwagi z jednego przedmiotu na drugi. Jest to cecha wymagana często od kierowników, ponieważ przebieg wydarzeń zmusza ich do nieustannego przerzucania się z jednej sprawy do drugiej. Warunkami ułatwiającymi przerzutność uwagi są¹⁷:

- zainteresowanie pracownika pracą, którą wykonuje i na którą się przerzuca;
 - umiejętność przewidywania potrzeby przerzucania uwagi na inne czynności.
- Przerzutność uwagi jest cechą występującą u arcymistrzów gry w szachy, lekarzy, a szczególnie chirurgów oraz u osób sprawujących stanowiska kierownicze.

Ostatnią cechą uwagi jest trwałość uwagi. Jest to cecha trudna do nabycia, ponieważ charakteryzuje ją znaczna ruchliwość natężenia. Trwałości uwagi sprzyjają¹⁸:

- brak silnych bodźców rozpraszających (hałas, rozmowy);
- ciekawa praca oraz bodźce skłaniające do wytrwałej pracy przez dłuższy czas;
- zmiany w przedmiocie pracy, jako że trudno jest przez dłuższy czas utrzymywać napiętą uwagę na przedmiocie nieruchomym.

Trwałość uwagi przede wszystkim powinna charakteryzować pracownika naukowego.

¹⁵ Rudniański J., *Sprawność umysłowa*, Wiedza Powszechna, Warszawa 1984, str. 15 i następane.

¹⁶ Rosner J., *Ergonomia*, Warszawa 1985, str. 198.

¹⁷ Rosner J., *Ergonomia*, Warszawa 1985, str. 198.

¹⁸ Rosner J., *Ergonomia*, Warszawa 1985, str. 199.

Utrzymanie uwagi w stanie napięcia jest warunkiem koniecznym wysokiej efektywności pracy umysłowej. Przy braku odpowiednich bodźców, sprzyjających zainteresowaniu wykonywanymi czynnościami, uwaga (przede wszystkim koncentracja) ulega osłabieniu przejściowo lub trwale zanika. Jeżeli komórki nerwowe są pobudzane tylko przez bodźce pochodzące ze źródła wewnętrznego, to jest mniejszy stopień prawdopodobieństwa aktywizacji uwagi niż gdy w ten proces zostają zaangażowane również źródła zewnętrzne.

Należy zwrócić uwagę na wpływ środowiska materialnego (przede wszystkim hałas) na niektóre cechy uwagi, a w szczególności na jej koncentrację i trwałość.

4. BŁĘDY POWODUJĄCE ZAGROŻENIE CZŁOWIEKA W PRACY UMYSŁOWEJ

Błędy powodujące zagrożenie człowieka w procesie pracy umysłowej występują we wszystkich trzech fazach: orientacji, podejmowania decyzji i wykonywania czynności.

4.1. Faza orientacji

Faza ta polega na bezpośredniej obserwacji procesu produkcyjnego, przyrządów pomiarowo-kontrolnych lub zachowania pozostałych pracowników¹⁹. Zrozumienie treści i znaczenia znaków, sygnałów i tablic zależy od zaangażowania określonych zasobów umysłowych człowieka: pamięci i uwagi. Dzieje się tak dlatego, że odbiór informacji wymaga korzystania z wiedzy zawartej w pamięci, że jeżeli coś ukazuje się, to oznacza taką a taką sytuację. Pozwala to na reakcję adekwatną do tego, co się dzieje w danej chwili na stanowisku pracy. Ponadto podczas odbierania i interpretacji sygnałów jednocześnie odbywa się ich ocena, która stanowi podstawę do ich akceptacji. Nieprawidłowe i niepełne odbieranie oraz interpretacja informacji z urządzeń sygnalizacyjnych może zatem wynikać ze słabego teoretycznego przygotowania człowieka do wykonywania danej pracy, a w szczególności z braku rzetelnej wiedzy o zmianach wywołujących zagrożenia. Zakłócenia tego typu w odbiorze informacji są źródłem dużej części błędów.

W literaturze przedmiotu można spotkać się z opiniami, że dopóki wszystkie zjawiska występujące podczas pracy urządzenia lub maszyny nie będą objęte sygnalizacją, dopóty będzie występował element ryzyka. Tymczasem wzrost stopnia złożoności maszyn i urządzeń zwiększa ilość informacji i wiedzy,

¹⁹ *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 105; Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 178-180.

jaką musi posiadać człowiek dla ich prawidłowej obsługi. Pojemność pamięci nie ulega zmianie. Przeciążenie człowieka pracującego napływem informacji wywiera istotny wpływ na wielkość obciążenia psychicznego i coraz częściej staje się źródłem poważnych zagrożeń.

Bardzo duże znaczenie ma rozmieszczenie i czytelność znaków, sygnałów i tablic. Nieprawidłowe rozplanowanie położenia poszczególnych elementów sygnalizacyjnych na stanowisku roboczym jest uznawane za najczęściej występującą przyczynę powstania sytuacji zagrożenia dla zdrowia lub życia człowieka.

W celu zminimalizowania występowania problemów w tej fazie należy zatem przy projektowaniu stanowiska pracy zwracać uwagę na możliwości psychofizyczne człowieka związane z pracą z urządzeniami sygnalizacyjnymi. Wiąże się to z zastosowaniem najbardziej dogodnego dla pracownika systemu kodowania sygnałów, doboru ich występowania, rozmieszczenia urządzeń sygnalizacyjnych itp.

4.2. Faza podejmowania decyzji

Proces podejmowania decyzji jest najmniej zbadanym etapem w procesie pracy²⁰. Uzyskane informacje po przetworzeniu w ośrodkowym układzie nerwowym służą do podjęcia decyzji. W procesie podejmowania decyzji nie biorą udziału ani receptory (zmysły), ani efekторы (mięśnie). Pewien wpływ mogą wywierać stesy, czyli stany napięcia, będące wyrazem oporu organizmu, powstałego w wyniku różnego rodzaju urazów, szoków, strachu i silnego podniecenia.

Sam proces podejmowania decyzji przebiega wówczas, gdy nie ma jednoznacznego podporządkowania między sygnałem a reakcją, czyli pracownik musi uwzględniać w działaniu więcej niż jedną informację. W takim wypadku powstaje konieczność przetwarzania, a nie bezpośredniego reagowania na uzyskane informacje.

Bezpośrednia reakcja jest możliwa wówczas, gdy zachodzi stałe, jednoznaczne podporządkowanie sygnału i reakcji, czyli decyzje podejmowane przez człowieka oparte są na informacjach pełnych i pewnych, np.: gdy zapala się czerwona lampka, to operator uruchamia określoną dźwignię.

Natomiast im większa jest ilość informacji i im są one bardziej wieloznaczne, zmienne oraz złożone, tym więcej trzeba angażować zasobów umysłowych, aby dokonać właściwego wyboru i na tej podstawie podjąć decyzję, dotyczącą następującej po niej czynności. Waga tych decyzji jest różna

²⁰ *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 105-106; Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str.180-181.

w zależności od możliwych, negatywnych konsekwencji. Skutki te mogą przejawiać się w postaci niewłaściwej jakości wytwarzanego wyrobu, możliwości powstania awarii czy też różnych zagrożeń dla pracownika lub otoczenia. Im te daleko idące skutki są lepiej uświadamiane, tym poziom obciążenia podjęcia decyzji jest większy. Przy dużej ilości odpowiedzialnych decyzji łatwo dochodzi do odczuwania przez człowieka stałej presji stresowej, prowadzącej nierzadko do zakłócenia w działaniu jego układu nerwowego.

W tej fazie wystąpienie błędu wiąże się najczęściej z niedostatecznym przygotowaniem człowieka do określonej pracy oraz z cechami jego osobowości. Brak wiadomości o cechach i konstrukcji maszyny, brak doświadczenia, nieznamość metod pracy i zasad obsługi maszyn z jednej strony, a także takie cechy jak: lekkomyślność, nadmierna wiara we własne siły, niedocenianie niebezpieczeństwa itp. prowadzi często do niebezpiecznej sytuacji, błędnej interpretacji informacji i podejmowania decyzji nietrafnych, niebezpiecznych dla pracownika i otoczenia. Częstotliwość błędnych decyzji rośnie także w miarę zmęczenia pracownika, utrudniającego odbiór informacji i wnioskowania na ich podstawie, jak też ujemnie oddziałuje na koordynację ruchów i spostrzegawczość. Istotny i negatywny wpływ na tempo i trafność podjętych decyzji mają również środki odurzające czy podniecające, w tym alkohol.

Szczególne znaczenie dla unikania błędów w tej fazie ma szkolenie, instruktaż pracowników oraz nadzór nad ich pracą.

4.3. Faza wykonywania czynności

Faza ta polega na²¹:

- sterowaniu maszyną, czyli uruchamianiu, regulowaniu biegu lub zatrzymaniu przez oddziaływanie człowieka na urządzenia sterujące (pokręta, przyciski, gałki korby, pedały itp.);
- manipulowaniu przedmiotem obróbki, czyli przemieszczaniu materiału lub przedmiotu (łączenie, zszywanie końców tkaniny itp.);
- komunikowaniu się z innymi pracownikami za pomocą słów lub gestów.

Niezależnie od wymienionych czynności operator bierze udział w pracach przygotowawczo-zakończeniowych i przy regulacji oraz drobnych naprawach maszyny. Wysiłek człowieka w tej fazie głównie ma charakter wysiłku fizycznego. Niemniej jednak można mówić o większym lub mniejszym obciążeniu układu nerwowego, zależnie od złożoności wykonywanej pracy, typowości lub nietypowości ruchów, stopnia trudności identyfikacji narzędzi, a przede wszystkim od stopnia skutków danego ruchu. Stąd ta faza jest również przedmiotem badań obciążenia psychicznego pracownika.

²¹ *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 106.

Błędy związane z czynnościami motorycznymi człowieka powstają przede wszystkim w wyniku niedostosowania urządzeń sterujących do cech i budowy organizmu ludzkiego. Narzędzia źle dostosowane do rodzaju wykonywanej pracy, niewygodne w użyciu wywołują bowiem zbędne ruchy o nadmiernym zasięgu, dźwignie z trudem przesuwane zmuszają człowieka do dużego wysiłku, co wiąże się z utratą precyzji ruchów lub wyłączniki niesprawnie działające wywołują zdenerwowanie i ruchy zbyt gwałtowne. W przypadku czynności motorycznych należy zwrócić uwagę na zawodność uwagi człowieka, a zwłaszcza jego koncentracji na ewentualnych zagrożeniach. Wskazuje to na konieczność stosowania osłon i zabezpieczeń na maszynach, urządzeniach i narzędziach, chroniących człowieka przed własną nieuwagą.

Działania takie pozwalają na minimalizowanie prawdopodobieństwa wystąpienia wypadków połączonych z urazami.

5. ZASADY HIGIENY UMYSŁOWEJ

Od pracownika umysłowego wymaga się, aby miał cały czas wysoki stan sprawności intelektualnej, co jest rzeczą niemożliwą do realizacji. W rzeczywistości należy dokonać wyboru optymalnej intensywności pracy umysłowej. Jest to jednak zagadnienie bardzo złożone ze względu na występowanie czynnika obiektywnego w postaci charakteru pracy, jak i czynnika subiektywnego, czyli emocjonalnego stosunku człowieka do pracy.

Postępowanie prowadzące do utrzymania wysokiej sprawności umysłowej do późnej starości polega na realizowaniu następujących zaleceń²²:

- ściśle przestrzeganie wartości kalorycznej spożywanych posiłków: 35% - śniadanie, 40% - obiad i 25% - kolacja. Optimum pracy umysłowej jest także uzależnione od składu naszych posiłków. Zaleca się, aby spożywać każdego dnia:
 - białko: około 100g;
 - węglowodany: około 350-400 g;
 - tłuszcze: około 40-60 g;
 - sole mineralne i witaminy w postaci jarzyn i warzyw w dużych ilościach;
- ograniczyć do minimum używanie:
 - alkoholu, ponieważ oddziałuje ujemnie na szereg czynności umysłowych;
 - herbaty i kawy, które podnoszą wydajność wysiłku umysłowego, a szczególnie pobudzają wyobraźnię i przyspieszają odtwarzanie

²² Rudniański S., *Technologia pracy umysłowej (higiena, organizacja, metodyka)*, Ludowa Spółdzielnia Wydawnicza, Warszawa 1950, str. 26-44.

wyobrażeń, ale dzieje się tak dużym kosztem energetycznym organizmu;

- papierosów, wpływających negatywnie na funkcjonowanie układu nerwowego i oddechowego. Błędem jest wyznawanie poglądu, że myśl istnieje i działa w oderwaniu od całości organizmu. Mózg uczestniczy w wielu procesach fizjologicznych, zachodzących w organizmie człowieka podczas wykonywania pracy;

- zaleca się spożywanie czekolady ze względu na to, że działa pobudzająco na pracę mózgu;
- sprawność funkcjonowania procesów psychicznych uzależniona jest od pracy całego ustroju, a to z kolei zależy od funkcjonowania narządów całego organizmu. Stąd konieczność systematycznego spożywania posiłków, aby zapewnić normalny przebieg procesów myślowych;
- regularne uprawnianie sportu usprawnia organizm i pozwala na utrzymanie dobrej sprawności fizycznej. Ćwiczenia gimnastyczne przede wszystkim uczą dobrze patrzeć i uważnie słuchać, a także odporności na ból i zmęczenie. Ze względu na spostrzegawczość i koordynację ruchów zaleca się: łyżwy, siatkówkę, tenis, narciarstwo i wiosłowanie. Warto zwrócić uwagę, że dokładne wykonywanie ruchów fizycznych pomaga w myśleniu logicznym, a sprawne działanie wzmaga przejrzystość i konkretność procesów myślowych, systematyczność ćwiczeń zaś pobudza do aktywności i wytrwałości myślenia oraz przezwycięzania przeszkód. Dla utrzymania dobrej kondycji umysłu powinno się także przeznaczać około 2 godzin dziennie (podzielone na 2-3 części) na spacer. Pozwala to wyciszyć umysł i uwolnić od zaabsorbowania czynnościami intelektualnymi. W tym celu zaleca się w również robić przerwę około 15-minutową po wysiłku fizycznym a przed rozpoczęciem pracy umysłowej. Wszelkie dolegliwości fizyczne zazwyczaj obniżają sprawność pracy umysłowej przez ograniczenie możliwości koncentracji;
- przestrzegać ustalonego rytmu pracy i rozkładu dnia, powstałego w oparciu o znajomość własnego rytmu czynności życiowych. Pozwoli to zachować świeżość umysłu i zdolność od pracy na długie lata, ponieważ praca umysłowa jest czymś odmiennym od pracy fizycznej. Mięśnie odpoczywają, kiedy wyłączymy je z pracy aktywnej fizycznie, czego nie można zrobić w przypadku mózgu. Dzieje się tak dlatego, że beczynność umysłu jest tylko pozorną, ponieważ umysł potrafi pracować także w porze przeznaczonej na odpoczynek i w czasie snu. W efekcie może mieć miejsce potrojenie dnia roboczego. Należy pamiętać, że praca umysłowa jako praca świadoma odbywa się wielkim wysiłkiem woli, wskutek czego występuje większe zmęczenie, a realizowana z uporem często daje niezadowolające wyniki. Powoduje to, że myśl biegnie ze znacznym oporem i ujmuje rzecz jednostronnie. Po zmianie zajęcia rozpoczyna swe podświadome kojarzenie

faktów i informacji, co może prowadzić do niespodziewanie szybkiego rozwiązania problemów. Wyłączenie mózgu z wykonywanej pracy jest możliwe w przypadku stosowania „płodozmianu”, czyli wykonywania różnych zajęć w ciągu dnia (np. czynności o charakterze rozrywkowym absorbują odmienne części mózgu). Przestrzeganie regularnego rytmu pracy i odpoczynku pozwala na oderwanie się od absorbujących spraw umysłu i jest ważnym czynnikiem, ograniczającym występowanie stanów przemęczenia umysłowego. Umiejętność odpoczywania jest odwrotną stroną umiejętności pracy.

Na koniec warto wspomnieć o wyniku pewnego doświadczenia, polegającego na tym, że krew zdrowego człowieka, ale zmęczonego pracą, wstrzyknięto pod skórę zwierzęcia zdrowego i nie pracującego²³. W krótkim odcinku czasu zaobserwowano u zwierzęcia duże przytłumienie procesów ruchowych, obniżenie pobudliwości i prężności mięśni oraz poważne zmiany w korze mózgowej.

6. LITERATURA:

- [1] Ergonomia, pod red. Pacholskiego L.: Politechnika Poznańska, Poznań 1986.
- [2] KOTARBIŃSKI T.: Traktat o dobrej robocie, Zakład Narodowy im. Ossolińskich we Wrocławiu, Łódź 1955.
- [3] OLSZEWSKI J.: Podstawy ergonomii i fizjologii pracy, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997.
- [4] ROSNER J.: Ergonomia, PWE, Warszawa 1985.
- [5] RUDNIAŃSKI J.: Sprawność umysłowa, Wiedza Powszechna, Warszawa 1984.
- [6] RUDNIAŃSKI S.: Technologia pracy umysłowej (higiena, organizacja, metodyka), Ludowa Spółdzielnia Wydawnicza, Warszawa 1950.
- [7] WYKOWSKA M.: Ergonomia, Wydawnictwa AGH, Kraków 1994.

²³ Rudniański S., *Technologia pracy umysłowej (higiena, organizacja, metodyka)*, Ludowa Spółdzielnia Wydawnicza, Warszawa 1950, str. 39.

Rozdział VIII

ERGONOMIA DLA OSÓB W STARSZYM WIEKU

W 1980 roku Stany Zjednoczone zarekomendowały wiek 60 lat jako przejściowy do grupy populacji starszej. Jednak w życiu zawodowym oznaki problemów związanych z wiekiem występują wcześniej. Stwierdzono, że pewne funkcjonalne zdolności do wykonywania pracy zmniejszają się już około 45. roku życia. Ten wiek został też zaproponowany przez Międzynarodową Organizację Pracy dla określenia populacji starzejącej się, ale nie wycofanej jeszcze z pracy zawodowej¹.

1. ZMIANY FIZJOLOGICZNE ZACHODZĄCE W PROCESACH STARZENIA SIĘ CZŁOWIEKA

Starzenie się społeczeństwa jest zjawiskiem wspólnym wszystkim krajom wysoko rozwiniętym². Proces ten będzie się nasilał w przyszłości. Pojęcie wieku emerytalnego coraz mniej odpowiada dzisiaj pojęciu starości. Zainteresowanie ergonomii problemami gerontologicznymi obejmuje również analizę trudności, napotykanych przez osoby starsze przy wykonywaniu pracy zawodowej. Według francuskiej uczonej S. Paucaud żadna funkcja zmysłowa nie może się oprzeć destrukcyjnemu wpływowi wieku³. W starszym wieku następuje upośledzenie wszystkich trzech receptorów, odgrywających istotną rolę w pracy zawodowej: wzroku, słuchu i dotyku.

Mimo że procesy starzenia się, zwłaszcza fizycznego można spowolnić odpowiednim treningiem, racjonalnym trybem życia, odżywianiem się, to istnieją charakterystyczne symptomy obniżonej wraz z wiekiem wydolności fizycznej, fizjologicznej i psychicznej⁴:

- obniżona wydajność układu mięśniowego. W 65. roku życia siła mięśni u mężczyzn wynosi około 80-90% w stosunku do mężczyzn w wieku 25 lat, a u kobiet wynosi około 70-80%. Przeciętnie siła mięśni u kobiet w młodym wieku wynosi 65% siły mężczyzn w tym samym wieku;

¹ Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 207.

² Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 204.

³ Jak wynika z badań przeprowadzonych przez Storck i Thompson-Hoffman procent osób z dysfunkcjami wzrasta wraz z wiekiem. Gdy w grupie osób w wieku 15-24 lata wynosi on 5,2%, to w przedziale 45-55 lat już 23%, a powyżej 65 lat osiąga 68,5%, w: Cz. Frejlich, *Ergonomia w projektowaniu przedmiotów dla osób starszych*, Ergonomia 2000, nr 23, t. 1-2.

⁴ Jasiak A. E., *Ergonomiczne zasady kształtowania stanowiska pracy dla osób w wieku starszym*, Ergonomia 2000, nr 22, t. 1-2; Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 194-195.

