

Dr inż. Wiesława GRZESIŃSKA,
 Dr inż. Marzena TOMASZEWSKA
 Wydział Nauk o Żywieniu Człowieka i Konsumpcji
 SGGW w Warszawie

ERGONOMICZNE PODSTAWY PROJEKTOWANIA TECHNOLOGICZNEGO ZAKŁADÓW SPOŻYWCZYCH®

Ergonomic bases of technological designing food plants®

Słowa kluczowe: projektowanie technologiczne, ergonomia, zakłady spożywcze, organizacja stanowiska pracy.

Projektowanie technologiczne zakładów spożywczych musi uwzględniać aspekty związane z ergonomią, do których należą: charakterystyki wymiarowe stanowiska pracy, rozumiane jako jego długość, głębokość oraz szerokość, charakterystyki wymiarowe ciągów komunikacyjnych i przejść, przy zachowaniu prawidłowej przestrzeni stanowiska pracy, określanej jako odległość między stanowiskiem pracy a szlakiem komunikacyjnym oraz prawidłowe parametry materialne warunków pracy, jakimi są przede wszystkim mikroklimat, oświetlenie i hałas. Stanowisko pracy wraz z jego oprzyrządowaniem i wyposażeniem powinno zapewnić pracownikom bezpieczeństwo, nie zagrażać ich zdrowiu ani życiu oraz nie wpływać na utratę zdolności do pracy. Zapewnia to maksymalizację wydajności pracy oraz podniesienie jej efektywności przy minimalizacji wysiłku i zapewnieniu bezpieczeństwa i higieny pracy.

Key words: technological design, ergonomics, food plants, organization of workstation.

Technological design food facilities must take into account aspects related to ergonomics, which include: dimensional characteristics of work place defined as the length, depth and width, dimensional characteristics communication routes and passages, while maintaining the correct work space jobs defined as the distance between the workplace and communication route and the proper parameters of the material conditions of work which are primarily climate, lighting and noise. Workplace along with its instrumentation and equipment should provide employees with safety, do not endanger their health or life, and do not affect the loss of ability to work. It maximizes work efficiency while minimizing effort and ensuring the safety and health at work.

WSTĘP

Projektowanie jest całokształtem działań zmierzających do opracowania sposobu zaspokojenia określonej potrzeby [37]. Proces projektowania zaczyna się z chwilą uświadomienia sobie potrzeby i podjęcia decyzji o jej zaspokojeniu, a kończy się, gdy określona wcześniej potrzeba zostanie zaspokojona. Polega on na obmyśleniu zamierzonych obiektów technicznych, służących zaspokajaniu potrzeb, a także sposobów ich realizacji [36].

Projektowanie jest często określane przez dodanie przymiotnika lub określenia opisującego dziedzinę, której dotyczy działanie twórcze. Funkcjonują nazwy projektowania: architektoniczne, urbanistyczne, inżynierskie, technologiczne, ergonomiczne itd. [39].

Projektowanie technologiczne jest to projektowanie, którego celem jest tworzenie technologicznie poprawnych obiektów architektonicznych lub technicznych. Wyróżnikiem jest tu położenie nacisku na wszelkie aspekty związane z technologią i technologiczną jakością obiektu [6]. Grzesińska [11, 12] podaje, że projektowanie technologiczne zakładu powinno zawierać:

- ✓ program produkcji i usług,
- ✓ układ funkcjonalny zakładu,
- ✓ organizację stanowiska pracy,
- ✓ obliczenia powierzchni i określenie rodzaju pomieszczeń łącznie z rozmieszczeniem maszyn i urządzeń,

- ✓ opis wykończenia wnętrza,
- ✓ uwarunkowania związane z innymi branżami projektowymi.

Biorąc powyższe pod uwagę, projektowanie technologiczne musi uwzględniać aspekty związane z projektowaniem ergonomicznym i ergonomią.

Projektowanie ergonomiczne jest to realizacja procedury projektowania systemu człowiek – obiekt techniczny, która stwarza największą szansę uzyskania projektu o pożądanym poziomie ergonomicznej jakości [10]. Dłużewski [5] definiuje natomiast projektowanie ergonomiczne jako wymagania ergonomiczne, czyli dostosowanie maszyn, urządzeń, mechanizmów, narzędzi pracy, pomieszczeń obiektów i zakładów przemysłowych do właściwości fizycznych i psychicznych człowieka z uwzględnieniem takich czynników środowiska, jak: oświetlenie, temperatura, wilgotność i czystość powietrza, poziom hałasu, barwa itp.