- degradacja układu kostnego. Utrata wody z tarczki międzykręgowych powoduje zmniejszenie elastyczności kręgosłupa i jest jedną z przyczyn jego zwyrodnienia. Ponadto zrzesotnienie kości (osteoporoza) prowadzi do kruchości układu kostnego i zwiększenia prawdopodobieństwa złamania kości u kobiet po 40. roku życia, a u mężczyzn po 60;
- zmniejszona wydolność układu krążeniowo-płucnego. Maksymalny czas pracy bez przerwy dla młodego 25-letniego mężczyzny wynosi 8 godzin przy częstotliwości skurczów serca 110/min i maksymalnym zużyciu tlenu 3 l/min, a praca przy takim samym obciążeniu dla mężczyzny 50-letniego to około 4-6 godzin przy częstotliwości skurczów serca 140/min i maksymalnym zużyciu tlenu 2 l/min;
- zmniejszona odporność skóry i tkanek miękkich. Degradacja ta wywołana jest utratą elastyczności niektórych tkanek skóry oraz płuc, gdzie ma miejsce przyspieszona utrata wody z komórek;
- w przypadku wzroku za najczęściej stosowane kryterium starzenia się uznaje się pogorszenie się akomodacji oka. Optymalna wydajność wzroku człowieka osiągnięta jest w wieku 8 lat, a następnie następuje obniżanie się wydolności, szczególnie po 40. roku życia. Następuje też znaczący wzrost wymagań co do natężenia oświetlenia. Osoby starsze powinny zatem unikać takich rodzajów pracy, które wymagają częstszych i istotnych zmian w zakresie akomodacji soczewki i adaptacji siatkówki do zmieniających się warunków. Pracownicy starsi mają również tendencje do sprawdzania wzrokiem przebiegu swojej pracy, podczas gdy młodzi pracownicy, po nabraniu wprawy, zawierają zmysłowi kinestetycznemu i dotykowemu;
- nie mniej istotne jest osłabienie zmysłu słuchu. U osób starszych następuje stopniowa utrata wrażliwości na dźwięki o wysokiej częstotliwości, przy czym zjawisko to zaczyna występować po 30. roku życia, kiedy to następuje pogorszenie odbioru dźwięku o częstotliwości 15 kHz. Stałe narażenie na hałas w trakcie wykonywania pracy zawodowej może znacznie pogłębić ten proces, ale jest to sprawa indywidualna;
- degradacja zmysłu dotyku w wyniku zmniejszania się liczby organów wrażliwości dotykowej (tzw. ciała Meissnera) usytuowanych na powierzchni dłoni, którym towarzyszy zmniejszenie wrażliwości na drgania. Występuje również obniżenie zdolności rozróżniania, czyli wyczuwania progów różnicy u poszczególnych zmysłów;
- pogorszenie funkcjonowania układu nerwowego przejawiające się przede wszystkim osłabieniem funkcjonowania pamięci świeżej u osób starszych. Ogólnie stwierdzono, że osoby starsze często mają trudności w zatrzymaniu w pamięci świeżej przez 1 lub 2 sekundy informacji, których zarejestrowanie jest warunkiem poprawnego udzielania odpowiedzi na sygnał. Prowadzi to do kilkakrotnego sięgania po tę samą informację. W rezultacie ulega wydłużeniu czas reakcji prostej. Stąd też pracownikom

starszym należy przekazywać informacje w sposób jasny i tak, aby ułatwić im zapamiętanie. Ponadto nabywanie nowych umiejętności przez osoby starsze wymaga specjalnego sposobu szkolenia. Stwierdza się także u osób starszych zmiany zachodzące w funkcjach centralnych, związanych z przetwarzaniem informacji i podejmowaniem decyzji, co odzwierciedla się wydłużeniem czasu reakcji na bodźce alternatywne. Bardzo dobrze to widać w sytuacji, gdy wzrasta liczba możliwych odpowiedzi, czyli komplikowanie się zadania. Wtedy różnica między czasem reakcji pracowników młodszych i starszych coraz bardziej zwiększa się. Ponadto czas reakcji wydłuża się znacznie w przypadku, gdy osoba starsza wykonuje prace wymagające dedukcji;

- ogólnie stwierdza się, że starzenie się jest związane ze stałym zmniejszaniem się zdolności uczenia się, zwłaszcza nowych zadań i ze zrywaniem z nabytymi przyzwyczajeniami. Według H. Valentin powyżej 45. roku życia przeważnie zanika zdolność przestawiania się na inny rodzaj zawodu. Szczególnie duże trudności wiążą się z przeprogramowaniem funkcji układu nerwowego, a możliwość przeszkolenia jest tak bardzo ograniczona, że bardzo rzadko uzasadnione są związane z tym koszty;
- u zawodowo czynnych osób starszych w badaniach seryjnych (H. Valentin i in.) stwierdzono u ponad 50% badanych w wieku 45-50 lat odchylenia od normy lub zmiany patologiczne w narządach wewnętrznych, takich jak: wątroba, nerki, gruczoły wydzielania wewnętrznego oraz zaburzenia funkcjonowania układu krwionośnego i pokarmowego.

Przytoczone wyżej zmiany nie wyczerpują wszystkich możliwych problemów, których identyfikacja ma istotne znaczenie dla ergonomicznego kształtowania stanowisk pracy dla osób w starszym wieku. Niektóre z nich podano w tabeli 23.

Tabela 23

Wiek człowieka a zmiany predyspozycji

Wraz z wiekiem maleje:	Prawie niezależne od wieku są:	Wraz z wiekiem rośnie:
<ul style="list-style-type: none">- sprawność umysłowa i umiejętność dostosowania się;- szybkość postrzegania i przetwarzania informacji, a tym samym szybkość reakcji, szczególnie w złożonych sytuacjach;- zdolność abstrakcyjnego rozumienia;- pamięć;- zdolność uczenia się;- siła fizyczna;- odporność na stałe, duże fizyczne i psychiczne obciążenia i ujemne wpływy otoczenia;- sprawność zmysłów wzroku, słuchu i dotyku.	<ul style="list-style-type: none">- zakres wiedzy;- umiejętność znalezienia się w codziennych sytuacjach;- uwaga i zdolność do koncentracji;- znajomość języków;- szybkość ruchów (o nie najwyższej sprawności).	<ul style="list-style-type: none">- doświadczenie zawodowe;- umiejętność oceny;- zdolność pojmowania;- samodzielność;- umiejętność współzycia i współpracy;- umiejętność prowadzenia konwersacji;- trafność klasyfikowania rozwiązań konstrukcyjnych;- wprawa umysłowa i fizyczna;- dokładność rozwiązywania złożonych zadań;- poczucie odpowiedzialności i wzbudzania zaufania;- zrównoważenie i poczucie ciągłości;- dojrzałość i pozytywne podejście do pracy.

Źródło: Olszewski J., Podstawy ergonomii i fizjologii pracy, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 192.

2. ZALETY PRACOWNIKÓW W STARSZYM WIEKU

Pomimo pewnych objawów dysfunkcjonalności organizmu osób w starszym wieku należą oni do cennych pracowników dla przedsiębiorstwa. Do niewątpliwych zalet pracowników w starszym wieku można zaliczyć następujące⁵:

- fluktuacja wśród osób starszych jest o wiele mniejsza, a ich bogate doświadczenie zawodowe pozwala na wyrównanie wielu przejawów zmniejszającej się sprawności zawodowej;
- u większości starszych pracowników występuje bardzo duże zainteresowanie swoją pracą i bardzo rzadko opuszczają swoje stanowisko pracy z błahych powodów;
- w małych grupach mogą przyczynić się do psychospołecznej stabilizacji załogi;
- starsi pracownicy są z reguły bardziej niż młodzi doświadczeni w pracy, świadomi swoich obowiązków, odpowiedzialni, pewni i wypróbowani. W rezultacie wśród osób starszych mniejsza jest wypadkowość w pracy;
- nieobecność w pracy w następstwie choroby u ludzi starszych jest rzadsza niż u młodych pracowników, jednak czas choroby jest dłuższy. Dłuższy okres choroby należy łączyć ze zmniejszoną zdolnością do regeneracji u osób starszych, jak również ze skumulowanym działaniem różnych czynników stresogennych i chorób nakładających się na zmniejszenie rezerw czynnościowych organizmu.

3. ZASADY RACJONALNEGO ZATRUDNIANIA OSÓB W STARSZYM WIEKU

Specyfikę ergonomicznych zasad, jakie powinny być spełnione przy zatrudnianiu osób w starszym wieku można podzielić na trzy rodzaje działań, mieszczących się w obszarze organizacji pracy w przedsiębiorstwie⁶:

- zmiany w zakresie organizacji stanowiska i miejsc pracy, mające na celu dostosowanie ich do zmniejszonych możliwości psychofizycznych pracownika przez wdrożenie odpowiednich ergonomicznych rozwiązań organizacyjno-technicznych, np. mniejszy wymiar godzin;
- obniżenie wymagań pracy w stosunku do pracownika;

⁵ Jasiak A. E., *Ergonomiczne zasady kształtowania stanowiska pracy dla osób w wieku starszym*, *Ergonomia* 2000, nr 22, t. 1-2.

⁶ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 193-194.

- przesunięcie pracownika na inne stanowisko pracy, na którym wykonywana praca w mniejszym stopniu obciąża organizm, np. duże możliwości wykonywania pracy oferuje sfera usług.

Należy zadbać o kontynuację zatrudnienia osób w starszym wieku i lepiej niż dotychczas przystosować je do przejścia w stan spoczynku. Jesteśmy to winni ludziom, którzy całe swe życie wytwarzali dobra konsumpcyjne.

Ergonomiczne zasady zatrudniania osób w starszym wieku na stanowiskach pracy są następujące⁷:

- 1) nie zatrudniać przy ciężkich pracach fizycznych, zwłaszcza unikać obciążeń długotrwałych – zatrudniać poniżej 6, a nawet 4 godzin dziennie;
- 2) nie zatrudniać przy pracach w systemie akordowym;
- 3) nie zatrudniać przy pracach o wymuszonym tempie, zwłaszcza przy taśmach i liniach produkcyjnych;
- 4) nie zatrudniać przy pracach wykonywanych na wysokościach;
- 5) nie zatrudniać przy pracach, wiążących się z koniecznością zachowania jednostajnej postawy (stojąca lub siedząca) oraz z ograniczeniem zakresu ruchów;
- 6) nie zatrudniać przy pracach, wymagających bardzo szybkich lub precyzyjnych ruchów oraz bardzo dobrej koordynacji wzrokowo-ruchowej;
- 7) zapewnić odpowiedni komfort widzenia (odpowiednio zwiększyć poziom oświetlenia) oraz odsuwać od prac, którym towarzyszy zjawisko oślnienia;
- 8) zapewnić komfort w zakresie warunków mikroklimatycznych, szczególnie temperatury i wilgotności powietrza. Bezwzględnie odsuwać od prac na stanowiskach „zimnych” oraz na stanowiskach „gorących”;
- 9) odsuwać od prac związanych z narażeniem na choroby zawodowe typu: pylica, choroba wibracyjna, choroby skóry oraz od prac wiążących się z ekspozycją na promieniowanie elektromagnetyczne wysokiej częstotliwości, rentgenowskie, jonizujące itp.;
- 10) dostarczać dodatkowych informacji sensorycznych (zmysłowych) lub stwarzać takie warunki pracy, w którym wymagana informacja sensoryczna przestaje mieć istotne znaczenie;
- 11) niezbędne informacje w procesie pracy powinny docierać do pracownika w sposób sekwencyjny. Ponadto powinny być jednoznaczne i zrozumiałe, charakteryzując się wydłużonymi przerwami między jedną a drugą, a nawet możliwością powtórnego lub wielokrotnego dostępu do nich;
- 12) należy stosować sygnały o wzmożonej intensywności, w celu zwiększenia prawdopodobieństwa dostrzeżenia lub dosłyszenia sygnałów o wartościach progowych;

⁷ Jasiak A. E., *Ergonomiczne zasady kształtowania stanowiska pracy dla osób w wieku starszym*, *Ergonomia* 2000, nr 22, t. 1-2.

- 13) należy zapewnić możliwość wydłużenia czasu, w ciągu którego dany sygnał może być obserwowany, w celu zwiększenia prawdopodobieństwa jego dokładnego odbioru;
- 14) organizacja pracy powinna umożliwiać pracownikowi dokonywanie obserwacji o charakterze ciągłym (a nie krótkotrwałym) w celu uniknięcia nadmiernego obciążenia pamięci operacyjnej;
- 15) należy stosować wzmacnianie informacji odbieranej przez jeden zmysł kanałami odbieranymi przez inny zmysł, np. wzmocnienie bodźców dotykanych przez sygnały wzrokowe i odwrotnie;
- 16) nie należy zatrudniać przy pracach wymagających znacznego wysiłku umysłowego, zwłaszcza przy pracach wymagających rozwiązywania zadań polegających na interpretacji różnych pojedynczych informacji;
- 17) nie zatrudniać przy pracach wymagających uczenia się, bądź rozwiązywania nowych i złożonych zadań i konieczności szybkiego reagowania;
- 18) generalnie - nie zatrudniać na stanowiskach wymagających kwalifikacji różniących się w sposób istotny od tych, które pracownik posiada, ze względu na koszty oraz niską efektywność uczenia się.

4. LITERATURA:

- [1] FREJLICH Cz.: Ergonomia w projektowaniu przedmiotów dla osób starszych, Ergonomia 2000, nr 23, t. 1-2.
- [2] JASIAK A. E.: Ergonomiczne zasady kształtowania stanowiska pracy dla osób w wieku starszym, Ergonomia 2000, nr 22, t. 1-2.
- [3] OLSZEWSKI J.: Podstawy ergonomii i fizjologii pracy, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997.
- [4] ROSNER J.: Ergonomia, PWE, Warszawa 1985.

Rozdział IX

BADANIA ERGONOMICZNE

Pojęcie diagnozy wywodzi się z greckiego słowa *diagnosis*, oznaczającego rozpoznanie¹. Charakterystycznym zabiegiem metodycznym diagnozy jest proces analizy, czyli rozłożenie badanego obiektu lub zjawiska na czynniki składowe oraz szczegółowe badanie tych „wyzolowanych” czynników w celu zidentyfikowania przyczyn obserwowanych skutków.

Zakres ergonomicznych badań diagnostycznych jest bardzo szeroki. W ujęciu tematycznym dotyczy wszystkich cząstkowych zagadnień, związanych działaniem systemu człowiek – obiekt techniczny w określonym otoczeniu i nadsystemie. W przedmiotowym dotyczy wszystkich obiektów technicznych, z którymi człowiek ma styczność w trakcie wykonywania określonych działań:

- używa ich do wykonywania pracy, przemieszczania się, komunikowania się z innymi ludźmi, spełniania funkcji życiowych, wypoczynku, rekreacji itp.;
- są one obiektem jego działań np.: naprawiana maszyna, obrabiany materiał;
- są elementami otoczenia systemu, np. czynniki środowiska pracy, sprzęty wyposażenia.

Podstawowym celem diagnozowania ergonomicznego jest określenie poziomu ergonomicznej jakości systemu człowiek – obiekt techniczny w czasie jego eksploatacji. Wszystkie znane metody ergonomicznej oceny stanowisk pracy lub projektów i prototypów urządzeń technicznych opierają się na tej samej koncepcji metodologicznej: ocena zaprojektowanego rozwiązania technicznego dokonywana jest przy użyciu określonej listy kontrolnej dopiero wówczas, gdy rozwiązanie ma postać skończoną i proces projektowania całości lub znacznego fragmentu zadania został zakończony.

1. ERGONOMICZNA OCENA PROJEKTÓW I PROTOTYPÓW MASZYN I URZĄDZEŃ TECHNICZNYCH

„Lista Dortmundzka” była pierwszą kompleksową metodą ergonomicznego diagnozowania systemów pracy, przedstawioną przez psychologów amerykańskich na II Kongresie Międzynarodowego Stowarzyszenia Ergonomicznego (IEA) w 1964 roku w Dortmundzie². Lista ta miała charakter kwestionariusza, zawierającego 323 pytania podzielone na dwie grupy: 135 pytań ogólnych oraz 188 pytań szczegółowych. Odegrała ona ważną rolę jako wzorzec podejścia do badań ergonomicznych i na jej podstawie powstało w następnych latach wiele wyspecjalizowanych i udoskonalonych list kontrolnych.

¹ Tytyk E., *Projektowanie ergonomiczne*, PWN, Warszawa - Poznań 2001, str. 240.

² Tytyk E., *Projektowanie ergonomiczne*, PWN, Warszawa - Poznań 2001, str. 241.

1.1. Lista kontrolna K. F. Murrela

Jest to jedna z najstarszych i bardziej znanych metod oceny gotowych wersji rozwiązywania problemu projektowego³. Lista ma charakter kwestionariusza zawierającego 11 pytań, na które powinien odpowiedzieć projektant:

- 1) Na czym będzie polegać rola operatora urządzenia? Czy posiadane przez niego zdolności będą wykorzystywane w sposób optymalny, czy też będzie on zmuszony do podejmowania działań, których nie jest w stanie wykonać prawidłowo? Czy funkcje te można przenieść na urządzenie?
- 2) Jak dalece urządzenie będzie dostosowane do operatora? Czy konstrukcja urządzenia jest wynikiem tradycji, czy też była zaprojektowana już ze względu na przyszłego użytkownika?
- 3) Czy operator może siedzieć, czy też musi stać? Czy w każdym z tych przypadków jego postawa przy pracy będzie zadowalająca?
- 4) Czy jest prawdopodobne, że urządzenie będzie obsługiwane częściowo lub wyłącznie przez kobiety? Jeśli tak, to jakie kobiety powinny tu pracować?
- 5) Jakich informacji potrzebuje operator dla wypełnienia swoich zadań? W jakiej postaci musi otrzymywać te informacje oraz jak mogą one być najlepiej przekazywane?
- 6) Jakie urządzenia sterownicze są potrzebne i jaki system sterowania należałoby zastosować? Czy można zastosować sterowanie nożne, jeśli operator stoi? Jakiej siły będzie musiał operator używać, czy będą potrzebne urządzenia wspomagające (serwomechanizmy)?
- 7) Jaki system łączności między operatorami jest potrzebny? Czy łączność ta musi być słowna, a jeśli tak, czy nie będzie ona zakłócana przez hałas? Jeśli oczekuje się tego zakłócenia, to czy można zapewnić łączność za pomocą przyrządów?
- 8) Jaką pracę fizyczną będzie musiał operator wykonywać? Czy będzie ona odpowiadać jego możliwościom, czy też będą potrzebne mechaniczne urządzenia pomocnicze?
- 9) Jakich warunków środowiska pracy należy się spodziewać? Czy będzie hałas? Czy będzie gorąco? Jakie oświetlenie będzie konieczne?
- 10) Czy stawiane przez pracę wymagania fizyczne lub umysłowe mogą doprowadzać do przeciążenia operatora, a jeśli tak, to jakie kroki należałoby przedsięwziąć celem zmniejszenia obciążenia?
- 11) Jakie będą wymagania w stosunku do konserwacji urządzenia? Czy zostało ono zaprojektowane w ten sposób, aby błędy mogły łatwo zostać wykryte

³ Górska E., Tytyk E., *Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Podstawy teoretyczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998, str. 22-23.

oraz aby przewidywane naprawy mogły być wykonane przy minimalnych stratach czasu? Czy jest dobry dostęp dla okresowych konserwacji?

Ogólny charakter pytań tej listy kontrolnej pozwala na jej zastosowanie do ergonomicznej oceny, dokonywanej przez projektantów bez względu na charakter projektowanego obiektu.

1.2. Ergonomiczny Test Kontrolny CET – II

Ergonomiczny Test Kontrolny CET powstał jako narzędzie pracy do przeprowadzania ergonomicznej analizy i oceny istniejących stanowisk pracy oraz prototypów maszyn i innych urządzeń technicznych⁴. Podstawą do jej opracowania była tzw. Lista dortmundzka. Listę kontrolną CET – II otwiera 11 pytań o charakterze ogólnym. Następnie jest 350 pytań podzielonych na cztery kategorie: A, B, C, D, zależnie od stopnia szczegółowości. Udzielenie odpowiedzi typu: nie dotyczy lub nie ma takiego zagrożenia pozwala na ominięcie pozostałych pytań z danej kategorii. Pytania szczegółowe podzielono na sześć grup merytorycznych:

1. Przestrzeń pracy:
 - 1.1. obciążenie fizyczne;
 - 1.2. obciążenie psychiczne;
 - 1.2.1. układ wzrokowy;
 - 1.2.2. układ słuchowy;
 - 1.2.3. inne zmysły;
 - 1.2.4. drogi informacji.
2. Metody pracy;
 - 2.1. obciążenie fizyczne;
 - 2.2. obciążenie psychiczne;
 - 2.3. obciążenie psychiczne przepływem informacji.
3. Obciążenie środowiskiem;
4. Organizacja pracy;
5. Obciążenie czynnościowe i całkowite;
6. Wydajność układu.

1.3. Lista kontrolna CBKO

W Centralnym Biurze Konstrukcji Obrabiarek w Pruszkowie opracowano prosty i pomysłowy zestaw pytań, mający na celu uczulenie konstruktorów na

⁴ Górńska E., Tytyk E., *Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Podstawy teoretyczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998, str. 23-24.

problematykę ergonomiczną⁵. Odpowiedzi na pytania udzielają sobie sami projektanci i konstruktorzy, dzięki czemu mogą przypomnieć sobie zagadnienia dotyczące specyfiki działań człowieka w projektowanym systemie. Treść 15 pytań jest nieco bardziej szczegółowa, gdyż adresowana jest do specyfiki określonych obiektów technicznych - obrabiarek:

- 1) Czy uwzględniono wymiary antropologiczne przy projektowaniu podstawowych gabarytów obrabiarek?
- 2) Czy robotnik nie będzie musiał zbyt często się schylać?
- 3) Czy wszystkie urządzenia obsługiwane znajdują się w granicach optymalnych zasięgów?
- 4) Czy wszystkie urządzenia obsługiwane znajdują się w granicach fizjologicznych zasięgów?
- 5) Czy usytuowanie płaszczyzny pracy zgodnie jest z normami dla tego rodzaju pracy?
- 6) Czy kształty, wielkość i przykładane siły do urządzeń obsługiwanych odpowiadają optymalnym wartościom?
- 7) Czy wszystkie urządzenia sygnalizacyjne znajdują się w polu widzenia?
- 8) Czy najważniejsze z nich są wyodrębnione i czy znajdują się na linii wzroku?
- 9) Czy wszystkie urządzenia sygnalizacyjne są czytelne, odpowiadają normom i nie powodują nadmiernego zmęczenia wzroku?
- 10) Czy czynności pomocnicze i przygotowawcze (transport detali, mocowanie narzędzi, konserwacja i naprawy) będą łatwe do wykonania i nie zabiorą zbyt wiele czasu?
- 11) Czy przewidziano możliwość obsługiwanie maszyny w pozycji siedzącej?
- 12) Czy zaprojektowano właściwe oświetlenie?
- 13) Czy zaprojektowano wszystkie konieczne zabezpieczenia ochraniające twarz?
- 14) Czy stanowisko pracy nie stworzy dodatkowych obciążeń (hałas, drgania, zapylenie, temperatura)?
- 15) Czy zaprojektowano miejsce na narzędzia i detale?

Jest to jedna z najbardziej zwięzłych list kontrolnych służących do ergonomicznego korygowania procesu projektowania.

⁵ Górską E., Tytyk E., *Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Podstawy teoretyczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998, str. 24-25.

1.4. Arkusz ergonomicznej oceny maszyn i urządzeń technicznych – „Ramowe wytyczne”

Arkusz ten został opracowany w Centralnym Instytucie Ochrony Pracy w Warszawie w postaci tzw. ramowych wytycznych⁶. Zaprojektowany został z myślą o ergonomicznej ocenie seryjnie produkowanych maszyn lub ich wersji prototypowych, a także może służyć do weryfikacji dokumentacji projektowej czy nawet do oceny założeń takiego projektu. Arkusz oceny nie składa się z pytań, lecz zawiera zbiór obejmujący 50 haseł, dotyczących głównie zagadnień związanych z bezpieczeństwem i higieną pracy, które podzielono na cztery grupy:

- bezpieczeństwo eksploatacji;
- warunki pracy;
- wymagania bhp w dokumentacji towarzyszącej;
- wymagania estetyki.

Do każdej z czterech grup podano zasady, normy i obowiązujące przepisy oraz wykazy literatury, dotyczącej poszczególnych zagadnień. Analiza zagadnień z każdej grupy tematycznej stanowi podstawę dokonywania oceny rozwiązania:

- właściwa – otrzymuje badana cecha maszyny wówczas, gdy jej parametry mieszczą się w granicach optymalnych lub nie przekraczają zakresu ustalonego normami i przepisami;
- z zastrzeżeniem – stosuje się, gdy badana cecha lub jej niektóre składowe nie znajdują się w granicach optymalnych, nie przekraczając jednak wartości dopuszczalnych normami i przepisami lub zaleceniami literatury przedmiotu. Dopuszcza się nawet niewielkie przekroczenie tych granic w przypadkach, gdy usterka może być łatwo usunięta w następnym etapie wykonania urządzenia, przed rozpoczęciem produkcji. Odpowiednie zastrzeżenie, zamieszczone w „Arkuszu oceny ergonomicznej” powinno ustalać sposób i termin usunięcia usterek;
- niewłaściwa – stosuje się dla przypadków, w których występuje wyraźne przekroczenie norm i obowiązujących przepisów lub zaleceń literatury przedmiotu, bądź też możliwość innych poważnych zagrożeń zdrowia lub życia, względnie nadmiernej uciążliwości pracy. Taka ocena kwalifikuje do wstrzymania dalszych prac rozwojowych, a ich kontynuacja wymaga odrębnej decyzji organu oceniającego, która może być podjęta po przedstawieniu nowego rozwiązania.

⁶ Górską E., Tytyk E., *Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Podstawy teoretyczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998, str. 25-26.

1.5. Ergonomiczna lista problemowa ELP

Ergonomiczna lista problemowa składa się ze 143 pytań, podzielonych na grupy tematyczne i określoną liczbę zagadnień problemowych⁷. ELP jako metoda diagnozowania ergonomicznego jest bardzo przydatna w warunkach przemysłowych ze względu na to, że odpowiedzi na pytania kontrolne można zapisywać w kodzie alternatywnym: tak – nie lub 0 – 1. Proponowane grupy tematyczne i zagadnienia problemowe są następujące:

1. Problematyka przestrzeni pracy i elementy wyposażenia stanowisk roboczych:
 - parametry przestrzenne stanowisk roboczych;
 - problem siedziska;
 - podłoga (posadzka);
 - elementy wyposażenia stanowisk roboczych.
2. Zagadnienie łączności w układach ludzie - maszyny:
 - odbiór informacji (1) – receptory: słuch, dotyk;
 - odbiór informacji (2) – receptor: wzrok;
 - podejmowanie decyzji;
 - obciążenie psychiczne związane ze sterowaniem;
 - obciążenie efektorów związane ze sterowaniem.
3. Czynniki materialnego środowiska pracy:
 - wibracja w środowisku pracy człowieka;
 - hałas w środowisku pracy człowieka;
 - oświetlenie na stanowiskach pracy;
 - zanieczyszczenie powietrza (pyłami, związkami toksycznymi);
 - mikroklimat w środowisku pracy człowieka;
 - emisja energii szkodliwej dla człowieka.
4. Problematyka metod pracy i jej organizacja:
 - postawa przy pracy;
 - struktura ruchów związanych z obsługą stanowisk roboczych;
 - obciążenie mięśniowe;
 - jednoznaczność stosowanych sygnałów;
 - tempo i jakość informacji;
 - rytm i tempo pracy.

Reasumując stosowanie list kontrolnych daje najlepsze wyniki i to w krótkim czasie, ale w przypadku badania pojedynczego stanowiska pracy, pojedynczej maszyny lub gniazda produkcyjnego⁸. Natomiast przy badaniu

⁷ *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 511-512.

⁸ Górska E., Tytyk E., *Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Podstawy teoretyczne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998, str. 21.

procesu technologicznego czas dojścia do zadowalających wyników wydłuża się znacznie, ponieważ trzeba opracować i zastosować podczas badań wiele list kontrolnych, a część z nich stosować wielokrotnie. Oznacza to, że proces badawczy wymagałby znacznego nakładu pracy przy jej wykorzystaniu. Z drugiej strony nadmierne skrócenie listy może powodować zmniejszenie dokładności analizy. Kompromisowym rozwiązaniem w tym przypadku wydaje się stworzenie takiego układu problemów, w których pytania nie mające zastosowania na badanym stanowisku roboczym eliminowałyby stawianie innych, wiążących się z nimi tematycznie.

Lista kontrolna ma kilka istotnych wad. Po pierwsze ocena i kontrola dopiero ostatecznego efektu pracy powoduje, że nie można spodziewać się rewelacyjnych rozwiązań w projektowaniu, ocenianych z punktu widzenia ergonomii. Po drugie zbyt ogólny i powierzchowny charakter stosowanych kryteriów ergonomicznej oceny, zawarty w pytaniach listy powoduje, że ergonomiczna ocena projektu jest również zbyt ogólna i mało dokładna. Pomimo tych zastrzeżeń stosowanie list kontrolnych w fazie korygowania dokumentacji projektowej jest z pewnością mniej kosztowne niż ergonomiczna modernizacja urządzeń już eksploatowanych.

2. METODY I TECHNIKI STOSOWANE W ERGONOMICZNYCH BADANIACH CZYNNOŚCI CZŁOWIEKA W PROCESIE PRACY

2.1. Istota i zakres badania pracy

Badanie pracy w sensie ergonomicznym oznacza badanie czynności człowieka wykonywanych w związku z realizacją celów działalności zakładu pracy, odróżniając to badanie od badania organizacji i przebiegu produkcji⁹. Różnice te są istotne w sensie teoretycznym, gdyż odmienny jest punkt widzenia. Natomiast w sensie praktycznym badanie pracy może często pokrywać się z badaniem organizacji produkcji, ponieważ śledząc operacje i czynności jednocześnie śledzimy ruchy wykonywane przez człowieka, aby sprawdzić czy organizacja stanowiska pracy i metody pracy są zgodne z wymaganiami ergonomii.

Badanie pracy dotyczy zarówno stanów rzeczy, jak i procesów. Dotyczy tego co się dzieje w danej chwili, ale także i tego, co może się stać w innej chwili, a więc jest potencjalnie możliwe i istotne dla prawidłowego funkcjonowania układu człowiek – stanowisko pracy. Chodzi tu o takie zdarzenia jak awarie i wypadki.

⁹ Filipkowski S., *Ergonomia przemysłowa. Zarys problematyki*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970, str. 189-190.

Badanie pracy może być kompleksowe lub wycinkowe. Kompleksowość i wycinkowość mogą być pojmowane różnie. Badanie urządzeń sterowniczych pewnej maszyny będzie wycinkowe w stosunku do badania całości (maszyny, człowieka i otoczenia), ale może być kompleksowe ze względu na sposób badania, gdy badanie będzie wszechstronne, uwzględniające wszystkie dyscypliny naukowe, związane z ergonomią i wszystkie cele ergonomii. W innym przypadku zostanie zbadany problem bezpieczeństwa pracy na danym stanowisku pracy, ale zostaną pominięte inne cele ergonomiczne. W tym przypadku badanie nie będzie kompleksowe w sensie ergonomicznym, jakkolwiek jeden problem ergonomiczny zostanie zbadany w sposób kompleksowy.

Możliwość wyboru kierunków działania oraz zakres badania, jest więc wiele. Dobór ich wymaga zawsze uwzględnienia sytuacji oraz aktualnego celu i możliwości badania. Nie ma i nie może być metody badania, która nadawałaby się w każdej sytuacji.

Wysiłek fizyczny i psychiczny konkretnego pracownika można ocenić na podstawie szczegółowych badań fizjologicznych i psychologicznych, gdzie bierze się pod uwagę przeciętne wymagania na danym stanowisku pracy. Oceny takiej można dokonać przy użyciu metod przybliżonych, orientujących co do stopnia obciążenia pracą, bez uwzględnienia jej warunków środowiskowych. Dlatego też ocenę wysiłku trzeba łączyć z oceną oddziaływania czynników materialnego środowiska pracy, gdyż dopiero łącznie można uzyskać dane dotyczące ogólnego obciążenia pracą.

2.2. Badanie obciążenia fizycznego

Oceny obciążenia fizycznego dokonuje się najczęściej przy stosowaniu technik analizy uciążliwości pracy. Na kompleksową ocenę obciążenia organizmu pracującego człowieka składają się następujące elementy¹⁰:

- wielkość wydatku energetycznego;
- udział wysiłków o charakterze statycznym;
- stopień monotypowości ruchów.

Pełna ocena uciążliwości pracy przez pomiar wymienionych składników pozwala uzyskać wyniki stosunkowo dokładne, a nie absolutnie obiektywne ze względu na aktualny stan wiedzy i złożoność badanych zjawisk fizjologicznych. Otrzymane rezultaty mogą stanowić podstawę do zmniejszenia uciążliwości pracy, a nawet zapewnienia komfortu poprzez zmianę organizacji pracy, racjonalnego ustalenia zakresu zadania i lepszego ukształtowania stanowiska pracy. Zaoszczędzona w ten sposób energia może być przeznaczona na realizację innych zadań, w ten sposób przyczyniając się do wzrostu wydajności

¹⁰ *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 97.

pracy. Wyniki pomiaru zatem powinno oceniać się w aspekcie humanitarnym i ekonomicznym.

2.2.1. Obciążenie pracą dynamiczną

Analiza energetycznych zmian zachodzących podczas wysiłku jest często stosowaną metodą oceny obciążenia na stanowisku pracy. Ocena kosztu energetycznego różnych czynności, występujących w pracy zawodowej umożliwi dokonanie charakterystyki stanowisk pracy i może być pomocą w doborze pracowników do określonych prac. Na ilość energii zużywanej przez organizm w czasie wykonywania pracy składa się wydatek energetyczny spoczynkowej przemiany materii i wydatek energetyczny pracy efektywnej, czyli energii spożytkowanej na wykonanie danej czynności. Wydatek energetyczny określany jest w dżulach (J), w watach (W), kaloriach (cal) lub w kilokaloriach (kcal) na jednostkę czasu.

Wielkość wydatku energetycznego można obliczyć, w zależności od charakteru środowiska pracy, przy pomocy trzech metod¹¹:

- metody chronometryczowo-tabelarycznej;
- metody gazometrycznej;
- telemetrycznie mierzonej częstości skurczów serca.

2.2.1.1. *Chronometryczowo-tabelaryczna metoda oceny wydatku energetycznego*

Metoda chronometryczowo-tabelaryczna polega na wyliczeniu wydatku energetycznego z tabel opracowanych przez fizjologów pracy Lehmana (tabele 24 i 25) lub Spitzgera–Hettingera. Pierwsza z nich podaje wydatek energetyczny związany z przyjęciem określonej pozycji ciała przy pracy i zaangażowania mięśni, a druga - różnych czynności. Koszt energetyczny określa się poprzez sumowanie wyników uzyskanych z obydwu tabel. Otrzymany wynik służy do odczytu w tabeli (tabela 26) podającej ocenę pracy według wielkości wydatku energetycznego. Tabela ta zawiera 7 przedziałów oceny słownej od pracy lekkiej do wyczerpującej.

¹¹ Bugajska J., Ocena obciążenia pracą fizyczną dynamiczną na stanowisku pracy, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 4, str. 65.

Tabela 24

Uproszczona metoda obliczania jednostkowego wydatku energetycznego według G. Lehmana

A. Pozycja ciała	Wydatek energetyczny (kJ x min ⁻¹)
siedzenie	1,3
na kolanach	2,1
w kucki	2,1
stojąca	2,5
stojąca pochylona	2,5
chodzenie	7,1 – 14,7
B. Rodzaj pracy	
praca palcami, dłonią i przedramieniem:	
lekka	1,3 – 2,5
średnia	2,5 – 3,8
ciężka	3,8 – 5,0
praca jedną ręką	
lekka	2,9 – 5,0
średnia	5,0 – 7,1
ciężka	7,1 – 9,2
praca dwiema rękami	
lekka	6,3 – 8,4
średnia	8,4 – 10,5
ciężka	10,5 – 12,6
praca całym ciałem (praca mięśni, kończyn, tułowia)	
lekka	12,6 – 16,8
średnia	16,8 – 25,2
ciężka	25,2 – 32,7
bardzo ciężka	32,7 – 48,3

Źródło: Ergonomia, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 97.

Tabela 25

Wartości wydatku energetycznego w kJ (kcal) netto podczas wykonywania różnych czynności według G. Lehmana

Lp.	Rodzaj czynności	Średnie wartości wydatku energetycznego	
		kJ/min	kcal/min
1.	chodzenie bez ciężaru – równa, gładka droga, lekki ubiór i obuwie, prędkość		
	2 km/ h	5,0	1,2
	3 km/ h	7,1	1,7
	4 km/ h	8,8	2,1
	5 km/ h	11,7	2,8
	6 km/h	15,9	3,8
	7 km/ h	23,1	5,4
2.	chodzenie bez ciężaru		
	szosa, ciężkie obuwie 4 km/h	12,9	3,1
	droga trawiasta – prędkość 4 km/ h	15,0	3,6
	po gruncie piaszczysto – gliniastym, prędkość 3,5 km/h	18,8	4,3
3.	chodzenie z ciężarem na plecach – równa, twarda droga,		
	ciężar 10 kg, 4 km/h	15,0	3,6
	ciężar 30 kg 4 km/h	22,2	5,3
	ciężar 50 kg 4 km/h	33,9	8,1
	ciężar 75 kg 3,5 km/h	49,0	11,7
	ciężar 100 kg 3 km/h zużycie energii przy noszeniu oburącz do 40 kg ciężaru mniejsze o około 10%, przy noszeniu za pomocą nosidła około 20% mniejsze niż przy noszeniu na plecach	62,8	15,0

4.	wchodzenie pod górę – równia pochyła, droga gładka, ciężar na plecach: wzniesienie 10%, prędkość wspinania 7,24 m/min		
	bez ciężaru	20,5	4,9
	20 kg ciężaru	25,5	6,1
	50 kg ciężaru	38,5	9,2
	wzniesienie 16%, prędkość wspinania 11 m/min		
	bez ciężaru	34,7	8,3
	20 kg ciężaru	44,0	10,5
	50 kg ciężaru	67,0	16,0
	wzniesienie 25%, prędkość wspinania 17,6 m/min		
	bez ciężaru	55,7	13,3
	20 kg ciężaru	72,0	17,2
	50 kg ciężaru	113,5	27,1
	schody – pochylenie 30,5°, stopień 29 cm, wysokość stopnia 17,2 cm, prędkość 100 stopni/min, ciężar umocowany na bokach, na pasach przez ramię		
	bez ciężaru	57,4	13,7
	20 kg ciężaru	72,0	18,4
	50 kg ciężaru	31,3	26,3
	drabina, odstęp szczebli 17 cm, 70 szczebli (min. ciężar na plecach), pochylenie 50°, szybkość wchodzenia 9,12 m/min		
	bez ciężaru	27,6	6,6
	20 kg ciężaru	35,2	8,4
	50 kg ciężaru	55,3	13,2
	drabina, odstęp szczebli 17 cm, 70 szczebli (min. ciężar na plecach), pochylenie 70°, szybkość wchodzenia 11,2 m/min		
	bez ciężaru	33,5	8,0
	20 kg ciężaru	42,7	10,2
	50 kg ciężaru	67,0	16,0

	drabina, odstęp szczebli 17 cm, 70 szczebli (min. ciężar na plecach), pochylenie 90°, szybkość wchodzenia 11,9 m/min		
	bez ciężaru	43,5	10,4
	20 kg ciężaru	56,5	13,5
	50 kg ciężaru	101,8	10,4
5.	schodzenie – równia pochyła, prędkość 5 km/h, wartość jak przy chodzeniu + 10%		
	pochylenie 5°	9,2	2,2
	pochylenie 10°	7,5	1,8
	pochylenie 20°	11,3	2,7
	pochylenie 30°	15,9	3,8
6.	pchanie wózka – równa, twarda droga, wartość jak przy chodzeniu + 20%, prędkość 3,6 km/h		
	wysokość uchwytu 100 cm, siła pchania 16,1 N	44,4	7,7
7.	ciągnięcie wózka – równa, twarda droga, wartość jak przy chodzeniu + 20%, prędkość 3,6 km/h		
	wysokość uchwytu 100 cm, siła ciągu 11 N	35,6	8,5
	wysokość uchwytu 100 cm, siła ciągu 16 N	45,6	10,9
8.	pchanie tacek – równa betonowa nawierzchnia, prędkość 4,5 km/h, nowoczesne, żelazne taczki		
	57 kg ciężaru, obręcz żelazne	16,7	4,0
	150 kg ciężaru, obręcz żelazne	19,6	4,7
	150 kg ciężaru, obręcz gumowe	24,7	5,9
	pchanie tacek – równy bruk, prędkość 4,5 km/h, nowoczesne, żelazne taczki		
	150 kg ciężaru, obręcz żelazne	36,5	8,8
	150 kg ciężaru, obręcz gumowe	29,3	7,0

cd. tabeli 25

9.	piłowanie żelaza		
	42 ruchy pilnikiem	8,3	2,0
	60 ruchów pilnikiem	10,4	2,5
	80 ruchów pilnikiem	17,6	4,2
10.	praca młotem – uderzenie oburącz całą siłą 4,4 kg ciężaru młota, 15 uderzeń/min		
	uderzenie z rozmachem	30,5	7,3
	uderzenie z obrotem	28,0	6,7
	praca młotem – uderzenie oburącz całą siłą 10,6 kg ciężaru młota, 10 uderzeń/min		
	uderzenie z rozmachem	34,3	8,2
	uderzenie z obrotem	30,5	7,3

Źródło: Górska E., Diagnostyka ergonomiczna stanowisk pracy, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998, str. 20-21.

Tabela 26

Ocena ciężkości pracy według wielkości wydatku energetycznego podczas pracy zawodowej w kcal i kJ/dobę

Wielkość wydatku energetycznego podczas pracy zawodowej		Ocena stopnia ciężkości pracy	
w kcal/ dobę	w kJ/ dobę	ocena słowna	przedział punktowy
0 – 500	0 – 2 000	lekka	0
501 – 1 000	2 001 – 4 184	umiarkowana	1 – 25
1001 – 1 500	4 185 – 6 276	średnia	26 – 50
1 501 – 2 000	6 277 – 8 368	ciężka	51 – 75
2001 – 2 500	8 369 – 10 460	bardzo ciężka	76 – 100
2 501 – 3 000	10 461 – 12 552	niezmiernie ciężka	101 – 125
3 001 – 3 500	12 553 – 14 650	wyczerpująca	126 – 150

Źródło: Olszewski J., Podstawy ergonomii i fizjologii pracy, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 256.

Metoda ta wymaga przeprowadzenia dokładnego chronometrażu czynności¹², wykonywanych przez badanego pracownika. Po obliczeniu, ile czasu podczas zmiany roboczej (należy uwzględnić około 10% czasu na ewentualne przerwy) pracownik zużywa na jednolite pod względem energetycznym czynności, mnoży się uzyskane wartości czasu (w min) przez odpowiednie liczby kilodżuli zawarte w tabelach. Suma iloczynów jest wielkością wydatku energetycznego w badanym czasie. Po określeniu wydatku energetycznego w ciągu dnia można zaklasyfikować dany rodzaj pracy do odpowiedniej grupy ciężkości.

Łatwość stosowania tej techniki sprawia, że może być stosowana w prawie każdych warunkach. Główną zaletą jest to, że nie stosuje się żadnej aparatury, a dokonywanie ocen nie wpływa na przebieg czynności badanego pracownika. Ponadto błąd uzyskany przy korzystaniu z tej metody mieści się w granicach akceptowanych w badaniach o charakterze praktycznym.

Otrzymany wynik także można porównać z wydatkiem energetycznym przewidzianym dla określonego zawodu (przykłady są przedstawione w tab. 27), co pozwoli na stwierdzenie, czy na danym stanowisku pracy występuje właściwa organizacja czynności roboczych.

Dane o wielkości wydatku energetycznego w ciągu całego dnia roboczego trudno porównywać, ponieważ na dwu podobnych z nazwy stanowiskach, ale odmiennych pod względem rodzaju obsługiwanych maszyn, wielkości przemieszczanych ciężarów, tempa pracy, organizacji pracy itp. wydatek energetyczny pracowników może się znacznie różnić.

Należy także pamiętać, że nie mówi się niczego o zaangażowaniu umysłowym, o wymogach stawianych spostrzeganiu, koncentracji lub zręczności¹³. Nie mówi się także niczego o dodatkowych obciążeniach fizycznych związanych z materialnym środowiskiem pracy, takich jak nadmierna temperatura w miejscu pracy lub jednostronne obciążenie statyczne. Przy analizie wydatku energetycznego również nie bierze się pod uwagę wieku osób wykonujących pracę i zależnych od niego możliwości wykonywania pracy.