Czynnikami wspomagającymi i kierującymi decyzjami projektowymi są kryteria ergonomiczne, będące integralnymi składnikami procedury. Pełnią one trzy ważne, wzajemnie się uzupełniające role [10]:

- ✓ są źródłem informacji ergonomicznej,
- ✓ uruchamiają mechanizmy skojarzeń i analogii, kierując myśli projektanta w stronę rozwiązań poprawnych z punktu widzenia ergonomii,

- ✓ mogą wskazywać możliwości zastosowania gotowych rozwiązań, sprawdzonych w praktyce, wzorcowych pod względem ergonomicznym.

Dostarczają one wiedzy z zakresu humanizacji techniki, potrzebnej dla podjęcia właściwej decyzji w konkretnym kroku procesu projektowego. Jest ona bardzo ważna, ponieważ wyklucza możliwość pojawienia się błędnej informacji na początku sytuacji decyzyjnej [39].

Celem artykułu jest przedstawienie aktualnie obowiązujących ergonomicznych podstaw projektowania technologicznego zakładów spożywczych.

POJĘCIE I RODZAJE ERGONOMII

W literaturze polskiej [9, 28, 33, 40] możemy spotkać wiele definicji ergonomii. Rosner [33] 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 Górskiej [9] ergonomia znajduje zastosowanie w badaniach technicznych i działaniach menadżerskich. Celem działalności ergonomicznej jest dostosowanie obiektu technicznego do możliwości człowieka zarówno w sytuacji pracy, jak i we wszystkich innych sytuacjach życiowych, w których człowiek kontaktuje się z obiektami technicznymi (transport, gospodarstwo domowe, sport, rekreacja, itp.). Istnieje też relacja odwrotna, człowiek może i powinien dostosowywać się do techniki, ale tylko w takim zakresie, aby nie przyniosło to ujemnych skutków dla zdrowia fizycznego i psychicznego. Dostosowanie to powinno dotyczyć głównie zmian w kwalifikacjach, umiejętnościach i poziomie wiedzy człowieka.

Przedstawione podejścia do ergonomii nie zaciemniają jej istoty, a przeciwnie – uwypuklają cechy ergonomii, zapewniające człowiekowi supremację (wyższość, przewagę) nad elementami materialnymi, poprzez [28]:

- ✓ dostosowanie rzeczowych składników układu „człowiek – praca” do naturalnych ograniczeń psychosomatycznych pracownika,
- ✓ dążenie do zapewnienia możliwie wysokiej sprawności człowieka,
- ✓ dążenie do eliminowania wszelkich zagrożeń zdrowia,
- ✓ dążenie do optymalnego ukształtowania biologicznego kosztu wykonywania pracy.

Przedmiotem analiz diagnostycznych i projektowania ergonomicznego jest system złożony z człowieka (lub wielu ludzi) i obiektów technicznych, służących do wykonywania określonego zadania, a także zewnętrzne warunki działania systemu, działające głównie na człowieka, mającego określone i ograniczone możliwości przystosowawcze (fizyczne i psychiczne).

W dostosowywaniu środowiska pracy do psychofizycznych możliwości człowieka wyróżnia się trzy kierunki działania ergonomii [33]:

- ✓ ergonomię korekcyjną,

- ✓ ergonomię koncepcyjną,
- ✓ atestację prototypów maszyn i urządzeń.

Ergonomia korekcyjna zajmuje się analizą już istniejących stanowisk pracy i ich dostosowywaniem do właściwości anatomicznych, fizjologicznych i psychicznych pracowników, czyli formułowania zaleceń mających na celu polepszenie warunków pracy, zmniejszenie istniejących obciążeń, a także polepszenie wydajności i jakości pracy [40]. Ergonomia korekcyjna stanowi dziedzinę badań stosowanych i obejmuje [28]:

- ✓ poprawę parametrów materialnych warunków pracy,
- ✓ 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).