¹² Chronometraż powinien być przeprowadzony w dniach o przeciętnym rytmie pracy i obejmować czynności powtarzające się każdego dnia. W dokumentacji wszystkie rodzaje czynności roboczych i czynności pomocniczych powinny być podzielone na grupy o podobnym obciążeniu pracą. Pomiar czasu trwania poszczególnych czynności powinien być przeprowadzany kilkakrotnie, dla różnych osób i przy różnej intensywności pracy, aby można było uzyskać uśrednioną fotografię dnia roboczego na określonym stanowisku pracy. Najlepiej, gdy chronometraż opracowany jest wspólnie z pracownikiem, jego przełożonym i pracownikiem bhp, w: Górską E., *Ergonomia: projektowanie, diagnoza, eksperymenty*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002, str. 99.

¹³ Nawarra L., *Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy*, skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980, str. 86-87.

Tabela 27

Zapotrzebowanie na energię w różnych zawodach

Mężczyźni Kcal na dzień	Kobiety Kcal nadzień	Rodzaj pracy	Przykłady zawodów
2 400	2 000	siedząc, lekka praca ręczna	księgowy
2 700	2 500	siedząc, lekka praca ręczna	stenotypistka
		stojąc, lekka praca ręczna	fryzjer
		chodząc	pasterz (nizinny)
		siedząc, ciężka praca ramion	prządka, koszykarz
3 000	2 500	siedząc, ciężka praca ramion	kierowca autobusu
		stojąc, lekka praca ciała	mechanik
		idąc, lekka praca ręczna	zakładacz, praktykujący lekarz
		chodząc po schodach	inkasent
3 300	2 750	siedząc, ciężka praca ręczna	szewc
		siedząc, ciężka praca ramion	elektromonter
		lekka praca ciała stojąc	listonosz
		ciężka praca ramion, chodząc	
		lekka praca ciała, chodząc po schodach	
		lekka praca ciała	

3 600	3 000	siedząc, ciężka praca ramion	kamieniarz drogowy
		stojąc, średnia praca ciała	ślusarz, montażowy, masażysta
		chodząc, średnia praca ciała	gospodyni domowa; rzeźnik
		wdrapując się, ciężka praca ramion	kominiarz
3 900	3 250	stojąc, bardzo ciężka praca całego ciała	tracz (piła tarczowa)
		chodząc, ciężka praca całego ciała	baletnica, przetokowy
		wchodząc, średnia praca całego ciała	cieśla budowlany
4 200		stojąc, najcięższa praca całego ciała	rębacz węglowy (przy korzystnym ułożeniu ciała)
		chodząc, bardzo ciężka praca całego ciała	robotnik rolny
		wchodząc, ciężka praca całego ciała	winogrodnik (mozela)
4 500		stojąc, najcięższa praca całego ciała	drwal
		chodząc, bardzo ciężka praca całego ciała	trymer, tragarz wózków z mąką
4 800		niekorzystna pozycja, najcięższa praca całego ciała	rębacz węgla (płytkie złożo)
5 100		chodząc, najcięższa praca całego ciała	robotnik żniwny (Węgry)

Źródło: Nawarra L., Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy, Skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980, str. 85-86.

2.2.1.2. Metoda gazometryczna

Metoda ta opiera się na pomiarach wskaźników wymiany gazowej, a wydatek energetyczny oblicza się w ilości zużytego tlenu. Zużycie to może być uważane za wskaźnik wysokości wydatku energetycznego podczas pracy i jednocześnie za miernik wydajności fizycznej organizmu. Pomiedzy ilością zużytego tlenu podczas wysiłku i wielkością minutowej wentylacji płuc istnieje

wysoki współczynnik korelacji i prawie liniowa zależność. Na podstawie zależności tej można obliczyć przybliżoną wartość wydatku energetycznego, posługując się równaniem Datta-Ramanathana¹⁴:

$$E = 0,21 \times V_{E(STPD)}$$

gdzie: E = wydatek energetyczny w kJ/min;
VE_{E(STPD)} = wentylacja płuc, w l/min w warunkach STPD (objętość gazu suchego w temperaturze 0°C i ciśnieniu atmosferycznym 101,3 kPa).

Ilość tlenu, którą organizm człowieka jest zdolny przyjąć, zależna jest od stanu fizycznego człowieka i stopnia jego wytrenowania oraz przystosowania do pracy. Waha się ona w granicach 2,5 l/min do 6,01 l/min¹⁵. Im większa jest ta zdolność, tym większy wysiłek jest on w stanie podejmować i kontynuować. Pod względem wydolności fizycznej istnieją duże różnice międzyosobnicze nawet wśród ludzi zdrowych, ponieważ poziom ten zmienia się wraz z wiekiem oraz jest niższy u kobiet niż u mężczyzn.

Fizjologia pracy wyróżnia wydolność maksymalną, określoną według maksymalnego zużycia tlenu przy krótkotrwałym, maksymalnym obciążeniu i wydolność zawodową, przy której dopuszczalne obciążenia związane jest z wydatkiem energetycznym, nie przekraczającym 8 400 kJ w ciągu 8-godzinnego dnia pracy.

W zależności od zużycia tlenu praca mięśni może być podzielona na 3 rodzaje¹⁶:

- lekką, gdy zużycie wynosi 0,5 do 1,02 l/min;
- umiarkowaną, ciężką, gdy wynosi 1 do 2 l/min;
- ciężką, gdy jest większe niż 2 l/min.

Najbardziej korzystne warunki z punktu widzenia tego miernika stwarza praca umiarkowana, ponieważ zaopatrzenie w tlen jest wystarczające i praca mięśni odbywa się za pomocą procesów tlenowych. Tym samym organizm osiąga stan równowagi pomiędzy powstawaniem a wydalaniem produktów przemiany materii. Stan tej równowagi decyduje o oszczędności kosztu energetycznego i pozwala na długotrwałe wykonywanie pracy.

W przypadku ciężkiej pracy sprawa wygląda inaczej. Taka praca wymaga dużych ilości tlenu i jeśli zaopatrzenie w tlen jest niewystarczające, to organizm człowieka czerpie energię z procesów beztlenowych. W tej sytuacji dalsze

¹⁴ Bugajska J., Ocena obciążenia pracą fizyczną dynamiczną na stanowisku pracy, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 4, str. 68.

¹⁵ *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 100.

¹⁶ *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 100.

wyzwalanie energii jest jeszcze możliwe, ale powstają szkodliwe produkty przemiany materii. Szybkie i obfite pojawienie się tych produktów we krwi uniemożliwia ich likwidację i powoduje, że gromadzą się one stale. Organizm pracuje wtedy w warunkach długu tlenowego, który musi wcześniej lub później spłacić. Ponieważ nie jest w stanie dokonać tego w trakcie pracy, realizacja długu przesuwa się na okres spoczynku. Tymczasem niedobór tlenu sprawia, że szybkość beztlenowych procesów rozpadu substancji energetycznych zdobywa przewagę nad ich tlenową odbudową, dając w efekcie spadek wydolności organizmu i ograniczenie zdolności do wykonywania pracy.

2.2.1.3. Metoda telemetrycznej miary skurczów serca

Każda praca fizyczna powoduje zmiany adaptacyjne w układzie krążenia i oddechowego oraz mechanizmów termoregulacji¹⁷. Jest to związane ze zwiększonym zapotrzebowaniem pracujących mięśni na tlen i substancje energetyczne, pochodzące ze źródeł pozamięśniowych, a także przyczyniając się do usuwania produktów przemiany materii, co zapobiega wzrostowi temperatury ciała¹⁸.

W analizie częstości skurczów serca (liczby uderzeń serca) bierze się pod uwagę wydatek serca rozumiany jako całkowita liczba jego skurczów ponad poziom spoczynkowy, niezbędny do wykonania określonej pracy. Wydatek serca w czasie odnowy jest natomiast sumą jego skurczów ponad poziom spoczynkowy od zakończenia pracy do powrotu do stanu spoczynku czyli przed podjęciem czynności. Ogólny wydatek serca obejmuje zatem wydatek na pracę i na odnowę. Ocena obciążenia organizmu na podstawie pracy układu krążenia może być w zasadzie dokonywana za pomocą dwóch wskaźników:

- częstości tętna;
- czasu powrotu tętna do poziomu spoczynkowego.

Częstość skurczów serca zależy od wielu czynników natury wewnętrznej i zewnętrznej. Największy wpływ wywiera wysiłek dynamiczny i stres cieplny. Ponadto należy brać pod uwagę wysiłek statyczny, obciążenie psychiczne, hałas oraz stan zdrowia pracownika.

Metoda badania obciążenia za pomocą częstości tętna może być stosowana przy ocenie prac lekkich lub umiarkowanie ciężkich z punktu widzenia zużycia tlenu czy też wydatku energetycznego, ale wymagających znacznego wysiłku statycznego bądź prac, przy których zaangażowana jest tylko

¹⁷ *Ergonomia*, pod red. Pacholskiego L., Politechnika Poznańska, Poznań 1986, str. 100-01.

¹⁸ Bugajska J., Ocena obciążenia pracą fizyczną dynamiczną na stanowisku pracy, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 4, str. 66-67.

ograniczona grupa mięśni. Przyspieszenie tętna w takim przypadku świadczy o narastającym zmęczeniu. Jeśli natomiast obciążenie pracą przekracza fizjologiczne możliwości organizmu albo też warunki środowiska wpływają obciążająco na jego funkcje fizjologiczne poza granice przystosowania, wówczas ocena obciążenia na podstawie częstości tętna w czasie pracy jest niedokładna. Wtedy bowiem częstość tętna będzie stale wzrastać, wydłuży się powrót do poziomu spoczynkowego po zakończeniu pracy. Z tego względu bardziej czułym miernikiem obciążenia organizmu jest czas powrotu tętna do poziomu spoczynkowego, czyli czas odnowy, a właściwie wydatek serca w czasie odnowy.

2.2.2. Obciążenie statyczne

Fizjologia pracy wyróżnia dwa rodzaje pracy mięśni¹⁹:

- pracę dynamiczną;
- pracę statyczną.

Praca dynamiczna występuje przy czynności skurczowej mięśnia (izotoniczne skurcze), podczas której dochodzi do zmniejszenia długości mięśnia i zbliżenia miejsca jego zaczepów na częściach kostnych. Wtedy siła mięśnia działa wówczas wzdłuż pewnej drogi i wykonywana praca ma charakter mechaniczny. W określonych warunkach ten rodzaj pracy łatwo można zmierzyć.

W czasie dynamicznej pracy mięśnia, np. przy chodzeniu, mięsień działa jak motopompa na krążenie krwi. Skurcz mięśnia powoduje wyparcie krwi, a następujący po nim rozkurcz umożliwia ponowne napełnienie naczyń mięśnia krwią. Krążenie krwi zostaje dzięki temu wielokrotnie zwiększone i mięsień otrzymuje tą drogą od 10 do 20 razy więcej krwi niż w stanie spoczynku. W ten sposób przez mięsień przepływa cukier i tlen niezbędny do wytworzenia energii, a powstające produkty rozkładu zostają jednocześnie wypłukane. Dlatego pracę dynamiczną możemy wykonywać bardzo długo bez zmęczenia. Tylko jeden mięsień przez całe życie pracuje dynamicznie bez ustanku i bez zmęczenia: mięsień sercowy.

Praktycznie każdej pracy dynamicznej towarzyszą napięcia statyczne części grup mięśniowych, decydujące o pożądanej pozycji ciała. Część napięć statycznych ma charakter operacyjny, bezpośrednio związany z wykonywaną pracą, np. przy posługiwaniu się ciężkimi narzędziami. Elementy pracy statycznej pojawiają się również w pracy dynamicznej, jeśli skurcze mięśniowe odbywają się powoli, co pod pewnymi względami upodabnia je do skurczów

¹⁹ Kirschner H., Koszt fizjologiczny i energetyczny pracy fizycznej - statycznej: pojęcia, metody oceny, optymalizacja obciążeń, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 4, str. 85.

izometrycznych. Przykład takiej kategorii ruchów stanowią operacje ruchowe przy znacznym obciążeniu.

Praca statyczna powoduje wystąpienie innego rodzaju aktywności mięśnia²⁰. Praca statyczna występuje, gdy na zewnątrz nie obserwuje się ruchu kończyny czy tułowia, ale mięśnie są napięte (skurcze izometryczne) i wytwarzana siła może przeciwdziałać sile równej sile ciężkości. Nie ma zatem pracy w sensie mechanicznym. Jednak wzrost napięcia mięśnia jest czynnym procesem fizjologicznym i często stanowi duże obciążenie dla organizmu człowieka.

Praca statyczna w porównaniu z pracą dynamiczną jest przy jednakowym wydatku energetycznym bardziej uciążliwa. Jest to spowodowane różnicą miejscowego niedoboru tlenu. Mięśnie zmęczone wykazują słabszą czynność, gdy nie dysponują odpowiednią dla swej pracy ilością tlenu. Okazuje się, że przy pracy statycznej na skutek długotrwałego skurczu mięsień staje się twardy, a naczynia włosowate, którymi dostarczana jest krew, ulegają zaciśnieniu i tym samym wzrasta opór stawiany przepływowi krwi. W rezultacie mniej krwi przepływa przez mięsień, a tkanka mięśniowa nie otrzymuje już niezbędnych składników i utrudnione jest usuwanie produktów przemiany materii. Zmniejszenie przepływu krwi następuje już wówczas, gdy mięśnie są napięte powyżej 5% siły maksymalnej, a jest całkowite przy około 50% siły maksymalnej.

Istotną cechą pracy statycznej jest stosunkowo małe zużycie energii. Nawet duże, statyczne obciążenie mięśnia powoduje znacznie mniejszy wydatek energetyczny niż przy wykonywaniu lekkiej pracy dynamicznej. Koszt fizjologiczny pracy statycznej nie może być wyrażony w kaloriach. Mimo niewielkiego zapotrzebowania energetycznego w mięśniu pracującym w takich warunkach powstają warunki do tworzenia długu tlenowego i wzrostu znaczenia przemian beztlenowych.

Obciążenie statyczne można określić w warunkach laboratoryjnych oraz na podstawie oceny szacunkowej, która odznacza się łatwością stosowania i przydatnością w badaniach przeprowadzanych w warunkach naturalnych. Oceny obciążenia statycznego dokonuje się w oparciu o znajomość takich czynników jak²¹:

²⁰ Kirschner H., Koszt fizjologiczny i energetyczny pracy fizycznej - statycznej: pojęcia, metody oceny, optymalizacja obciążeń, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 4, str. 86.

²¹ Kirschner H., Koszt fizjologiczny i energetyczny pracy fizycznej - statycznej: pojęcia, metody oceny, optymalizacja obciążeń, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 4, str. 90.

- rodzaj postawy (stojąca, kuczna itp.) w trakcie wykonywania czynności roboczych;
- stopnia wymuszenia zajmowanej pozycji i pochylecia ciała;
- możliwość zmiany pozycji ciała przy wykonywaniu danej czynności.

Ocena obciążenia statycznego jest poprzedzona chronometrażem pracy pracownika. Obserwując przebieg pracy zapisujemy nie tylko czynności ruchowe, ale także zajmowaną postawę tułowia, położenie kończyn i ich czynności ruchowe itp.

Przez wymuszenie należy rozumieć konieczność utrzymania określonej pozycji ciała w czasie niezbędnym do prawidłowego wykonania pracy, np. przy montażu drobnych elementów, w prowadzeniu długotrwałych operacji chirurgicznych, wczytywaniu danych do komputera. Wiąże się to z koniecznością skupienia uwagi i wzmoczoną kontrolą wykonywanych ruchów. Na wymuszenie pozycji ciała wpływa również duża powtarzalność operacji ruchowych, czyli monotypowość czynności. Natomiast zmienność wykonywanych zadań zmniejsza stopień wymuszenia.

W przypadku, gdy pracownik w ciągu zmiany roboczej wykonuje często prace w różnych pozycjach ciała, to do oceny należy więc wziąć pozycję najbardziej obciążającą statycznie pod warunkiem, że łączny czas trwania pracy w tej pozycji wynosi w sumie ponad 3 godziny w ciągu zmiany²². Aby pełniej uwzględnić stopień uciążliwości, wynikającej z wysiłku statycznego, należy zwrócić uwagę na udział w procesie pracy elementów związanych z dłuższym podtrzymywaniem ciężarów. Jeśli elementy tego rodzaju powtarzają się systematycznie, to kategorię oceny ustaloną na podstawie analizy pozycji ciała należy zwiększyć o jeden stopień. Następnie na podstawie danych z tabeli określamy stopień obciążenia statycznego: słownie i w skali punktowej (tab. 28).

Stosunkowo prostą i tanią metodą badania obciążeń statycznych są wywiady, dotyczące odczuwanego przez pracowników dyskomfortu podczas pracy. Metody oparte na subiektywnych odczuciach dostarczają wyników, które należy traktować z ostrożnością. Mogą być one przydatne we wstępnej analizie zagadnienia. W celu uporządkowania prowadzonego wywiadu można posłużyć się diagramem ciała ludzkiego, na którym wyznaczono strefy istotne z punktu widzenia dyskomfortu czy bolesności spowodowanej obciążeniem statycznym.

²² Filipkowski S., *Ergonomia przemysłowa. Zarys problematyki*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970, str. 214.

Ocena wysiłku statycznego

Stopień wysiłku statycznego		Pozycja ciała przy pracy	Przykłady
słownie	w punktach		
mały 1 – 30	1 – 10	siedząca nie wymuszona	większość prac biurowych
	11 – 20	stojąca nie wymuszona	praca ślusarza, stolarza
	21 – 30	siedząca lub stojąca, na przemian z chodzeniem	nadzór techniczny, praca bibliotekarza
średni 31 – 60	31 – 40	siedząca wymuszona, nie pochylona, bądź nieznacznie pochylona	pisanie na maszynie, obsługa taśm i pras
	41 – 50	stojąca nie wymuszona, bez możliwości co pewien czas zmiany pozycji na siedzącą	obsługa niektórych obrabiarek, malowanie, lakierowanie, praca ekspedienta
	51 – 60	stojąca wymuszona, nie pochylona z możliwością co pewnie czas zmiany pozycji na siedzącą	praca motorniczego, suwnicowego
duży 61 - 90	61 – 70	siedząca wymuszona, bardzo pochylona	praca szwacza, zegarmistrza
	71 – 80	stojąca wymuszona, nie pochylona bez możliwości co pewien czas zmiany pozycji na siedzącą	piaskowanie, obsługa niektórych obrabiarek
	81 – 90	stojąca wymuszona, pochylona, niezależnie od możliwości zmiany pozycji	prace w górnictwie, obróbka drewna, spawanie
bardzo duży 91 – 100	91 - 100	kłęcząca, w przysiadzie i inne pozycje nienaturalne	formowanie ręczne, praca górnika, praca posadzkarza, ślusarza samochodowego

Źródło: Filipkowski S., Ergonomia przemysłowa. Zarys problematyki, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970, str. 215.

Przeprowadzenie oceny obciążeń, wynikających z zajmowanej pozycji ciała staje się trudniejsze, kiedy zajmowane stanowisko pracy nie jest wyraźnie wydzielone przestrzennie, a wykonywane różnorodne czynności wymagają przyjmowania wielu nietypowych pozycji, tak jak ma to miejsce podczas prac w budownictwie, transporcie czy pielęgnacji chorych²³.

2.2.3. Monotypowość ruchów roboczych

Uciążliwość pracy wynikająca z monotypowości ruchów bierzemy pod uwagę wówczas, gdy mamy do czynienia z powtarzającymi się czynnościami roboczymi, wciągającymi za każdym razem do działania te same grupy mięśniowe. Obciążenie pracą tylko pewnych grup mięśni wywołuje bowiem stany miejscowego zmęczenia, które zwiększają ogólne zmęczenie pracownika, podczas gdy pozostałe części ciała są w zasadzie w spoczynku²⁴.

Monotypowość ruchów występuje często przy pracach całkowicie zmechanizowanych, gdzie udział człowieka jest ściśle określony w czasie i przestrzeni, zredukowany do podawania lub odbierania materiału lub przy montażu ręcznym przy taśmie potokowej. W ocenie monotypowości ruchów roboczych analizuje się następujące elementy:

- stopień ograniczenia ruchowego;
- liczbę powtórzeń;
- wielkość rozwijanych sił przez pracujące mięśnie.

Liczbę ruchów można obliczyć na podstawie liczby oraz struktury planowanych operacji i czynności, albo na podstawie obserwacji pracy wykonywanej przez pracownika.

Uciążliwość pracy wzrasta przy zwiększaniu zaangażowania sił i zbliża się do wartości największej pracy przy maksymalnym obciążeniu.

Duże znaczenie dla wielkości wydatkowanej energii, sił oraz zmęczenia mięśni ma sposób pokonywania oporów, czyli kinematyka części ciała przy wykonywaniu pracy.

Wielkość wydatku energetycznego związanego z obciążeniem monotypowym jest znikoma i nie może być miernikiem jego uciążliwości. W związku z tym, że trudno znaleźć obiektywne mierniki wielkości obciążenia monotypią, stosuje się metodę szacunkową i poszczególnym stopniom uciążliwości przypisuje się odpowiednią liczbę punktów z określonego przedziału. Tabela

²³ Kirschner H., Koszt fizjologiczny i energetyczny pracy fizycznej - statycznej: pojęcia, metody oceny, optymalizacja obciążeń, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 4, str. 91.

²⁴ Tytyk E., *Projektowanie ergonomiczne*, PWN, Warszawa - Poznań 2001, str. 126-127.

nr 29 zawiera przykład skali oceny punktowej i słownej w zależności od liczby powtórzeń ruchów i zużywanych sił.

Tabela 29

Ocena obciążenia ruchami monotypowymi
(według H. Kirschnera)

Ocena stopnia uciążliwości		Liczba powtórzeń operacji	
słowna	punktowa	siła do 100 N	siła ponad 100 N
mała	1 – 30	do 300	do 800
średnia	31 – 60	300 – 800	800 - 1 600
duża	61 – 100	ponad 800	ponad 1 600

Źródło: Tytyk E., Projektowanie ergonomiczne, PWN, Warszawa - Poznań 2001, str. 127.

Należy zauważyć, że monotypowość ruchów ma pewien związek z monotonią pracy. Wielokrotne powtarzanie tych samych ruchów stanowi podstawowy czynnik wywołujący monotonię, która jest formą zmęczenia psychicznego człowieka.

2.3. Badanie obciążenia psychicznego

Obciążenie psychiczne wynika z zaangażowania centralnego układu nerwowego człowieka podczas różnorodnych sytuacji i działań w procesie pracy. Na to obciążenie składa się wysiłek psychiczny i monotonia pracy.

2.3.1. Metody badawcze stosowane do pomiaru obciążenia organizmu wysiłkiem psychicznym

Metody badawcze stosowane do pomiaru obciążenia wysiłkiem psychicznym organizmu można podzielić na trzy grupy²⁵:

- psychologiczne: 12 metod badawczych;
- fizjologiczne: 3 metody;
- fizjologiczno-psychologiczne: 3 metody.

2.3.1.1. *Metody psychologiczne*

W podejściu psychologicznym do najbardziej praktycznych zalicza się metody badające obciążenie psychiczne nadmiarem informacji oraz metody badania psychicznego obciążenia pracą²⁶.

²⁵ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997., str. 196; Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 233.

Do pierwszej z wymienionych grup zalicza się mierzenie liczby wysyłanych informacji przez obsługiwane urządzenie. Ustalono, że jeżeli są dwa źródła sygnałów, to sprawność operatora jest mniejsza niż w przypadku wysyłania takiej samej liczby sygnałów przez jedno źródło. Wynika z tego wniosek, że dla obciążenia psychicznego nie wystarczy stwierdzić, ile dane urządzenie wysyła sygnałów, ale trzeba również ustalić, jaka jest struktura obsługiwanej maszyny.

Innym sposobem ustalenia rozmiarów obciążenia pracą jest ocena liczby błędów lub opuszczeń, składających się na pomyłki popełniane przez operatora²⁷. Metoda ta jest szczególnie przydatna przy jakościowej analizie pracy. Natomiast w analizie ilościowej (wydajność pracy) pojawiają się problemy związane z oddzieleniem tych czynników powodujących wzrost wydajności, które wynikają tylko psychicznego obciążenia pracą. Pomocne tutaj może być mierzenie czasu reakcji operatora i na tej podstawie wnioskowanie o stopniu zmęczenia pracą.

Inną, pośrednią miarą psychicznego obciążenia pracą jest wykonywanie czynności dodatkowych, obok podstawowego zadania²⁸. Stopień, w jakim osoba badana może wykonywać dodatkowe zadanie, bez obciążenia poziomu czynności podstawowych, jest miarą „rezerwowej zdolności do pracy”.

W tej grupie ostatnią metodą, często stosowaną w praktyce jest interpolowanie zadań testowych²⁹. Metoda ta pozwala na określenie poziomu sprawności psychomotorycznej oraz stanu percepcji i pobudzenia centralnego układu nerwowego. Oceny poziomu dokonuje się za pomocą dwóch testów: punktowania i kropkowania. Zadania testowe przeprowadza się czterokrotnie:

- przed rozpoczęciem pracy;
- pod koniec trzeciej godziny pracy;
- pod koniec szóstej godziny pracy;
- w ósmej godzinie pracy.

Wykonuje się również badanie czasu pomiaru reakcji prostej na bodziec świetlny oraz próbę sprawności dłoni i palców przy użyciu deksterymetru.

²⁶ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997., str. 196; Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 233.

²⁷ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 196; Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 233.

²⁸ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 196; Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 234.

²⁹ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 198.

2.3.1.2. Metody fizjologiczne

Do pomiaru wysiłku umysłowego stosuje się wiele metod fizjologicznych. Wśród nich warto zwrócić uwagę na trzy metody, stosowane w warunkach laboratoryjnych.

Pierwsza jest oparta na założeniu, że praca umysłowa powoduje zwiększenie intensywności zużycia tlenu³⁰. Mózg pochłania bowiem około 20% tlenu zużywanego przez organizm w stanie spoczynku, pomimo tego, że ciężar mózgu nie przekracza 2% masy ciała. Komórka mózgowa potrzebuje do pracy dwudziestokrotnie więcej tlenu niż komórka mięśniowa. Jednakże sam wysiłek umysłowy nie powoduje widocznego wzrostu zużycia tlenu przez organizm. Pewien wzrost zużycia tlenu u pracowników umysłowych w okresie pracy spowodowany jest przez inne czynniki, związane ze zmianami fizjologicznymi zachodzącymi w organizmie człowieka. W czasie wykonywania pracy umysłowej zaobserwowano wzrost przemiany materii (tab. 30).

Tabela 30

Podwyższenie poziomu przemiany materii przy pracy umysłowej

Lp.	Rodzaj czynności	Wzrost przemiany materii w %
1.	czytanie ciche w pozycji siedzącej	16
2.	gra w szachy „na ślepo” (bez patrzenia na szachownicę)	43
3.	czytanie głośne w pozycji siedzącej	48
4.	wyłaszczanie referatu w pozycji stojącej	45
5.	wykładanie w pozycji stojącej	94
6.	gra na trąbce	44
7.	gra na skrzypcach (skrzypek zawodowy)	52
8.	gra na skrzypcach (amator)	77
9.	nauczanie (zajęcia praktyczne)	9,9 – 83,5

Źródło: Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 230.

W trakcie wykonywania pracy umysłowej wzrostowi przemiany materii towarzyszą następujące reakcje wegetatywne³¹:

- wzrost ciśnienia krwi;
- wzrost częstości tętna;
- wzrost częstości oddychania itp.

³⁰ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 196.; Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 230.

³¹ Rosner J., *Ergonomia*, PWE, Warszawa 1985, str. 231-232.

Zmiany te występują wyraźnie na początku okresu pracy, ale dalszy ich przebieg uzależniony jest od warunków materialnego środowiska pracy, a szczególnie fizycznych warunków pracy.

Dlatego wielu fizjologów pracy często stosuje inną metodę, polegającą na określeniu poziomu zmęczenia psychicznego człowieka na podstawie zjawiska „krytycznej częstotliwości migotania świetlnego”. Ustalono, że migocące źródło sygnałów świetlnych dostrzegane jest jako źródło ciągłe przy określonej częstotliwości. Natomiast zmęczenie powoduje znaczne zmniejszenie się tej częstości migotania stwarzające wrażenie ciągłości. Stosując to kryterium oceny zmęczenia okazało się jednak, że zmniejszenie tej częstości może być wywołane zarówno zmęczeniem umysłowym, jak i fizycznym. Wobec tego test ten nie może być wykorzystywany do określenia specyficznego zmęczenia psychicznego.

2.3.1.3. Metody psychologiczno-fizjologiczne

W tej grupie metod stosuje się badanie aktywności elektrycznej kory mózgowej³². U podstaw tej metody leży założenie, że każda działalność organizmu powoduje zmiany aktywności kory mózgowej. Wynika to z tego, że aktywność elektryczna mózgu wykazuje daleko idące podobieństwo zmian podczas pracy umysłowej i fizycznej. Ze względu na niemożność oddzielenia aktywność elektryczna mózgu wykazuje daleko idące podobieństwo podczas zmian spowodowanych pracą umysłową to zagadnienie stało się przedmiotem badań psychologii eksperymentalnej i psychologii pracy.

Druga metoda polega na badaniu „rezerwy zdolności do pracy” kory mózgowej. Osoby badane wykonywały intensywne, krótkotrwałe czynności psychomotoryczne (reagowanie na sygnały wzrokowe i akustyczne). Ustalono, że „rezerwy zdolności do pracy” kory mózgowej osób badanych były słabsze w czasie wykonywania zadania głównego, szczególnie jeśli polegało ono na reagowaniu na sygnały wzrokowe.

Przedstawiona charakterystyka kierunków i metod badania obciążenia psychicznego wyraźnie wskazuje, że badania te w większości przypadków nie wyszły poza stadium eksperymentu. Powoduje to, że metody obciążenia organizmu wysiłkiem psychicznym rzadko są stosowane są w praktyce.

Proces pracy można podzielić na następujące etapy³³:

- odbiór informacji,
- podjęcie decyzji;
- wykonanie czynności.

³² Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 200.

³³ Filipkowski S., *Ergonomia przemysłowa. Zarys problematyki*, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970, str. 216-217.

Etapy te zostały przedstawione w rozdziale poświęconym zagadnieniom pracy umysłowej. Całościowa ocena wysiłku psychicznego stanowi sumę trzech ocen cząstkowych dla wymienionych etapów i jest ujęta słownie w tabelach 31 i 32.

Tabela 31

Cząstkowe oceny obciążenia wysiłkiem psychicznym

Obciążenie	Punktacja
minimalne	0
małe	1 – 5
średnie	6 – 15
duże	11 – 17
bardzo duże	16 – 20

Źródło: Filipkowski S., Ergonomia przemysłowa. Zarys problematyki, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970, str. 217.

Tabela 32

Końcowa ocena obciążenia wysiłkiem psychicznym

Ocena	
Słowna	Punktacja
minimalna	0
mała	1 – 15
średnia	16 – 30
duża	31 – 45
bardzo duża	46 – 60

Źródło: Filipkowski S., Ergonomia przemysłowa. Zarys problematyki, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970, str. 217.

Oprócz tego należy jeszcze ustalić etap pracy, w którym wystąpiło najwyższe obciążenie.

Jednakże sam wysiłek psychiczny nie decyduje jeszcze o całkowitym obciążeniu psychicznym danego pracownika. Należy jeszcze dodatkowo ocenić uciążliwość wynikającą z monotonii pracy (szczegółowo omówiona w następnym podpunkcie rozdziału), która oddziałuje równoległe i przyczynia się do powstania zmęczenia psychicznego.

Całkowite zmęczenie psychiczne, które oceniamy łącząc ocenę wysiłku psychicznego z oceną monotonii pracy, uznamy za równe ocenie wysiłku psychicznego, jeśli ocena monotonii jest niższa od oceny wysiłku. Jeśli jest równa lub wyższa od oceny wysiłku, to ocenę całkowitego obciążenia

psychicznego należy odpowiednio podwyższyć. W razie wątpliwości w ustalaniu ocen należy przyjąć następującą zasadę:

- jeżeli istnieje wątpliwość, czy wysiłek jest minimalny, czy mały – dajemy ocenę mały;
- jeśli istnieje wątpliwość czy wysiłek jest duży, czy bardzo duży, ocenia się go jako duży.
- oceny skrajne zazwyczaj nie nasuwają wątpliwości.

Badania nad zjawiskami zmęczenia psychicznego w pracach, które wymagają długotrwałej aktywności psychicznej, ale niewielkiego wysiłku fizycznego, doprowadziły do ustalenia pewnych wskaźników fizjologicznych dla prac umysłowych i fizycznych o różnej intensywności. Z uwagi jednak na trudności porównywania procesów psychicznych (procesy hamowania i pobudzania) z procesami przemian energetycznych (procesy tlenowe i beztlenowe) wyniki te należy traktować jedynie jako próbę pomiaru zmęczenia psychicznego za pomocą wskaźników fizjologicznych.

2.3.2. Monotonia pracy

Wysiłek psychiczny nie decyduje jeszcze o całkowitym obciążeniu psychicznym pracownika. Należy jeszcze dodatkowo ocenić uciążliwość, wynikającą z monotonii pracy, która oddziałuje równolegle i przyczynia się do powstawania zmęczenia psychicznego. Monotonie pracy charakteryzują następujące cechy procesu pracy³⁴:

- niezmiennosc (jednostajność) procesu pracy;
- niezmiennosc (jednostajność) otaczających warunków;
- konieczność stałego zachowania uwagi bez możliwości myślenia o sprawach nie związanych z pracą i ewentualnego porozumiewania się z sąsiadami;
- łatwość pracy, znacznie zmniejszająca potrzebę procesów intelektualnych (myślenie, rozumowanie).

Poza tym uwzględnia się indywidualne właściwości psychiczne człowieka powodujące, że te same warunki zewnętrzne, związane z procesem pracy nie wywołują u wszystkich pracowników jednakowych odczuć psychicznych.

Przy ocenie stopnia monotonii posługujemy się skalą trójstopniową. Za monotonię dużą uważamy taką, która powstaje w wyniku występowania wszystkich czterech elementów, monotonia średnia jest wówczas, gdy są trzy elementy, mała zaś, gdy jest tylko jeden lub dwa elementy.

³⁴ Kania J., *Wybrane zagadnienia z ergonomii*, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1979, str. 65.

Objawy monotonii można podzielić na dwie grupy³⁵:

- subiektywne: spadek zainteresowania pracą i motywacji do pracy, przecenianie czasu pracy, senność i uczucie zmęczenia;
- obiektywne: spadek wydajności pracy, obniżenie jakości pracy, wzrost absencji i płynności kadr, przerwy w produkcji.

Przeciwdziałanie stanom wywołanym przez monotonię koncentruje się na 4 zabiegach organizacyjnych³⁶:

- przy wykonywaniu prac prostych i powtarzalnych należy mieć świadomość ich znaczenia i wiedzieć, jaką rolę spełniają w powstawaniu całego produktu;
- przy wykonywaniu jednostajnej pracy poszukać interesujących szczegółów, co pozwoli dostrzegać różnorodność wykonywanych czynności;
- stworzyć warunki zewnętrzne zmniejszające poczucie jednostajności, np. muzyka czy kolorystyka otoczenia w miejscu pracy;
- stosować zmiany stanowisk pracy w ciągu dnia roboczego, co wprowadza pewne urozmaicenie.

Wymienione sposoby zapobiegania mają jednak charakter pomocniczy i nie eliminują w sposób radykalny problemów wynikających z monotonii pracy. Ostatnio coraz większą rolę odgrywają zmiany wprowadzane w technologii produkcji: mechanizacji i automatyzacji produkcji.

Mechanizacja, ograniczając wysiłek fizyczny, zwiększa zaangażowanie umysłowe pracownika i rozszerza program jego działań na stanowisku roboczym. Wykonywanie pracy na stanowisku zmechanizowanym wymaga dodatkowych umiejętności: spostrzegania, refleksu, zręczności i precyzji, a przede wszystkim większej znajomości techniki działania mechanizmów maszyny i jej obsługi. Zaangażowanie umysłowe rośnie tutaj wraz ze wzrostem złożoności wykonywanych zadań. Różnorodność operacji wykonywanych na maszynach wieloczynnościowych powoduje, że robotnik w procesie pracy musi odbierać wiele zróżnicowanych informacji, trafnie je dobierać i racjonalnie stosować.

Automatyzacja natomiast najczęściej odwraca ten trend wbrew dość szeroko rozpowszechnionemu mniemaniu, częściej zmniejsza lub eliminuje niż zwiększa zaangażowanie umysłowe pracownika. W procesach zautomatyzowanych rola pracownika ogranicza się często tylko do uruchomienia maszyny i dozoru jej działania, natomiast czynności kierowania produkcją przejmują specjalne urządzenia sterujące (serwomechanizmy). Na stanowiskach o wąskiej specjalizacji produkcji czynności robocze są zbyt proste i często też są

³⁵ Kania J., *Wybrane zagadnienia z ergonomii*, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1979, str.67.

³⁶ Kania J., *Wybrane zagadnienia z ergonomii*, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1979, str. 68.

wykonywane „beźmyślnie”. Ich wykonawcy często nie rozumieją sensu produkcyjnego i ważności swojej pracy. Potęguje to odczuwanie monotonii pracy i zwiększa obciążenie psychiczne organizmu.

Jedynie w przypadkach, kiedy automatyzacja łączy się z rozszerzeniem operacji technologicznych bądź ze wzrostem złożoności sposobu ich obsługiwania, czyli gdy rośnie znaczenie funkcji programowo-kontrolnych, zwiększa się zaangażowanie umysłowe pracownika, zakres jego oddziaływania i odpowiedzialności za skutki działań i zachowań. Taki rodzaj automatyzacji wymaga od pracownika umiejętności nie tylko orientowania się w jednym odcinku procesu produkcyjnego, lecz opanowania całego procesu i czuwania nad prawidłowością jego przebiegu.

Zdając sobie sprawę z wagi obciążenia psychicznego, jak również z czynników kształtujących to obciążenie, należy pamiętać, że optymalny poziom zależy w dużym stopniu od indywidualnych właściwości człowieka, a to znacznie utrudnia jego pomiar i analizę.

2.4. Badanie materialnego środowiska pracy

Ostatnim elementem obciążenia pracą jest obciążenie środowiskowe. Oddziaływanie czynników środowiska materialnego może spowodować obniżenie wyników pracy oraz wystąpienie dodatkowego wysiłku adaptacyjnego dla organizmu człowieka³⁷. Ocena materialnych warunków pracy jest dokonywana na podstawie pomiarów stężeń lub natężeń poszczególnych czynników na stanowisku pracy. Uzyskane wyniki porównywane są z normami higienicznymi i wskazują na stopień szkodliwego oddziaływania środowiska na organizm. Jednocześnie należy uwzględnić czas przebywania w szkodliwym otoczeniu.

Zestawienie wszystkich czterech elementów obciążenia organizmu na badanym stanowisku pracy stanowi podstawę do kompleksowej oceny uciążliwości pracy (tab. 33).

³⁷ Olszewski J., *Podstawy ergonomii i fizjologii pracy*, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 258-259.

Tabela 33

Zestawienie wyników kompleksowej oceny obciążenia organizmu człowieka
na stanowisku pracy

Analizowany czynnik	Wyniki pomiarów lub obliczeń	Ocena słowna, liczbowa i symboliczna
Obciążenie fizyczne: - wydatek energetyczny - obciążenie statyczne - monotypowość ruchów		
Obciążenie psychiczne: a) wysiłek psychiczny w fazach - odbiór informacji, - podejmowanie decyzji, - wykonanie decyzji; b) monotonia pracy		
Obciążenie środowiskowe: - hałas - wibracje - inne elementy środowiska		
Zachorowalność zawodowa		

Źródło: Opracowanie własne na podstawie: Olszewski J., Podstawy ergonomii i fizjologii pracy, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997, str. 259.

3. LITERATURA:

- [1] Ergonomia, pod red. Pacholskiego L.: Politechnika Poznańska, Poznań 1986.
- [2] FILIPKOWSKI S.: Ergonomia przemysłowa. Zarys problematyki, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 1970.
- [3] GÓRSKA E.: Ergonomia: projektowanie, diagnoza, eksperymenty, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2002.
- [4] GÓRSKA E., TYTYK E.: Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Podstawy teoretyczne, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1998.
- [5] KANIA J.: Wybrane zagadnienia z ergonomii, Wydawnictwa Politechniki Warszawskiej, Warszawa 1979.
- [6] OLSZEWSKI J.: Podstawy ergonomii i fizjologii pracy, Akademia Ekonomiczna w Poznaniu, Poznań 1997.
- [7] NAWARRA L.: Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy, Skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980.

- [8] Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2000, z. 4.
- [9] ROSNER J.: Ergonomia, PWE, Warszawa 1985.
- [10] TYTYK E.: Projektowanie ergonomiczne, PWN, Warszawa - Poznań 2001.

Rozdział X

OCHRONA PRACY

1. CHOROBY ZAWODOWE

Choroby zawodowe są przyczyną inwalidztwa oraz czynnikiem skracającym czas trwania życia. Z tytułu chorób zawodowych olbrzymie straty ponoszą pracodawcy¹. Konsekwencją zwyczajnej choroby jest absencja oraz jej produkcyjne i organizacyjne skutki. W przypadku choroby zawodowej do kosztów absencji dochodzą wypłacane pracownikom odszkodowania, świadczenia wyrównawcze w związku z przeniesieniem do innej pracy oraz zasiłki wyrównawcze z tytułu odbywania rehabilitacji. Po przejściu na rentę inwalidzką koszty utrzymania osób z orzeczoną chorobą zawodową pokrywają podatnicy. Dlatego zachorowalność zawodowa jest przedstawiana jako zbiór problemów medycznych, inżynierskich, ekonomicznych i społecznych.

1.1. Definicja choroby zawodowej i zachorowalności zawodowej

Choroba zawodowa jest pojęciem medyczno-prawnym. Według definicji obowiązującej w Polsce „za choroby zawodowe uważa się choroby określone w wykazie chorób zawodowych, jeżeli zostały spowodowane działaniem czynników szkodliwych dla zdrowia występujących w środowisku pracy”². Chorobą zawodową są zatem patologiczne zmiany w organizmie, spowodowane zagrożeniami występującymi wyłącznie w określonych zawodach lub w technologiach, na przykład rozedma płuc u dmuchaczy szkła lub pylica płuc u pracujących w zapyleniu. Jakiś uszczerbek na zdrowiu może być uznany za chorobę zawodową, jeśli jest skutkiem oddziaływania na organizm zawodowego zagrożenia przez czas dłuższy od jednej dniówki roboczej. Zazwyczaj symptomy choroby zawodowej są obserwowane po kilku- lub kilkunastoletnim okresie ekspozycji na zagrożenie. Urazy lub zmiany w stanie zdrowia, na przykład zatrucie lub udar cieplny, powstające nagle, tj. w wyniku kontaktu z zagrożeniem trwającym krócej niż czas jednej dniówki roboczej zaliczane są do wypadków.

¹ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 112.

² Marek K., Choroby zawodowe – przyczyny występowania i skutki, w: *Nauka o pracy - bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2002, z. 2, str. 190; Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 113.

Zachorowalność zawodowa jest ujmowana jako liczba nowych przypadków chorób zawodowych rejestrowanych w zakładzie, branży lub w kraju w ciągu jednego roku³. Do jej wyrażenia stosuje się wskaźnik zachorowalności zawodowej (Wch), odnoszący liczbę nowych przypadków choroby zawodowej (p) do 100 tysięcy zatrudnionych (z), obliczany według wzoru:

$$Wch = p/z \cdot 100\ 000$$

Powyższy wskaźnik można stosować do łącznego ujmowania wszystkich przypadków chorobowych albo tylko na przykład głuchoty zawodowej, pylicy płuc itp.