Wyżej wymienione działania mają ustaloną renomę, ale mają też swoje naturalne granice, podyktowane możliwościami technicznymi i względami ekonomicznymi poza sytuacją, w której istniejące usterki mogą być źródłem poważnych zagrożeń dla zdrowia czy życia pracowników [40]. Ergonomia korekcyjna spełnia szczególnie ważną rolę w stosunku do osób niepełnosprawnych czy dotkniętych przejściowo lub na stałe kalectwem, a także do osób starszych (przystosowanie budynku, pomieszczeń, stanowisk pracy do ich specyficznych potrzeb).

Ergonomia koncepcyjna wyrasta z doświadczenia ergonomii korekcyjnej. Ma na celu stosowanie ergonomicznie prawidłowych rozwiązań już w fazie przygotowywania projektów maszyn, urządzeń, narzędzi, stanowisk pracy, hal i budynków, a także mieszkań, szkół i innych konstrukcji. Rozwiązania te muszą spełniać podstawowe wymagania ergonomii. Ergonomia koncepcyjna jest o wiele bardziej racjonalna i skuteczna niż ergonomia korekcyjna, ponieważ zostaje zastosowana we wczesnej fazie opracowywania rozwiązań technicznych [40]. Jest ona jednym z normatywów, branych pod uwagę przy opracowywaniu projektów technologicznych zakładów.

Atestacja prototypów maszyn i urządzeń jest trzecim kierunkiem działań ergonomii, łączącym cechy ergonomii korekcyjnej i koncepcyjnej. Jest ona przeprowadzana przed wydaniem zgody na produkcję seryjną. 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 szczególny nacisk kładzie się na wymagania bezpieczeństwa i higieny pracy [40].

CZYNNIKI ERGONOMICZNE W KSZTAŁTOWANIU ŚRODOWISKA PRACY

Głównym przedmiotem analiz ergonomicznych jest układ człowiek – praca [30]. Praca zostanie zorganizowana w sposób racjonalny, kiedy maszyna i stanowisko pracy będą wygodne i bezpieczne w obsłudze, metody i warunki pracy zostaną dostosowane do potrzeb psychofizycznych człowieka, przedmiot pracy charakteryzował się

będzie dobrymi parametrami, a stosunki międzyludzkie wewnątrz grupy roboczej będą harmonijne. Niestety w praktyce rzadko występują tak idealne układy. Powstaje więc konieczność optymalizacji układu człowiek – praca. Osiągnięcie tego celu jest możliwe wtedy, kiedy analizowany układ potraktujemy w projektowaniu jako koncepcję globalną, tzn. pod uwagę zostaną wzięte nie tylko aspekty techniczne układu, ale również warunki pracy.

Przez pojęcie materialnych warunków pracy rozumie się całokształt materialnych czynników (fizycznych, chemicznych, biologicznych), z którymi człowiek styka się w toku wykonywania pracy zawodowej [28]. Zastosowanie tych czynników o odpowiednich parametrach prowadzi do sprawnej i bezpiecznej pracy. Biorąc pod uwagę aspekty ergonomii w projektowaniu, można pokusić się o stwierdzenie, że największą rolę odgrywają czynniki fizyczne, do których zaliczamy: mikroklimat (temperatura otoczenia, wilgotność i ruch powietrza), oświetlenie i hałas.

Powietrze i mikroklimat

Istotnymi parametrami powietrza środowiska pracy, jest jego skład chemiczny, temperatura, ciśnienie, ruch oraz wilgotność [26,32,38]. Skutki działania tych czynników nie jawią się osobno, lecz wpływają na samopoczucie pracownika łącznie [38], tworząc tzw. mikroklimat. Mikroklimat pomieszczeń można opisać jako zbiór parametrów chemicznych i fizycznych, zmiennych w czasie i przestrzeni, wywierających wpływ na każdy żywy organizm. Warunkują one dobre samopoczucie człowieka, jego zdolność do pracy, regeneracji oraz utrzymania odpowiedniego stanu zdrowia [31].

W zakładach przetwórstwa spożywczego bardzo ważne jest zachowanie odpowiednich parametrów mikroklimatu ze względu na bezpieczeństwo przetwarzanej żywności i wyeliminowanie ryzyka jej ewentualnego zanieczyszczenia [16, 27]. Według Pełecha [31] parametry mikroklimatu dzielą się na:

- ✓ ciepło-wilgotnościowe, wywierające wpływ na odczucie wrażeń termicznych: temperatura, wilgotność względna, świeżość i czystość powietrza oraz prędkość przepływu strumieni powietrza w obszarze przebywania ludzi,
- ✓ higieniczno-zdrowotne, które obejmują: jakość powietrza w pomieszczeniu, oświetlenie, barwę wnętrza, poziom hałasu, oddziaływanie przegród i wyposażenia pomieszczenia, natężenie pola elektromagnetycznego i elektrostatycznego oraz odpowiedni dla ludzi przebywających w pomieszczeniu lub dla przebiegającego procesu technologicznego stopień zjonizowania powietrza.

Według Trzeciaka [38] do prawidłowej pracy niezbędne jest przede wszystkim świeże powietrze. W tym celu zapewnić musimy odpowiednią klimatyzację i wentylację pomieszczeń, które w wyniku pracy mogą być zanieczyszczone różnymi cząstkami pyłu, kurzu, sadzy czy też gazami a nawet drobnoustrojami. Zadaniem wentylacji i klimatyzacji jest zapewnienie komfortowych warunków środowiska w pomieszczeniach, przy jednoczesnym ograniczeniu do akceptowanego poziomu ryzyka dla zdrowia, wynikającego z obecności zanieczyszczeń w powietrzu.

Mikroklimat pomieszczeń produkcyjnych musi być kształtowany zarówno ze względu na komfort cieplny personelu, jak i pod kątem samego procesu technologicznego. Komfortem cieplnym nazywa się stan równowagi termicznej organizmu człowieka z otoczeniem, w którym nie odczuwa on ani gorąca, ani chłodu [31]. Najmocniej na poczucie komfortu wpływają parametry stanu fizycznego powietrza, czyli czynniki zewnętrzne niezależne od człowieka [16]:

- ✓ temperatura zależna od zysków ciepła jawnego, czyli takiego, które wydzielane jest przez ludzi, z produktów, urządzeń służących do cieplnej obróbki surowców, przez oświetlenie i urządzenia mechaniczne oraz powstające wskutek promieniowania słonecznego,
- ✓ wilgotność względna, czyli stosunek stężenia pary wodnej zawartej w powietrzu do stężenia, które w danej temperaturze nasyciłoby powietrze,
- ✓ prędkość przepływu powietrza,
- ✓ zanieczyszczenia powietrza wydzielane podczas procesów technologicznych, takie jak: opary tłuszczu, związki chemiczne, pyły, zapachy itp.

W Polsce wytyczne dotyczące parametrów powietrza w pomieszczeniach stałego przebywania ludzi określone są przez PN-78/B-03421 [25], PN-82/B-02402 [26] oraz Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. Nr 169 z 2003 poz. 1650 z późniejszymi zmianami Dz.U. Nr 49 poz.330). Tabela 1. przedstawia opisane w aktach prawnych wytyczne w zakresie parametrów powietrza w pomieszczeniach pracy w okresie zimowym oraz letnim, w zależności od wysiłku fizycznego niezbędnego do jej wykonania.

Tabela 1. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego

Table 1. Calculation parameters of indoor air

Aktywność fizyczna	Okres zimowy				Okres letni				
	Temperatura	Wilgotność względna		Maksymalna prędkość powietrza	Wartości optymalne		Wartości dopuszczalne		Maksymalna prędkość powietrza
		Optymalna	Minimalna dopuszczalna		Temperatura	Wilgotność względna	Temperatura przy zyskach ciepła jawnego na 1 m ² pow. podłogi pomieszczenia lub strefy roboczej		
							Do 50 W/m ²	Powyżej 50 W/m ²	
°C	%		m/s	°C	%	°C	°C	m/s	
Mała	20-22	40-60	30	0,2	23-26	40-55	T _z +3	T _z +5	0,3
Średnia	18-20	40-60	30	0,2	20-23	40-60	T _z +3	T _z +5	0,4
Duża	15-18	40-60	30	0,3	18-21	40-60	T _z +3	T _z +5	0,6

* Temperatura zewnętrzna

Źródło: Pelech A. 2008 [31]