1.2. Rodzaje chorób zawodowych

Nie każdy stan chorobowy, spowodowany zagrożeniem występującym w pracy może być uznany za chorobę zawodową. Do chorób zawodowych zaliczane są tylko dolegliwości, które zostały umieszczone w wykazie chorób zawodowych. Zawiera on 20 następujących chorób⁴:

1. zatrucia ostre i przewlekłe substancjami chemicznymi oraz następstwa tych zatruc;
2. pylice płuc;
3. przewlekłe choroby oskrzeli, wywołane działaniem substancji powodujących napadowe stany spastyczne oskrzeli i choroby płuc, przebiegające z odczynami zapalno-wytwórczymi w płucach, np. dychawica oskrzelowa, byssinoza, beryloza;
4. przewlekłe zapalenie oskrzeli, wywołane działaniem substancji toksycznych, aerozoli drażniących – w razie stwierdzenia niewydolności narządu oddechowego;
5. rozedma płuc u dmuchaczy szkła i muzyków orkiestr dętych w razie stwierdzenia niewydolności narządu oddechowego;
6. przewlekłe zanikowe, przerostowe i alergiczne nieżyty błon śluzowych nosa, gardła, krtani i tchawicy, wywołane działaniem substancji o silnym działaniu drażniącym lub uczulającym;

³ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 114.

⁴ Wykaz ten występuje w pozycji literaturowej przedmiotu, m.in.: Lewandowski J., *Zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie*, Politechnika Łódzka, Łódź 2000, str. 25; Marek K., *Choroby zawodowe – przyczyny występowania i skutki*, w: *Nauka o pracy – bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2002, z. 2, str. 192.

7. przewlekłe choroby narządu głosu, związane z nadmiernym wysiłkiem głosowym (guzki śpiewacze, niedowłady strun głosowych, zmiany przerostowe);
8. choroby wywołane promieniowaniem jonizującym, łącznie z nowotworami złośliwymi;
9. nowotwory złośliwe, powstałe w następstwie działania czynników rakotwórczych występujących w środowisku pracy, z wyjątkiem wymienionych w poz. 8;
10. choroby skóry;
11. choroby zakaźne i inwazyjne;
12. przewlekłe choroby narządu ruchu, wywołane sposobem wykonywania pracy, nadmiernym przeciążeniem, zapalenie pochewek ścięgniastych i kaletek maziowych, uszkodzenie łękotki, mięśni i przyczepów ścięgniastych, martwica kości nadgarstka, zapalenie nadkłykci ramiennej, zmęczeniowe złamanie kości;
13. przewlekłe choroby obwodowego układu nerwowego, wywołane uciskiem na pnie nerwów;
14. choroby układu wzrokowego, wywołane zawodowymi czynnikami fizycznymi lub chemicznymi (zmiany wywołane działaniem promieniowania jonizującego należy kwalifikować według poz. 8);
15. uszkodzenie słuchu, wywołane działaniem hałasu;
16. zespół wibracyjny;
17. choroby wywołane pracą w podwyższonym lub obniżonym ciśnieniu atmosferycznym;
18. choroby wywołane działaniem przeciążeń grawitacyjnych (przyśpieszeń);
19. choroby centralnego układu nerwowego, układu bodźco-twórczego i przewodzącego serca oraz gonad wywołane działaniem pól elektromagnetycznych;
20. ostry zespół przegrzania i jego następstwa.

Inne dolegliwości, nie ujęte w przedstawionym powyżej wykazie, a mające również genezę zawodową, nazywane są chorobami parazawodowymi. Zaliczane są do nich przypadki chorobowe, które często powstają w związku z pracą, ale również mogą być następstwem zagrożeń lub uciążliwości występujących podczas aktywności pozazawodowej.

1.3. Ekspozycja na działanie czynników szkodliwych dla zdrowia

Rozpoznanie choroby zawodowej musi być poprzedzone dokładnym wywiadem dotyczącym warunków pracy. Oprócz informacji uzyskanych od pracownika konieczne jest zapoznanie się z charakterystyką stanowiska pracy oraz wynikami pomiarów stężeń i natężeń czynników szkodliwych⁵.

Jakiś czynnik chemiczny, fizyczny lub biologiczny jest szkodliwy dla zdrowia, jeśli jego stężenie w powiązaniu z czasem oddziaływania na organizm człowieka jest większe od wartości przyjmowanych za dopuszczalne. Dopuszczalna wartość nasilenia jest, w zależności od rodzaju czynnika, ujmowana jako największe dopuszczalne stężenie (NDS) - dla czynników chemicznych, największe natężenie (NDN) – dla czynników fizycznych i dopuszczalne stężenie w materiale biologicznym (DSB) – dla czynników biologicznych.

Największe dopuszczalne stężenia i natężenia są przyjmowane na podstawie badań epidemiologicznych. Są nimi takie wartości różnych czynników, których oddziaływanie na pracownika przez ośmiogodzinny dzień pracy w ciągu całej aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie jego zdrowia, ani w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń.

Wyróżniane są również dwie inne wartości czynników, szkodliwych dla zdrowia⁶:

- najwyższe dopuszczalne stężenie (natężenie) chwilowe (NDNCH), za które przyjmuje się średnie wartości czynników fizycznych lub chemicznych, które nie powinny spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracowników oraz w stanie zdrowia jego pokoleń, jeśli ich łączny czas utrzymywania się w środowisku pracy nie przekracza 30 minut podczas jednej zmiany roboczej;
- najwyższe dopuszczalne stężenie (natężenie) progowe (NDNP), za które przyjmuje się taką wartość szkodliwego czynnika pracy, która nie może zostać przekroczona w żadnym momencie.

Przekroczenie granicy wyznaczonej najwyższym dopuszczalnym stężeniem i/lub natężeniem chwilowym stanowi bezpośrednie zagrożenie zdrowia, natomiast przekroczenie drugiej granicy, wyznaczonej przez najwyższe dopuszczalne stężenie i/lub natężenie progowe, zagraża bezpośrednio życiu.

⁵ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 115-116.

⁶ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 115.

Wielkość ryzyka powstania symptomów choroby zawodowej zależy również od ⁷:

- cech czynników szkodliwych dla zdrowia, np.: wielkość i kształt cząsteczki pyłu;
- cech pracy, np.: przy zapyleniu ważna jest częstość i głębokość wdechu oraz warunki przepływu powietrza w pobliżu głowy;
- indywidualnej odporności na działanie czynników szkodliwych dla zdrowia.

Czas powstania symptomów choroby zawodowej można ujmować jako iloczyn wielkości zagrożenia i czasu ekspozycji na jego działanie. Oznacza to, że długotrwałe przebywanie na przykład w niezbyt dużym zapyleniu lub hałasie prowadzi do podobnych następstw jak stosunkowo krótka ekspozycja na silny hałas lub duże zapylenie.

1.4. Diagnozowanie i zgłaszanie chorób zawodowych

W Polsce istnieje określony tryb rozpoznawania i stwierdzania choroby zawodowej przez procedurę prawną, określoną w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 18 listopada 1983 r., która obejmuje⁸:

- zgłoszenie pracownika do badań;
- skierowanie pracownika do badań;
- sporządzenie dokumentacji zagrożeń oraz opisu przebiegu pracy zawodowej;
- sporządzenie orzeczenia o chorobie zawodowej;
- podjęcie i przekazanie decyzji o stwierdzeniu choroby zawodowej.

W przypadku złego stanu zdrowia pracownika zatrudnionego na stanowisku, na którym występują przekroczenia NDS lub NDN, lekarz powinien podejrzewać wystąpienie choroby zawodowej. Podejrzenie takie, sformułowane na piśmie, należy zgłaszać do zakładu służby zdrowia właściwej do rozpoznania i chorób zawodowych oraz do właściwego inspektoratu Państwowej Inspekcji Pracy. Zgłoszenia podejrzenia o chorobę zawodową może dokonać:

- zakład służby zdrowia;
- lekarze stomatologii lub weterynarii;
- zakład pracy zatrudniający pracownika;
- sam pracownik za pośrednictwem zakładu służby zdrowia sprawującego opiekę profilaktyczną nad przedsiębiorstwem.

Jednostkami właściwymi do rozpoznania chorób zawodowych są poradnie chorób zawodowych, kliniki chorób zawodowych, oddziały chorób zawodowych

⁷ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 117.

⁸ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 118.

wchodzące w skład odpowiednich zakładów społecznej służby zdrowia, akademii medycznych lub instytutów naukowo-badawczych, a w odniesieniu do pracowników kolejowych – oddziały i poradnie medycyny pracy kolejowej służby zdrowia.

Orzeczenie o chorobie zawodowej wydawane jest na podstawie:

- wyników badań klinicznych;
- dochodzenia epidemiologicznego;
- informacji o zagrożeniach zawodowych;
- informacji o przebiegu zatrudnienia.

Dochodzenie epidemiologiczne przeprowadza lekarz sprawujący opiekę profilaktyczną nad zakładem, zatrudniającym pracownika skierowanego do badań lub inspektor sanitarny. Informację o przebiegu zatrudnienia i o występowaniu zagrożeń chorobowych zobowiązany jest sporządzić zakład zatrudniający pracownika podejrzanego o chorobę zawodową.

Orzeczenie o chorobie zawodowej wraz z całą dokumentacją jest następnie kierowane do państwowego wojewódzkiego inspektora sanitarnego, który wydaje decyzję o stwierdzeniu choroby zawodowej. Wydaną decyzję państwowy wojewódzki inspektor sanitarny przekazuje między innymi zainteresowanemu pracownikowi i zakładowi, w którym pracownik był ostatnio narażony na działanie czynnika, który wywołał rozpoznaną chorobę zawodową.

Zakłady pracy są zobowiązane prowadzić rejestry podejrzeń o chorobę zawodową oraz rejestry stwierdzonych chorób zawodowych i ich skutków, a także informować właściwych inspektorów sanitarnych o skutkach zachorowań na chorobę zawodową oraz podjętych działaniach zapobiegających występowaniu dalszych przypadków choroby zawodowej.

Warunkiem rozpoznania choroby zawodowej jest ustalenie związku przyczynowego między czynnikami szkodliwymi lub uciążliwymi środowiska pracy a stanem zdrowia pracownika, a także choroba ta musi być wymieniona w wykazie chorób zawodowych. Ustalenie związku przyczynowego powinno być oparte na zasadzie przeważającego prawdopodobieństwa, a nie niemożliwości wykluczenia. Spełnienie tych warunków bywa praktycznie trudne z następujących powodów:

- nie ma dostatecznie szczegółowych i wiarygodnych informacji o stopniu narażenia na czynniki szkodliwe, a pomiary stężeń i natężeń czynników szkodliwych są wykonywane często wrywkowo, nie zawsze według poprawnej metody czy strategii i rzadko obejmują cały okres pracy zawodowej;
- objawy choroby zawodowej są często niespecyficzne i nie różnią się od chorób występujących z innych przyczyn, stąd prawdopodobieństwo związku przyczynowego objawów z narażeniem zawodowym jest bardzo zróżnicowane i trudne do ustalenia.

1.5. Profilaktyka chorób zawodowych

Choroba zawodowa jest następstwem narażenia na działanie czynników szkodliwych dla zdrowia albo skutkiem wykonywania pracy w warunkach nadmiernych przeciążeń fizycznych⁹. Narażenie oznacza obecność w pracy chemicznych, fizycznych lub biologicznych czynników szkodliwych dla zdrowia. Miarą narażenia jest nasilenie (stężenie, natężenie) i czas oddziaływania czynnika szkodliwego na organizm człowieka.

Przez profilaktykę chorób zawodowych rozumie się ogół działań technicznych, organizacyjnych i medycznych nastawionych na redukcję prawdopodobieństwa powstania choroby zawodowej. Zawierają one¹⁰:

- eliminowanie ze środowiska pracy wszelkich czynników zagrażających zdrowiu;
- zmniejszenie siły oddziaływania występujących w pracy czynników szkodliwych dla zdrowia;
- odsuwanie od pracy osób o zwiększonym ryzyku, u których stwierdzono wczesne symptomy choroby zawodowej.

Tworzone w zakładach pracy programy zapobiegania chorobom zawodowym powinny obejmować:

- identyfikację zagrożeń chorobowych;
- szacowanie ryzyka utraty zdrowia wskutek choroby zawodowej;
- redukcję ryzyka powstania choroby zawodowej;
- szkolenie i uświadamianie pracowników - przekazywanie pracownikom informacji o przyczynach i skutkach chorób zawodowych;
- organizację biologicznego monitoringu.

Najważniejsze zatem miejsce w profilaktyce chorób zawodowych zajmuje higiena pracy. Jej głównym zadaniem jest wszechstronnie pojęta kontrola ryzyka, związanego ze szkodliwościami środowiska pracy i minimalizacja tego ryzyka w możliwym do osiągnięcia zakresie. Realizacja tego zadania polega na identyfikacji czynników szkodliwych, ocenie stopnia zagrożenia oraz wskazaniu metod i działań, prowadzących do ograniczenia tego zagrożenia.

Ryzyko skutków zdrowotnych oparte na kryterium wartości NDS i NDN, jednak być winno ocenianie ostrożnie z następujących powodów¹¹:

- normatywy higieniczne chronią około 95% populacji i mogą zawodzić w przypadku zwiększonej osobniczej wrażliwości;

⁹ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 115.

¹⁰ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 119-120.

¹¹ Marek K., Choroby zawodowe – przyczyny występowania i skutki, w: *Nauka o pracy - bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2002, z. 2, str. 197.

- wyniki badań epidemiologicznych prowadzonych według poprawnej metody często przynoszą informacje o występujących skutkach zdrowotnych przy narażeniu nie przekraczającym wartości NDS i NDN. Zmusza to do obniżenia ustalonych wartości NDS i NDN;
- często mamy do czynienia z narażeniem mieszanym, gdy występuje jednocześnie kilka różnych czynników szkodliwych, które mogą wykazywać działanie synergiczne, antagonistyczne lub addycyjne. Wówczas ustalone normatywy dla pojedynczych czynników szkodliwych zawodzą.

Wśród pozostałych dyscyplin naukowych odgrywających istotną rolę w profilaktyce chorób zawodowych warto zwrócić uwagę na to, że udział medycyny w całym systemie ochrony zdrowia pracujących oceniany jest na około 20%. Profilaktyczne działania lekarza obejmują przede wszystkim badania wstępne, które mają na celu właściwy dobór kandydatów do stanowisk pracy przy uwzględnieniu występujących na danym stanowisku pracy szkodliwych czynników. Następny, ważny element profilaktyki stanowią badania okresowe, które mają na celu wykrycie skutków zdrowotnych narażeń zawodowych w możliwie najwcześniejszym okresie. W ten sposób lekarz opieki podstawowej jest głównie odpowiedzialny za wykrywalność wczesnych objawów choroby zawodowej. Natomiast jednostki właściwe do rozpoznawania chorób zawodowych jedynie weryfikują przypadki podejrzeń wystąpienia choroby zawodowej.

W zapobieganiu skutkom zdrowotnym szkodliwości zawodowych istotny udział ma również sam pracownik. Może on przez odpowiednie zachowanie w miejscu pracy, przestrzeganie przepisów i zasad bezpieczeństwa i higieny pracy ograniczyć skutki narażenia zawodowego. Kondycja zdrowotna pracownika w dużym stopniu zależy od właściwego stylu życia, unikania nałogów i odpowiedniego odżywiania się. Stąd zachowanie zdrowia i zapobieganie chorobom zawodowym może być w istotny sposób wspomagane przez rozwijanie zasad promocji i oświatę zdrowia w zakładzie pracy.

1.6. Identyfikacja zagrożeń chorobowych

Zidentyfikowanie zagrożeń chorobowych wymaga sporządzenia wykazu czynników szkodliwych dla zdrowia, na jakie są narażeni zatrudnieni podczas wykonywania pracy oraz wykazu uciążliwości zawodowych¹².

Czynnikiem szkodliwym dla zdrowia jest każdy fizyczny, chemiczny lub biologiczny czynnik, mający zdolność powodowania negatywnych zmian w stanie zdrowia, którego natężenie lub stężenie przekroczyło wartość NDN lub NDS, polskie normy lub inne normy higieniczne.

¹² Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 120-121.

Zagrożenie związane z uciążliwością pracy dotyczy wykonywania zadań przy wydatku energetycznym powyżej 2 000 kcal na zmianę roboczą dla mężczyzn oraz powyżej 1 200 kcal na zmianę roboczą dla kobiet lub pod wpływem nadmiernego przeciążenia narządu bądź układu na przykład kostnowstawowego, mięśniowego, oddechowego lub głosowego.

Wykaz szkodliwych dla zdrowia związków chemicznych i czynników fizycznych, występujących w pracy wraz z wartościami NDS i NDN znajduje się w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 01.12.1989 r. (DzU nr 69 z 20.12.1989 r.) oraz w publikowanych później uzupełnieniach do ww. rozporządzenia (DzU nr 69 z 22.06.1995 r.)

Procedurę identyfikacji zagrożeń chorobowych należy stosować dla poszczególnych czynności lub technologii. Praktyczny sposób jej przeprowadzania powinien obejmować:

- wyróżnienie czynności roboczych wykonywanych na stanowisku lub wymaganych przez daną technologię;
- dokonanie spisu materiałów, substancji i mediów stosowanych na danym stanowisku lub wymaganych przez daną technologię;
- przeprowadzenie analizy warunków fizycznych środowiska pracy;
- dokonanie oceny, które czynności robocze, materiały lub elementy środowiska pracy mogą być szkodliwe dla zdrowia;
- przeprowadzenie pomiarów stężenia lub natężenia wykrytych czynników potencjalnie szkodliwych;
- utworzenie na podstawie wyników pomiarów listy czynników szkodliwych dla zdrowia

1.7. Redukowanie ryzyka choroby zawodowej

Za główną zasadę redukcji ryzyka choroby zawodowej należy przyjąć założenie, że najpierw trzeba rozpatrzyć i zastosować wszystkie możliwości technicznego wyeliminowania zagrożeń chorobowych, u źródła ich powstania. W przypadku gdy zastosowana próba eliminacji lub redukcji zagrożenia u źródła nie przyniosła spodziewanych efektów i zagrożenie istnieje nadal, można rozpatrzyć możliwość wykonywania pracy w zagrożeniu z zastosowaniem indywidualnego wyposażenia ochronnego¹³.

Doboru środków ochronnych dokonuje się na podstawie informacji o specyfice działania zagrożenia oraz o zagrożonej części organizmu. Dozór powinien regularnie sprawdzać, czy indywidualny sprzęt ochronny jest używany zgodnie z zaleceniem. Stwierdzone przypadki wykonywania pracy w zagrożeniu bez stosowania sprzętu ochronnego należy wyjaśnić. Chodzi o to, że przyczyną

¹³ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 121-122.

braku używania sprzętu ochronnego może być uciążliwość jego stosowania, niedostateczna motywacja czy też brak wiedzy o skutkach wykonywania pracy bez sprzętu ochronnego. Czynnikiem pomocnym w pamiętaniu o konieczności używania indywidualnego sprzętu ochronnego są napisy i znaki informujące o przebywaniu w strefie zagrożenia.

Zalecając stosowanie indywidualnego wyposażenia ochronnego należy pamiętać, że:

- warunkiem dobrej ochrony jest stosowanie środków o wysokiej jakości;
- jeśli pracownik będzie brał udział w doborze środków ochronnych, to potem chętniej będzie ich używał;
- środek ochronny musi być dopasowany do wymiarów pracownika;
- nigdy nie należy wyrażać zgody na wykonywanie pracy w zagrożeniu bez użytkowania sprzętu ochronnego, nawet gdy praca w zagrożeniu trwa krótko;
- użytkowników sprzętu ochronnego należy poinformować o zasadzie działania używanego środka oraz o czynnikach powodujących zmniejszenie jego właściwości ochronnych.

1.8. Choroby zawodowe w Polsce i ich skutki

W ostatnich 25 latach liczba stwierdzanych rocznie nowych zachorowań na choroby zawodowe i współczynnik zapadalności na 100 tys. zatrudnionych w Polsce podwoiły się¹⁴. Liczba nowych zachorowań w latach 90. była stabilna, gdyż rocznie stwierdzano około 11 000 nowych przypadków. W mniejszym stopniu dotyczyło to współczynnika zapadalności, co spowodowane było wahaniami liczby zatrudnionych oraz zmniejszeniem liczby, wydawanych przez lekarzy działalności podstawowej, skierowań do placówek diagnostycznych, upoważnionych do rozpoznawania chorób zawodowych.

W Polsce i w innych państwach prowadzi się jedynie statystykę zapadalności na choroby zawodowe w ciągu roku. Nie ma natomiast statystyki chorobowości, czyli liczby żyjących osób dotkniętych chorobą zawodową. Zakładając, że rocznie stwierdza się około 11 000 nowych przypadków chorób zawodowych i około 80% z nich ma charakter nieodwracalny, a okres przeżycia od momentu rozpoznania wynosi kilkanaście lat, to ocena szacunkowa prowadzi do wniosku, że w Polsce żyje obecnie około 100 000 osób dotkniętych chorobą zawodową. Liczba ta obrazuje właściwy wymiar i znaczenie zawodowe, społeczne i ekonomiczne problemu chorób zawodowych. Choroby te są

¹⁴ Marek K., Choroby zawodowe – przyczyny występowania i skutki, w: *Nauka o pracy - bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2002, z. 2, str. 193.

spowodowane występowaniem niewłaściwych warunków pracy i niedoskonałością systemu profilaktyki opieki zdrowotnej nad zatrudnionymi.

Od wielu lat w strukturze zapadalności na choroby zawodowe czołowe miejsca zajmuje 7 chorób¹⁵:

- 1) przewlekłe choroby narządu głosu związane z nadmiernym wysiłkiem głosowym;
- 2) zawodowe uszkodzenie słuchu;
- 3) choroby zakaźne i inwazyjne;
- 4) pylice płuc;
- 5) choroby skóry;
- 6) zespół wibracyjny;
- 7) zatrucia i ich następstwa.

Stanowią one około 90% ogólnej zapadalności na choroby zawodowe w ostatnim dwudziestoleciu, a tylko zmieniała się w statystyce kolejność pozycji, jaką zajmują poszczególne choroby.

Istniejące przepisy prawne zapewniają świadczenia finansowe związane z rozpoznaniem i stwierdzeniem choroby zawodowej. Można je podzielić na¹⁶:

- koszty bezpośrednie, obejmujące następujące elementy:
 - czasową niezdolność do pracy występującą w 20-30% ogółu przypadków;
 - trwałe lub czasowe przeniesienie na inne stanowisko pracy, dotyczące kilkunastu procent przypadków;
 - stały lub długotrwały uszczerbek na zdrowiu. Z tego tytułu wypłacane jest jednorazowe świadczenie, którego wysokość zależy od ustalonego stopnia utraty zdrowia. Świadczenia te stanowią jedną z najważniejszych składowych kosztów, związanych z chorobami zawodowymi;
 - renty inwalidzkie, które otrzymuje ponad 6% chorych na choroby zawodowe. Świadczenia te najczęściej mają charakter trwały, czyli są wypłacane do końca życia.
- koszty pośrednie, które tworzą:
 - badania okresowe pracowników, prowadzone w celu oceny skutków zdrowotnych narażenia na szkodliwości środowiska pracy;
 - badania specjalistyczne w jednostkach właściwych do rozpoznania chorób zawodowych oraz wszystkich przypadków podejrzeń o

¹⁵ Marek K., Choroby zawodowe – przyczyny występowania i skutki, w: *Nauka o pracy - bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2002, z. 2, str. 193.

¹⁶ Marek K., Choroby zawodowe – przyczyny występowania i skutki, w: *Nauka o pracy - bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2002, z. 2, str. 201.

choroby zawodowe. Koszty te są bardzo duże i nie zostały dotąd oszacowane;

- leczenie chorób zawodowych i ich powikłań – ambulatoryjne, szpitalne i sanatoryjne.

Skutki ekonomiczne chorób zawodowych obciążają budżet państwa, pracodawców i całe społeczeństwo. Świadomość tych kosztów powinna uzasadniać intensyfikację wysiłków i nakładów na działalność profilaktyczną ze strony wszystkich osób zaangażowanych w stworzenie bezpiecznych i higienicznych warunków pracy.

2. WYPADKI PRZY PRACY

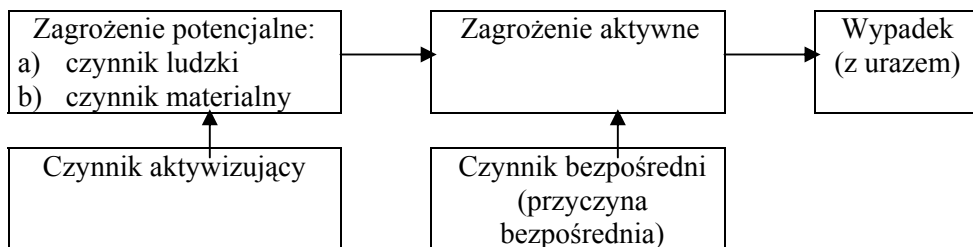
Przedmiotem zainteresowania ergonomii jest układ człowiek – maszyna, gdzie wzajemne oddziaływanie na siebie wszystkich elementów przyczynia się do występowania zdarzeń szczególnych zwanych wypadkami. W ciągu ostatnich kilkudziesięciu lat nastąpiła znacząca zmiana poglądów, dotyczących przyczyn wypadków i profilaktyki wypadkowej¹⁷. Dawniej wypadki traktowano jako wynik fatalnego i niemożliwego do przewidzenia zbiegu okoliczności lub działania tajemniczej siły wyższej. Dzisiaj są ujmowane jako skutek błędów, popełnionych przez kierownictwo zakładów, dozór i robotników, co pozwala na coraz skuteczniejsze podejmowanie działań profilaktycznych. Humanistyczne i etyczne powody wprowadzania działań profilaktycznych obecnie zostały uzupełnione ekonomicznymi i społecznymi argumentami. Profilaktyka wypadkowa to jeden z głównych kierunków działań technicznych, organizacyjnych i edukacyjnych, wspierających produkcję i podnoszących ekonomiczne efekty gospodarowania.

2.1. Definicja wypadku przy pracy

Kontakt ciała ludzkiego z otaczającymi przedmiotami jest stałym elementem pracy i życia codziennego człowieka. W większości przypadków jest on dla człowieka pożyteczny, ponieważ umożliwia wykonywanie różnych czynności, zarówno w pracy jak i w życiu codziennym. Są jednak pewne granice, których przekroczenie powoduje, że kontakt ten może być szkodliwy wskutek wystąpienia urazów (skaleczenia, ułucia, oparzenia, złamania itp.). Zaistnienie kolizji między człowiekiem a przedmiotem jest zdeterminowane szeregiem różnych przyczyn, które w określonych warunkach aktywizują się prowadząc do zdarzeń niepożądanych. Pierwszy ogniwem w łańcuchu przyczyn

¹⁷ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 77.

wypadku jest zagrożenie potencjalne, na które składają się wszelkiego rodzaju błędy czynnika ludzkiego oraz właściwości czynnika materialnego (rys. 11)¹⁸.



Rys. 11. Schemat łańcucha przyczyn wypadku

Źródło: Nawarra L., *Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy*, Skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980, str. 354.

Przejęcie zagrożenia potencjalnego w stan czynnego zagrożenia następuje pod wpływem czynnika aktywizacji. Powstaje wtedy zagrożenie aktywne, które przy wystąpieniu tzw. czynnika bezpośredniego przeradza się w wypadek. Do wypadku (z urazem człowieka) dochodzi wówczas, gdy wszystkie elementy składowe łańcucha zbiegają się w czasie. Wyeliminowanie z łańcucha przyczynowego któregoś z ogniw zatem ogranicza możliwość powstania wypadku. Istnieje również możliwość uniknięcia wypadku pomimo spełnienia wszystkich warunków koniecznych do jego zaistnienia. Okres uniknięcia wypadku występuje wtedy, gdy czas zbieżności wszystkich czynników jest na tyle długi, że człowiek jest w stanie zauważyć zagrożenie i wycofać się. Aby okres uniknięcia miał znaczenie dla celów prewencyjnych, musi być krótszy od okresu wszystkich czynników wypadku.

Problematyką powstawania wypadków i urazów oraz zapobiegania im zajmuje się obecnie dyscyplina naukowa: teoria wypadkowości. Wypadek i uraz to nie to samo: uraz jest wynikiem wypadku, ale bywają wypadki bez urazu. Doznane obrażenia są zatem cechą wyróżniającą wypadek od innych zdarzeń nie będących wypadkami.

Z wielu sformułowanych w literaturze przedmiotu definicji wypadku za najbardziej znaną, niejako klasyczną uważa się definicję Heinricha, zdaniem którego wypadek jest niezamierzonym i nie dającym się kierować wydarzeniem, w którym akcja lub reakcja jakiegoś przedmiotu, substancji, osoby lub

¹⁸ Nawarra L., *Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy*, Skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980, str. 354.

promieniowania pociąga za sobą uszkodzenie cielesne¹⁹. Rozszerzył powyższą definicję S. Filipkowski, stwierdzając, że wypadek jest niezamierzonym i nie dającym się kontrolować wydarzeniem, w którym szybka akcja lub reakcja jakiegoś przedmiotu, substancji, osoby lub promieniowania, powstała w wyniku zakłócenia w oczekiwanym przebiegu wydarzeń, naraża elementy materialne lub ludzi na uszkodzenie. W. Ischheiser podkreślił znaczenie czynnika organizacyjnego dla zaistnienia wypadku przy pracy. Określił on wypadek podczas pracy jako odchylenie od normalnego, oczekiwanego przebiegu zdarzeń w zakładzie pracy, powodujące uszkodzenie maszyn, materiałów lub ludzi. Występowanie skutków jako elementów decydujących o określeniu danego wydarzenia lub aktu działania człowieka jako wypadku przy pracy, podkreślał K. Strasser. Autor ten zdefiniował wypadek przy pracy jako niezaplanowane wydarzenie lub akt, dający w wyniku jego wystąpienia zranienie lub śmierć osób, lub szkodę materialną. Dla celów zapobiegawczych wystąpieniu wypadków przy pracy według A. Hansena, byłaby przydatna definicja określająca, że wypadkiem w pracy jest nagłe zakłócenie w materialnych środkach lub czynnikach pracy (T), organizacji czynności pracy (O), w reagowaniu lub zachowaniu się człowieka (L), które jest przyczyną zdarzenia wypadkowego lub urazu człowieka.

W postępowaniach administracyjnych i opisach statystycznych w Polsce obowiązuje definicja, sformułowana w art. 6 ustawy z dnia 12 czerwca 1975 r. o świadczeniach pieniężnych, przysługujących z tytułu wypadków przy pracy i chorób zawodowych. Definicja ta określa wypadek przy pracy jako nagłe zdarzenie, wywołane przyczyną zewnętrzną, powodujące niezdolność do pracy lub śmierć pracownika, które zaszło w związku z pracą²⁰:

- podczas lub w związku z wykonywaniem przez pracownika zwykłych czynności lub poleceń przełożonych;
- podczas lub w związku z wykonywaniem przez pracownika czynności w interesie zakładu, nawet bez polecenia;
- podczas lub w związku z wykonywaniem przez pracownika czynności w interesie zakładu w drodze między siedzibą zakładu pracy a miejscem wykonywania obowiązków wynikających ze stosunku pracy.

Ustęp drugi art. 6 ustawy traktuje na równi z wypadkami przy pracy w zakresie uprawnień do świadczeń – również wypadki, którym pracownik uległ:

¹⁹ Lewandowski J., *Zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie*, Politechnika Łódzka, Łódź 2000, str. 18.

²⁰ Lewandowski J., *Zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie*, Politechnika Łódzka, Łódź 2000, str. 18-19.

- podczas trwania podróży służbowej;
- w związku z odbywaniem służby w oddziałach samoobrony lub w związku z przynależnością do ochotniczej straży pożarnej, działającej w zakładzie pracy.

Główne kryteria uznania za wypadek takie jak: nagłość, związek z pracą i zewnętrzność przyczyn, dotyczą zdarzenia, a nie doznanego urazu.

2.2. Klasyfikacja wypadków

Wypadki zdarzają się w różnych miejscach i sytuacjach oraz podczas rozmaitych czynności. Miejsca, sytuacje i czynności oraz rodzaje obrażeń stanowią podstawę klasyfikacji wypadków. Wypadkami są wydarzenia powodujące niezamierzone obrażenia. Zdarzenie i jego skutek - obrażenie, zaistniałe podczas pracy można uznać za wypadek przy pracy, jeśli spełnia ono prawne kryteria zdarzenia wypadkowego.

Zgodnie z ustawą 12 czerwca 1975 r. o świadczeniach pieniężnych z tytułu wypadków przy pracy i chorób zawodowych ustawodawca wyróżnia wypadki²¹:

- śmiertelny, za który uznajemy wypadek, w wyniku którego nastąpił zgon w miejscu wypadku albo w okresie 6 miesięcy od dnia wypadku;
- ciężki, jeśli w wyniku wypadku nastąpiło poważne uszkodzenie ciała takie jak: utrata wzroku, słuchu, mowy, zdolności płodzenia lub inne ciężkie uszkodzenia albo rozstrój zdrowia, naruszający podstawowe funkcje organizmu, a także choroba nieuleczalna lub zagrażająca zdrowiu, trwała choroba psychiczna, trwała, całkowita lub znaczna niezdolność do pracy w zawodzie lub trwale zeszpecenie ciała;
- zbiorowy, jeśli w tym samym wydarzeniu uczestniczyły co najmniej 2 osoby.

Ze względów statystycznych wypadki dzielą się na podlegające i nie podlegające obowiązkowi zgłaszania do władz. Zgodnie z wymaganiami GUS, obowiązkowi rejestracji podlegają wypadki, których konsekwencją jest zwolnienie lekarskie co najmniej jednodniowe.

Inny podział rozróżnia wypadki ze względu na skutki w zakresie zdolności do pracy:

- lekki, który powoduje niezdolność do pracy w okresie do 28 dni;
- ciężki, który powoduje niezdolność do pracy w okresie ponad 28 dni;
- inwalidzki, jeśli u poszkodowanego powoduje trwale kalectwo, stanowiące podstawę do uznania go za inwalidę jednej z trzech grup inwalidzkich;

²¹ Lewandowski J., *Zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie*, Politechnika Łódzka, Łódź 2000, str. 20.

- śmiertelny, za który uznajemy wypadek, w wyniku którego nastąpił zgon w miejscu wypadku albo w okresie 6 miesięcy od dnia wypadku.

2.3. Mierniki i ocena wypadkowości

Suma wypadków zaistniałych w jakimś czasie zazwyczaj w ciągu roku, przedstawiona za pomocą wskaźników nazywana jest wypadkowością. Wskaźniki te umożliwiają porównywanie, ocenianie i szeregowanie zakładów, branż i państw pod względem poziomu wypadkowości²².

Stosowane są dwa rodzaje wskaźników: ciężkości i częstości. Wskaźnik ciężkości (Cw) jest stosunkiem liczby dniówek straconych (ds) wskutek absencji wypadkowej do liczby wszystkich zaistniałych wypadków (lw). Obliczany jest według następującego wzoru:

$$Cw = ds / lw$$

Wskaźnik ten pokazuje ile dni stracono średnio w zakładzie wskutek jednego „przeciętnego” wypadku. Wartość tego wskaźnika jest tym większa, im cięższe są zdarzające się wypadki.

Częstość wypadków jest przedstawiona jako liczba osób poszkodowanych w wypadkach w odniesieniu do wielkości produkcji, liczby osób zatrudnionych oraz czasu ekspozycji na zagrożenie, ujmowanego w dniówkach lub w przepracowanych godzinach. Najpowszechniej stosowany jest wskaźnik częstości, który oblicza się jako stosunek liczby wypadków (lw) do liczby osób zatrudnionych (z) według następującego wzoru:

$$W 1000 = lw / Z \times 1 000$$

W celu zapewnienia porównywalności wskaźników ujmowana liczbowo wypadkowość jest odnoszona na przykład do 1 miliona wyprodukowanych ton, 1000 osób zatrudnionych, 100 tysięcy przepracowanych dniówek lub 1 miliona przepracowanych godzin.

Wskaźniki odnoszące liczbę wypadków do wielkości produkcji są miarą biologicznego kosztu produkcji. Służą przede wszystkim do porównań międzybranżowych. Pozostałe wskaźniki, odnoszące wypadki do liczby zatrudnionych lub przepracowanego czasu, wskazują na wielkość indywidualnego ryzyka utraty życia lub zdrowia podczas pracy w jakimś zakładzie lub w określonej branży. Wskaźniki ujmując liczbę dniówek roboczych, straconych wskutek wypadków lub stosunek przepracowanych dniówek do liczby

²² Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 82-83.

wypadków informują pośrednio o stratach ekonomicznych, ponoszonych w następstwie wypadków oraz o sprawności profilaktycznej przedsiębiorstwa.

Wskaźniki są zazwyczaj obliczane dla rocznych okresów, choć też warto je stosować również do charakteryzowania wypadkowości w okresach trzy- lub pięcioletnich. Wieloletnie wskaźniki są szczególnie przydatne w porównaniach zakładów pracy, branż lub państw pod względem wypadkowości śmiertelnej.

Wypadkowość jest zjawiskiem negatywnym i dlatego w jej ocenianiu konieczna jest świadomość, że przedmiotem oceny jest stopień jej negatywności. Każda redukcja wypadkowości jest satysfakcjonująca, ale jeśli w jej wyniku nie został uzyskany poziom pełnego bezpieczeństwa, to redukcja taka oznacza tylko zmianę dużego zła na mniejsze²³.

Ocena wypadkowości spełnia rolę informacyjną i motywacyjną. Powinna składać się z dwóch elementów: wyniku analizy zmian oraz rezultatu porównania własnej analizy z wypadkowością innych np.: zakładów czy branż.

Analiza zmian obejmuje porównanie wypadkowości w ostatnim okresie z wypadkowością rejestrowaną w okresach wcześniejszych. Możliwe są trzy rezultaty takiego porównania: wzrost, spadek lub stagnacja.

Porównania z innymi może dotyczyć działu, zakładu, branży i całych państw. Wartościowe są porównania działów w przedsiębiorstwie, przedsiębiorstwa z całą branżą oraz porównania międzybranżowe i międzynarodowe porównania branż.

Informacja o zmianach własnej wypadkowości oraz rozbieżności między własną wypadkowością a rejestrowaną u innych pozwala na formułowanie oceniających stwierdzeń, dotyczących własnej wypadkowości.

W miarę zdobywania informacji o częstości i przyczynach wypadków staje się oczywiste, że o bezpieczeństwie decyduje głównie naczelne kierownictwo i dozór, a ich rozwiązania zależą od systemowych rozwiązań w zakresie bezpieczeństwa w skali państwa: regulacji prawnej, nadzoru, edukacji i sposobu generowania motywacji do tworzenia bezpieczeństwa. Wysoka wypadkowość świadczy o wadliwej organizacji systemu bezpieczeństwa, niekompetencji i niedostatecznej motywacji do tworzenia bezpiecznych warunków pracy oraz o ogólnie niskim poziomie kultury bezpieczeństwa. Pośrednio wysoka wypadkowość dowodzi, że państwowy system ochrony pracy jest wadliwy oraz, że zarządzanie bezpieczeństwem pracy w skali państwa jest mało skuteczne.

²³ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 85.

2.4. Zagrożenia, przyczyny i przebieg wypadków

Zdarzenia wypadkowe występują w określonych warunkach fizycznych, organizacyjnych i społecznych²⁴. Same warunki nie są przyczynami wypadków. Stanowią natomiast element zagrożenia lub czynnik wpływający na prawdopodobieństwo zdarzeń wypadkowych, np. ktoś poślizgnie się na mokrej podłodze, upadnie i złamie rękę. Za przyczynę wypadku nie zostanie uznana mokra podłoga, ale poślizgnięcie się, upadek, a następnie: niezauważenie śliskiego miejsca, wylanie wody i spowodowanie zagrożenia oraz nieusunięcie lub nienakazanie usunięcia tego zagrożenia.

Sytuację wypadkową tworzy zbiór warunków i zdarzeń, takich jak:

- zagrożenie;
- niebezpieczne wydarzenie jako przyczynę urazu;
- błąd będący przyczyną niebezpiecznego wydarzenia;
- warunki sprzyjające popełnianiu niebezpiecznych błędów czyli okoliczności wypadku.

2.4.1. Zagrożenia wypadkowe

Zagrożeniem jest każdy czynnik mający zdolność spowodowania utraty życia lub zdrowia²⁵. Bezpośrednim zagrożeniem jest możliwość wystąpienia między człowiekiem a jego otoczeniem wymiany energii, przekraczającej zdolności przystosowawcze organizmu. Zagrożenia są zróżnicowane ze względu na rodzaj niebezpiecznej energii i jej lokalizację. Wyróżnia się następujące zagrożenia: kinetyczne, elektryczne, chemiczne, promieniowe i termiczne. Inny podział uwzględnia lokalizację energii i różnicuje zagrożenia na:

- naturalne, stanowi je energia zlokalizowana w naturalnym środowisku człowieka;
- techniczne, którym jest energia zmagazynowana w środkach technicznych lub emitowana w procesach technologicznych;
- osobowe, obejmujące niekontrolowane skutki siły mięśni oraz ciężenia organizmu.

Zagrożenie oznacza sytuację, charakteryzującą się prawdopodobieństwem zadziałania na organizm nadmiernej energii lub zablokowania bądź ograniczenia dopływu do organizmu niezbędnego zasilania w tlen, ciepło lub w pokarm. Jak długo działa czynnik zagrażający, tak długo jest prawdopodobne wystąpienie

²⁴ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 91.

²⁵ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 92.

sytuacji zagrożenia. Zamienia się ona w niebezpieczne wydarzenie, kiedy stan potencjalny zamienia się w stan aktywny.

2.4.2. Niebezpieczne wydarzenia

Niebezpieczne wydarzenia to aktywnie działające zagrożenia takie jak: pożar, wybuch gazu, emisja promieniowania jonizującego itp.²⁶ Jeśli wtedy człowiek będzie w zasięgu działania tych zagrożeń i dozna obrażeń ciała, to wydarzenie stanie się wypadkiem. Niepożądane wystąpienie niebezpiecznego wydarzenia bez konsekwencji urazowych człowieka nazywane jest niemal wypadkiem.

Niektóre niebezpieczne wydarzenia powstają w następstwie braku kontroli przebiegu „utajonych” naturalnych procesów, zachodzących w środowisku przyrodniczym lub w wyposażeniu technicznym, takich jak: korozja, zmęczenie materiału itp.²⁷ Większość niebezpiecznych wydarzeń jest jednak inicjowana przez ludzi w wyniku utraty kontroli nad zagrożeniem lub nad własnym zachowaniem.

Niebezpieczne wydarzenie może być również skutkiem sytuacji, w której z różnych powodów podjęto zachowanie, doprowadzające do niebezpiecznego kontaktu z energią wykorzystywaną w procesach technologicznych.

Każde niebezpieczne wydarzenie, zaistniałe pod wpływem utraty kontroli nad zagrożeniem lub nad zachowaniem człowieka jest traktowane jako skutek błędu. Błędami są zatem decyzje lub działania, doprowadzające do powstania niebezpiecznego wydarzenia albo też niepodjęcie decyzji lub działań w sytuacji, w której ich podjęcie zapobiegłoby wystąpieniu niebezpiecznego wydarzenia.

Istnieje wiele klasyfikacji niebezpiecznych wydarzeń. Niebezpieczne wydarzenia można podzielić na pojawiające się pod wpływem zagrożeń naturalnych, technicznych i osobowych. Do pierwszej grupy zalicza się sytuacje w środowisku przyrodniczym, takie jak: lawina śnieżna, uderzenie pioruna, powódzie. W drugiej grupie znajdują się m.in.: wybuchy zbiorników ciśnieniowych, wykolejenie pociągu, pochwycenie i różne rodzaje niebezpiecznego kontaktu człowieka z maszyną. Innymi wydarzeniami, powstającymi pod wpływem zagrożeń technicznych są: najechanie, przygniecenie, uderzenie ruchomym lub rozpadającym się elementem maszyny, uderzenie wyrzuconym elementem czy wyrzuconym przedmiotem obrabianym. Trzecią grupę wydarzeń tworzą spadnięcia osób z wysokości, wpadnięcia, potknięcia, uderzenia o coś,

²⁶ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 93.