Istotnym czynnikiem metrologicznym wpływającym w dużym stopniu na odczuwanie temperatur przez organizm jest wilgotność. Za normę graniczną wilgotności względnej powietrza przyjmuje się wartość 30-70%. Odczuwanie wilgotności jako komfortowej uzależnione jest od temperatury otoczenia. Można przyjąć, że wilgotność względna

w granicach 40-45% w okresie ogrzewania pomieszczeń jest odczuwalna, jako komfortowa. W okresie letnim, przy ładnej pogodzie, wilgotność względna jest odczuwana jako komfortowa przy poziomie 40-60%. Należy podkreślić, że z medycznego punktu widzenia zawartość wilgoci w powietrzu ma większy wpływ na komfort klimatyczny pomieszczeń aniżeli temperatura [28].

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 (wykonywanych w pozycji stojącej oraz wymagających dużej siły fizycznej) ruch powietrza przekraczający 0,5 m/s może być w ogóle nieodczuwany [40].

Oświetlenie

Oświetlenie jest jednym z najważniejszych czynników materialnego środowiska pracy, często niedocenianym w zakładach pracy [38]. Kontakt wzrokowy 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 zmysły. Do powstania prawidłowego kontaktu potrzebny jest więc sprawny organ wzroku i określone warunki świetlne [40].

Oświetlenie dzielimy na dwa rodzaje [38]:

- ✓ miejscowe, to jest takie, które pada bezpośrednio na wykonywany przedmiot i miejsce pracy,
- ✓ ogólne, to jest to, które oświetla ogólnie całe pomieszczenie.

Oświetlenie miejscowe jest najistotniejsze dla zapewnienia dostatecznej wydajności i jakości pracy, jednakże jest ono niewystarczające i nie może być używane bez światła ogólnego, które wpływa głównie na dobre samopoczucie pracowników. Stanowiska pracy winny być oświetlane światłem dziennym i sztucznym. Światło dzienne jest korzystniejsze od sztucznego [38]. Oświetlenie dzienne na poszczególnych stanowiskach pracy powinno być dostosowane do rodzaju wykonywanych prac i dokładności ich wykonywania [32].

Tabela 2. Natężenie światła w miejscach pracy w zakładzie przetwórstwa spożywczego

Table 2. The light intensity in the workplace in food processing facility

Natężenie światła [lx]	Przeznaczenie pomieszczenia
540 *	Stanowiskach badania, np. dostawa towaru
300 **	Pomieszczenia produkcyjne
100 **	Pozostałe pomieszczenia

* mierzone na powierzchni badanej

** mierzone na posadzce

Źródło: PN-EN 12464-1:2004 [23]

Oprócz oświetlenia naturalnego, w każdym zakładzie powinno być przewidziane oświetlenie sztuczne o natężeniu

dostosowanym do funkcji pomieszczenia oraz zgodnym z Polską Normą dotyczącą oświetlenia światłem sztucznym miejsca pracy we wnętrzu (PN-EN 12464-1:2004). Natężenie oświetlenia mierzone jest w jednostkach zwanych luxami (lx) – jest to oświetlenie wywołane przez równomiernie rozłożony strumień świetlny o wartości 1 lumen przypadający na powierzchnię 1m² [3]. Przykładowe wartości natężenia światła w miejscach pracy w zakładach przetwórstwa spożywczego przedstawiono w tabeli 2.

Prawo unijne mówi jedynie o zapewnieniu adekwatnego, naturalnego lub sztucznego, oświetlenia w pomieszczeniach, gdzie produkowana lub przetwarzana jest żywność ((WE) Nr 852/2004) [34], nie wspominając o wartościach natężenia. Ta kwestia regulowana jest w każdym kraju członkowskim indywidualnie. Ogólne zalecenia Agencji ds. Żywności i Leków mówią o utrzymaniu w zakładach przetwórstwa spożywczego oświetlenia na poziomie 161-215 lx w miejscach, gdzie nie wykonuje się pracy stałej oraz 323-430 lx dla miejsc pracy stałej. W większości krajów zaleca się, aby wszystkie miejsca, gdzie przygotowana jest żywność lub zmywany jest sprzęt, były oświetlone światłem o natężeniu min. 540 lx na poziomie stanowiska pracy. W przypadku pozostałych pomieszczeń, jak magazyny, pomieszczenia sanitarne i socjalne, natężenie światła powinno wynosić min. 216 lx i 108 lx na wysokości 75 cm nad podłogą [4, 15, 17, 20, 21, 35].