²⁷ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 94.

uderzenie się czymś lub uderzenie kogoś albo doznanie uderzenia, zadanego przez inną osobę.

Niebezpieczne wydarzenie jest bezpośrednią przyczyną urazu. Zidentyfikowanie rodzaju niebezpiecznego wydarzenia stanowi początek badania przyczyn i okoliczności wypadków.

2.4.3. Niebezpieczne błędy

Błędy w procesach pracy są popełnianie powszechnie²⁸. W warunkach komfortu pracownicy wykonują niewłaściwie 1 czynność na 10 000 zrealizowanych działań. W przypadku utrudnień, zmęczenia, presji czasowej lub tolerancji wobec ryzyka częstość błędnych działań rośnie i dochodzi do 1 błędu na 1 000 czynności²⁹. Warunki, w których prawdopodobieństwo popełnienia błędu są duże, nazywane są warunkami sprzyjającymi popełnieniu błędu. Ogół błędów doprowadzających do wypadków można podzielić na dwie grupy. Pierwszą stanowią błędy aktywne powodujące bezpośrednio wystąpienie niebezpiecznego wydarzenia, a drugą błędy o skutkach odroczonech.

Błędy aktywne to błędy najczęściej popełnianie w realizacji zadań. Zaliczane są do nich błędy polegające na nieprzestrzeganiu obowiązujących zasad i przepisów bezpieczeństwa oraz pomyłki. Pogwałcenia obowiązujących zasad powstają skutek niedoszacowania zagrożenia lub przeceny własnych możliwości. Wśród pomyłek wyróżnia się niewykonanie lub zmienione wykonanie czynności wskutek nieuwagi lub zapomnienia, a także w następstwie niezrozumienia zadania bądź nierozpoznania zagrożenia.

Błędy o odroczonech skutkach to ryzykowne technologie, niewłaściwe procedury kontroli zagrożeń oraz odbiegające od standardów warunki. Wśród tego typu błędów można wyróżnić błędy popełnianie przy organizowaniu zakładowego systemu bezpieczeństwa, wpływające na złą organizację zadań i błędne organizowanie zdań. Złe zorganizowanie zadań sprzyja powstaniu sytuacji wymuszającej lekceważenie obowiązujących zasad i przepisów bezpieczeństwa lub prowadzi do zachowań, powodujących wypadek wskutek pomyłek, nieuwagi lub nierozpoznania zagrożeń.

²⁸ Lewandowski J., *Zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie*, Politechnika Łódzka, Łódź 2000, str. 41-42; Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 95-96.

²⁹ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str.95

2.4.4. Ludzka niesprawność przyczyną błędów

Różne badania wykazują, że 96% wszystkich wypadków wynika z niewłaściwych działań, a tylko 4% z awarii technicznych. Stąd uważa się, że w niektórych zawodach dominującymi przyczynami jest czynnik ludzki. Podmiotowym podłożem niebezpiecznego postępowania są następujące czynniki ludzkiej niesprawności³⁰:

- niesprawność zmysłów (głównie wzroku słuchu);
- niedostateczna wiedza, a szczególnie jej część dotycząca identyfikacji zagrożeń;
- niedostateczne doświadczenie i brak wprawy w czynnościach wykonywanych w sytuacji zagrożenia;
- postawy odrzucające przepisy bezpieczeństwa ora akceptujące podejmowanie ryzyka;
- niedostateczny poziom sprawności intelektualnych (inteligencja, pamięć, uzdolnienia) i fizycznych (odporność na zmęczenie, wydolność, siła fizyczna, sprawność manualna).

Wiedza i postawy u ludzi dorosłych są cechami charakteryzującymi się względnie dużą stałością. Nabyta wiedza po osiągnięciu maksymalnego poziomu, pod wpływem starzenia się i zmniejszenia zdolności uczenia się ulega obniżeniu, ale zachodzący spadek wiedzy rekompensowany jest stale wzbogacaniem doświadczeniem³¹.

Sprawność intelektualna i fizyczna podlega natomiast dużym zmianom pod wpływem alkoholu, narkotyków lub lekarstw oraz w następstwie zmęczenia, stresu lub braku snu.

2.4.5. Cechy zadań a występowanie błędów

Do cech zadań sprzyjających popełnianiu niebezpiecznych błędów zalicza się³²:

- możliwość kontaktu z energią o wielkości przekraczającej zdolności przystosowawcze organizmu;
- możliwość kontaktu z niebezpiecznymi substancjami;
- nadmierna ciężkość wykonywanych czynności, obniżająca wskutek zmęczenia sprawność człowieka;

³⁰ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 97-98.

³¹ Lewandowski J., *Zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie*, Politechnika Łódzka, Łódź 2000, str. 28-36.

³² Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 98.

- nadmierną stresogenność, wynikającą z trudności zadania, poziomu zagrożenia, presji czasowej, niespodziewanych utrudnień, spiętrzeń informacji, odpowiedzialności itp.
- konieczność stałego dostosowywania się do zmieniających się cech otoczenia bez możliwości zastosowania ustalonego algorytmu wykonywania czynności roboczych;
- monotonne lub stereotypowe wykonywanie prac, co sprzyja wyrobieniu rutynowych nawyków. Powstaje wówczas niebezpieczeństwo realizowania wyuczonego ciągu czynności pomimo zmienionych warunków i bez dostosowywania się do niespodziewanego wystąpienia zagrożenia.

2.4.6. Warunki środowiska pracy jako przyczyna popełniania błędów

O sprawności działania człowieka w znacznym stopniu decydują warunki fizycznego środowiska pracy, takie jak: mikroklimat, oświetlenie, hałas, wibracje i różne rodzaje promieniowania³³. Wpływ tych czynników na organizm człowieka pracującego jest omówiony w rozdziale 3.

Częściej jednak warunki fizycznego środowiska pracy wpływają na powstanie zmęczenia, pod wpływem którego ludzie stają się bardziej nieuważni i bardziej skłonni do stosowania niebezpiecznych ułatwień podczas pracy³⁴.

Większość zachowań, w tym również dostosowanie się do obowiązku przestrzegania zasad i przepisów bezpieczeństwa regulowana jest przez społecznie ukształtowane wzorce postępowania³⁵. Pracownicy dostosowujący się do ogólnie akceptowanych wzorców są przyjmowani do grupy, natomiast ci, którzy nie postępują zgodnie z nimi, są odrzucani, a w skrajnych przypadkach usuwani z zespołu.

Z nielicznych badań wynika, że w polskim społeczeństwie akceptowane są zachowania ryzykowne. Wzorce nakazujące podejmowanie ryzyka są często narzucane przez nadzór, a bywa, że pracownicy demonstrujący odwagę i podejmujący niebezpieczne zachowania są nagradzani przez przełożonych oraz podziwiani i cenieni przez współpracowników. Dochodzenia powypadkowe wskazują, że akceptacja ryzyka jest warunkiem sprzyjającym niebezpiecznym zachowaniom.

Rzeczywistych przyczyn wypadków jest tak dużo jak dużo jest samych wypadków. Należy zatem podkreślić, że proponowane podziały przyczyn mają

³³ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 99.

³⁴ Lewandowski J., *Zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie*, Politechnika Łódzka, Łódź 2000, str. 39-41.

³⁵ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 99.

charakter czysto formalny. Klasyfikacja przyczyn wypadków posiada bowiem pewne praktyczne znaczenie przy poszukiwaniu środków profilaktycznych.

2.5. Profilaktyka wypadkowa

Zamiana niebezpiecznego zdarzenia w wypadek przy pracy ma miejsce wówczas, gdy występuje jednocześnie lub odpowiednio zbieżne działanie dwóch lub więcej przyczyn aktywizacji zagrożenia bezpośredniego, które tworzą zbiór przyczyn koniecznych do powstawania wypadku³⁶. Dlatego też zadaniem wszelkiej działalności prewencyjnej powinno być tworzenie skutecznych sposobów wykrywania zagrożeń i ich likwidacja zanim zamienią się w wypadki.

Działania profilaktyczne są podejmowane „ex post”, po zaistnieniu wypadku i rozpoznaniu jego przyczyn, lub „ex ante” tworzone w oparciu o wyniki badań niemal wypadków, inspekcji lub teoretycznej identyfikacji zagrożeń i scenariusza potencjalnych błędów, mających zdolność wywołania niebezpiecznego wydarzenia.

Stosowane działania profilaktyczne powinny być ewidencjonowane w celu oceny ich skutków. Działanie profilaktyczne jest skuteczne, gdy ma zdolność zapobiegania wystąpienia określonej przyczyny wypadku. Jeśli pomimo projektowania i stosowania działań profilaktycznych utrzymuje się powtarzalność przyczyn wypadków oznacza to, że:

- przyczyny wypadków są niewłaściwie rozpoznane;
- projektowane są nietrafne działania;
- właściwe i trafne działania profilaktyczne są niewłaściwie stosowane.

Ogólna zasada stosowana w doborze działań profilaktycznych mówi, że zagrożenie należy najpierw usunąć lub zredukować u źródła, a gdy to nie jest możliwe, trzeba wyposażyć pracownika w sprzęt ochronny, wiedzę i umiejętności. Wtedy pracownik może w pełni bezpiecznie funkcjonować pomimo zagrożenia.

Warunkiem zaprojektowania właściwych działań profilaktycznych jest szczegółowe zidentyfikowanie zagrożeń, oszacowanie wielkości ryzyka oraz poznanie mechanizmu, który doprowadził lub który może doprowadzić do niebezpiecznego kontaktu organizmu z energią.

Wśród wielu różnych działań profilaktycznych wyróżnia się działania skoncentrowane na zagrożeniu i fizycznych warunkach pracy oraz działania skoncentrowane na człowieku, usprawniające jego postępowanie. Wybiórcze stosowanie tylko jednego rodzaju działań nie prowadzi do zadowalających wyników. Pracownik nie umiejący lub nie chcący postępować bezpiecznie zniweczy efekt profilaktyczny każdej bezpiecznej technologii. Podobnie

³⁶ Studenski R., *Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie*, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996, str. 108-110.

nieskuteczne okaże się samo szkolenie i motywowanie pracownika bez dokonywania zmian i redukowania zagrożeń, zlokalizowanych w środowisku pracy oraz w wyposażeniu.

Zasady prewencji wypadkowej zostały opracowane w 1931 r. przez Heinricha w postaci 10 punktów. Aksjomaty te mają wartość nie tylko historyczną, ponieważ niektóre z nich nadal traktowane są jako punkt wyjścia w analizach bezpieczeństwa pracy i stosowane w prewencji wypadkowej. Zasady Heinricha brzmią następująco³⁷:

- 1) pojawienie się wypadku wynika z łańcucha przyczynowego zdarzeń, z których ostatni jest wypadek. Wypadek jest powodowany przez niebezpieczne zachowanie się człowieka i/lub przez działanie mechaniczne urządzenia lub czynnik środowiska pracy;
- 2) większość wypadków jest powodowana przez niebezpieczne zachowania;
- 3) wystąpienie wypadku połączonego z poważnym zranieniem poprzedza przeciętnie 300 zdarzeń niebezpiecznych;
- 4) wielkość szkody powodowanej przez wypadek jest losowa i trudna do przewidzenia, natomiast wystąpieniu samego wypadku można zapobiec;
- 5) rozpoznanie motywów i przyczyn podejmowania niebezpiecznych zachowań daje podstawy do działań prewencyjnych;
- 6) są cztery główne metody zapobiegania wypadkom: odpowiednie projektowanie i kontrola maszyn i wyposażenia, uświadamiająca działalność wśród personelu, dostosowanie pracowników (dobór i szkolenia) oraz dyscyplina pracy;
- 7) metody, które są najbardziej efektywne w prewencji wypadkowej, są analogiczne z metodami kontroli jakości, kosztów i wydajności pracy;
- 8) zarządzanie daje najlepszą okazję do prowadzenia prewencji wypadkowej i na nim spoczywa cała odpowiedzialność za wypadki;
- 9) przełożony jest kluczową postacią w prewencji wypadkowej. On bezpośrednio kontroluje zachowanie pracownika;
- 10) humanitarne aspekty prewencji wypadkowej są uzupełniane przez czynniki ekonomiczne:
 - bezpieczne warunki pracy są efektywne ekonomiczne;
 - koszty bezpośrednie, które ponosi pracodawca w związku z wypadkami (leczenie i odszkodowania) stanowią tylko około 20% łącznych kosztów, które musi on ponieść w związku z wypadkiem.

Heinrich dowodził istnienia względnie stałego stosunku pomiędzy liczbą występujących zdarzeń „nieomal wypadkowych” i liczbą wypadków zakończonych urazami o określonej ciężkości. Zależność ta znana jest w

³⁷ Lewandowski J., *Zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie*, Politechnika Łódzka, Łódź 2000, str. 21.

literaturze przedmiotu jako „piramida Heinricha” i przedstawia prawidłowości statystyczne, związane z kształtowaniem się liczby wypadków ciężkich (1), lekkich (29) i zdarzeń potencjalnie wypadkowych (300).

2.6. Zarządzanie bezpieczeństwem pracy

Bezpieczeństwo pracy można ogólnie określić jako brak tych spośród warunków, które mogą powodować śmierć, obrażenia, chorobę zawodową lub uszkodzenie lub utratę wyposażenia lub majątku³⁸. Działalność w zakresie bezpieczeństwa ma zatem na celu zapobieganie wypadkom przy pracy i usprawnianie warunków pracy, tak aby nie stały się one szkodliwe dla zdrowia.

Bardziej użytecznym pojęciem jest zarządzanie bezpieczeństwem, które jest działaniem nastawionym na zredukowanie ryzyka utraty życia i zdrowia w pracy do akceptowanego poziomu granicznego, a następnie na utrzymanie go na założonym lub niższym poziomie³⁹. System zarządzania bezpieczeństwem powinien być dostosowany do występujących zagrożeń i obejmować następujące obszary:

- personel, zadania i obowiązki, szkolenia, podwykonawcy;
- identyfikację ryzyka;
- eksploatację i konserwację;
- zarządzanie zmianami i projektowanie;
- planowanie sytuacji awaryjnych;
- przeglądy wewnętrzne i analizę wypadków;
- ocenę efektywności zarządzania;

Istotnym elementem zarządzania bezpieczeństwem jest jego ujęcie proceduralne w postaci:

- programu organizacji bezpiecznej pracy;
- wyeliminowania przestojów w czasie zmiany roboczej z winy niskiego poziomu dokumentacji technicznej bądź z braku synchronizacji procesów pracy;
- usprawnienia organizacji obsługi stanowiska i pracownika pod względem świadczeń socjalnych i kulturalnych;
- usprawnienia przygotowania stanowiska pod względem dostaw materiałów, części, narzędzi tak, aby pracownik podczas zmiany roboczej nie był zmuszony do wykonywania czynności przygotowawczo-zakończeniowych, pomocniczych, porządkowych, organizacyjnych i innych;
- usprawnienia transportu między stanowiskami;

³⁸ Karczewski J. T., *System zarządzania bezpieczeństwem pracy*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2000, str. 9

³⁹ Karczewski J. T., *System zarządzania bezpieczeństwem pracy*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2000, str. 24.

- usprawnienia organizacji obsługi eksploatacyjnej stanowisk (konserwacja, remonty w sytuacjach awaryjnych);
- poprawa wykorzystania czasu pracy (organizowanie pracy na dwie zmiany, w zespołach w formach autonomicznych);
- zmniejszenia uciążliwości pracy pod względem wysiłku fizycznego i psychicznego, poprawienia warunków środowiska materialnego, w tym warunków bezpieczeństwa pracy;
- eliminacji przyczyn złej jakości produkcji oraz zwiększenia niezawodności produkowanych wyrobów;
- lepszego wykorzystania środków ochrony osobistej przed szkodliwymi warunkami pracy.

W wyniku działalności Polskiego Normalizacyjnego Komitetu w dniu 15 lipca 1999 r. ustanowiono pierwszą polską normę PN–N–18 001 określającą specyfikacje do systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy⁴⁰. Druga norma ustanowiona przez Polski Komitet Normalizacyjny w dniu 11 stycznia 2000 r.: PN–N–18 002 zawiera ogólne wytyczne do oceny ryzyka zawodowego. Kolejna norma z tej serii: PN–N–18 004 zawiera wytyczne do praktycznego wdrażania w przedsiębiorstwach systemów zarządzania bhp i jest normą wspierającą wymagania zawarte w normie PN–N–18 001.

Obecnie trwają prace nad opracowaniem norm międzynarodowych dotyczących systemów zarządzania bezpieczeństwem na wzór norm serii ISO 9000 i ISO 14 000⁴¹.

Koszty związane z błędami w zarządzaniu bezpieczeństwem są w skali światowej bardzo wysokie⁴². Można podać, że straty spowodowane wypadkami przy pracy, przeciętnie wynoszą w każdym kraju 1-4% dochodu narodowego.

Sprawdzanie funkcjonowania systemu zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy jest realizowane przez monitorowanie oraz audytowanie bezpieczeństwa i higieny pracy. Można wyróżnić dwa rodzaje monitorowania⁴³:

⁴⁰ Podgórski D., Współczesne koncepcje zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy, w: *Nauka o pracy - bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2002, z. 8, str. 17.

⁴¹ Karczewski J. T., *System zarządzania bezpieczeństwem pracy*, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2000, str. 19-20; Lewandowski J., *Zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie*, Politechnika Łódzka, Łódź 2000, str. 59-61.

⁴² Eifes M., *Bezpieczeństwo pracy – być mądrym przed szkodą*, Zarządzanie na świecie 1996, nr 1.

⁴³ Podgórski D., Współczesne koncepcje zarządzania bezpieczeństwem i higieną pracy, w: *Nauka o pracy - bezpieczeństwo, higiena, ergonomia*, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2002, z. 8, str. 23.

- monitorowanie proaktywne, które powinno obejmować co najmniej identyfikację zagrożeń występujących na stanowiskach pracy oraz ocenę związanego z nimi ryzyka zawodowego;
- monitorowanie reaktywne, gdzie należy przeprowadzać analizę przyczyn wypadków przy pracy.

Czynników monitorowania proaktywnego i reaktywnego jest znacznie więcej i dlatego w miarę potrzeb i możliwości, należy włączyć je do systemu.

Istotną rolę w systemie zarządzania bezpieczeństwem w zakładzie pracy, odgrywają audyty⁴⁴. Kształt systemu audytu powinien być oparty na bieżącej praktyce oraz odpowiadać charakterowi i aktywności zawodowej danej jednostki organizacyjnej. Regularne spotkania, przeprowadzane przez przełożonych wszystkich szczebli mogą przyczynić się do wykrywania niepewnych działań i eliminowania ich zanim jeszcze dojdzie do wypadku. Częścią audytu jest obserwacja ludzi podczas ich codziennych zajęć. Wskazane jest przy tym nie tylko stwierdzenie, że ktoś nie przestrzega jakiegoś przepisu, lecz również spokojne ustalenie przyczyn takiego stanu rzeczy. Wspólnie z pracownikami należy rozważać, jak można byłoby pracować bezpiecznie. Ważne jest, by pracownicy dostrzegali zainteresowanie swoich przełożonych ich bezpieczeństwem. Już tylko z tego powodu audyty nie powinny być powierzane tylko osobom z zewnątrz – ekspertom ds. bezpieczeństwa.

Dobrze jest, gdy pracownicy określają własne przepisy bezpieczeństwa dla swoich zespołów, korzystając ze wsparcia ze strony fachowców. Pracownicy którzy wnieśli własne pomysły do tworzenia kultury bezpieczeństwa będą staranniej przestrzegać przyjętych przepisów.

Efektywna kultura bezpieczeństwa musi zatem pochodzić od najwyższego kierownictwa, ponieważ gdy wszyscy menedżerowie pilnują tej kwestii z pełnym zaangażowaniem, możliwe jest również odpowiednie myślenie całej załogi. Osoby ponoszące odpowiedzialność za produkcję, koszty, jakość i produktywność powinny być odpowiedzialne również za bezpieczeństwo. Postawa kierownictwa musi przekonać pracowników, że wdrażany system bezpieczeństwa posiada odpowiedni priorytet, a jego realizacja jest istotna dla wyników przedsiębiorstwa, a tym samym jest korzystna dla wszystkich pracowników. Bezpieczeństwo rozpoczyna się więc na samej górze, ale każdy musi czuć się odpowiedzialny za bezpieczeństwo własne i swoich współpracowników.

⁴⁴ Lewandowski J., *Zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie*, Politechnika Łódzka, Łódź 2000, str. 187-188 i następane.

3. LITERATURA:

- [1] EIFES M.: Bezpieczeństwo pracy – być mądrym przed szkodą, Zarządzanie na świecie 1996, nr 1.
- [2] KARCZEWSKI J. T.: System zarządzania bezpieczeństwem pracy, Ośrodek Doradztwa i Doskonalenia Kadr, Gdańsk 2000.
- [3] NAWARRA L.: Materiały do nauczania ergonomii i ochrony pracy, Skrypty uczelniane AGH, nr 782, Kraków 1980.
- [4] LEWANDOWSKI J.: Zarządzanie bezpieczeństwem pracy w przedsiębiorstwie, Politechnika Łódzka, Łódź 2000.
- [5] Nauka o pracy - bezpieczeństwo, higiena, ergonomia, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2002, z. 2.
- [6] Nauka o pracy - bezpieczeństwo, higiena, ergonomia, pod red. nauk. Koradeckiej D., CIOP, Warszawa 2002, z. 8.
- [7] STUDENSKI R.: Organizacja bezpieczeństwa pracy w przedsiębiorstwie, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 1996.