Sposób oświetlenia należy dobrać w taki sposób, aby zapewnił on odpowiednie warunki użytkowania całego miejsca pracy. Punkty oświetleniowe nad stanowiskami pracy powinny być rozmieszczone tak, aby zapewnić oświetlenie równomierne i uniknąć zacienienia. Dodatkowo oświetlenie powinno zapewniać właściwy odbiór barw w celu uniknięcia pozornej zmiany barw przez potrawy. Generalnie białe światło nie jest polecane ze względu na słabą percepcję kolorów, która pogarsza odbiór barwy potraw.

Hałas

Hałas to pojęcie subiektywne, określające niekorzystne oddziaływanie dźwięków złożonych o różnej częstotliwości [32]. Hałas należy uznać za jeden z najbardziej uciążliwych czynników materialnego środowiska pracy [33], ponieważ działa on szkodliwie na słuch i ogólnie na nastrój oraz obniża sprawność pracy i utrudnia precyzyjność wielu czynności.

Hałas, oddziałując na narząd słuchu, może spowodować trzy postacie reakcji: adaptację, zmęczenie (odwracalne i nieodwracalne) oraz uraz akustyczny. Poza tym wpływa negatywnie na cały układ krążenia, a więc na częstotść tętna, ciśnienie tętnicze, przyspieszenie akcji serca. Hałas powoduje także zmiany w zakresie czynności narządów zmysłów oraz narządu równowagi. W warunkach dużego natężenia hałasu obniża się wydajność pracy. Pracownicy pracujący w ciągłym hałasie uskarżają się na bóle i zawroty głowy, a także bezsenność i brak apetytu. Stwierdza się u nich nawet zaburzenia wzroku, smaku i węchu oraz zachwianie równowagi nerwowo-psychicznej [28].

W zakładach produkcyjnych, można wyróżnić następujące źródła hałasu [32]:

- ✓ mechaniczne (hałas wywołany przez maszyny i urządzenia),
- ✓ aerodynamiczne i hydrodynamiczne (ruch gazów i cieczy w rurociągach, wentylatorach itp.),

- ✓ technologiczne (hałas wywołany zmianą spójności materiału, jak kruszenie, łamanie itp.).

Hałas często wiąże się z wibracją, tj. drganiami mechanicznymi maszyn i urządzeń, przenoszonymi na organizm człowieka. Oprócz hałasu i wibracji, niektóre narzędzia i urządzenia produkcyjne wytwarzają szkodliwy dla organizmu szum. Jest on bardzo szkodliwy, ponieważ przeszkadza w koncentracji i powoduje zmiany w ośrodkowym układzie nerwowym [38].

CECHY ANTROPOMETRYCZNE JAKO PODSTAWA PROJEKTOWANIA PRZESTRZENI PRACY

Udział ergonomii w projektowaniu przestrzeni pracy sprowadza się do realizacji jej podstawowego celu, to jest przystosowania warunków pracy oraz wykorzystywanych urządzeń i narzędzi do psychofizjologicznych właściwości i budowy człowieka [28]. 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 [40]. Nauka zwana antropometrią dostarcza informacji na temat budowy, wielkości i proporcji ciała człowieka. Celem antropometrii jest przełożenie rozmiarów i kształtów ciała ludzkiego na liczby i określone stosunki ilościowe. Pomiar antropometryczny umożliwia ustalanie podstawowych wymiarów ciała i zasięgów kończyn człowieka przy pracy w pozycji siedzącej i stojącej [33].

W większości krajów przeprowadzono pomiary antropometryczne ludności i na ich podstawie zostały opracowane atlasy antropometryczne zawierające charakterystykę statystyczną obu płci. Zamieszczone w tzw. tablicach antropometrycznych wyniki, sporządzone dla potrzeb diagnozy i projektowania zawierają wartości kwantyli progowych i medialnych obliczonych dla 90 % populacji [9]. Kwantyl progowy określa procent populacji, który ma mniejsze wymiary danej cechy. Mediana to wartość środkowa, czyli 50%.

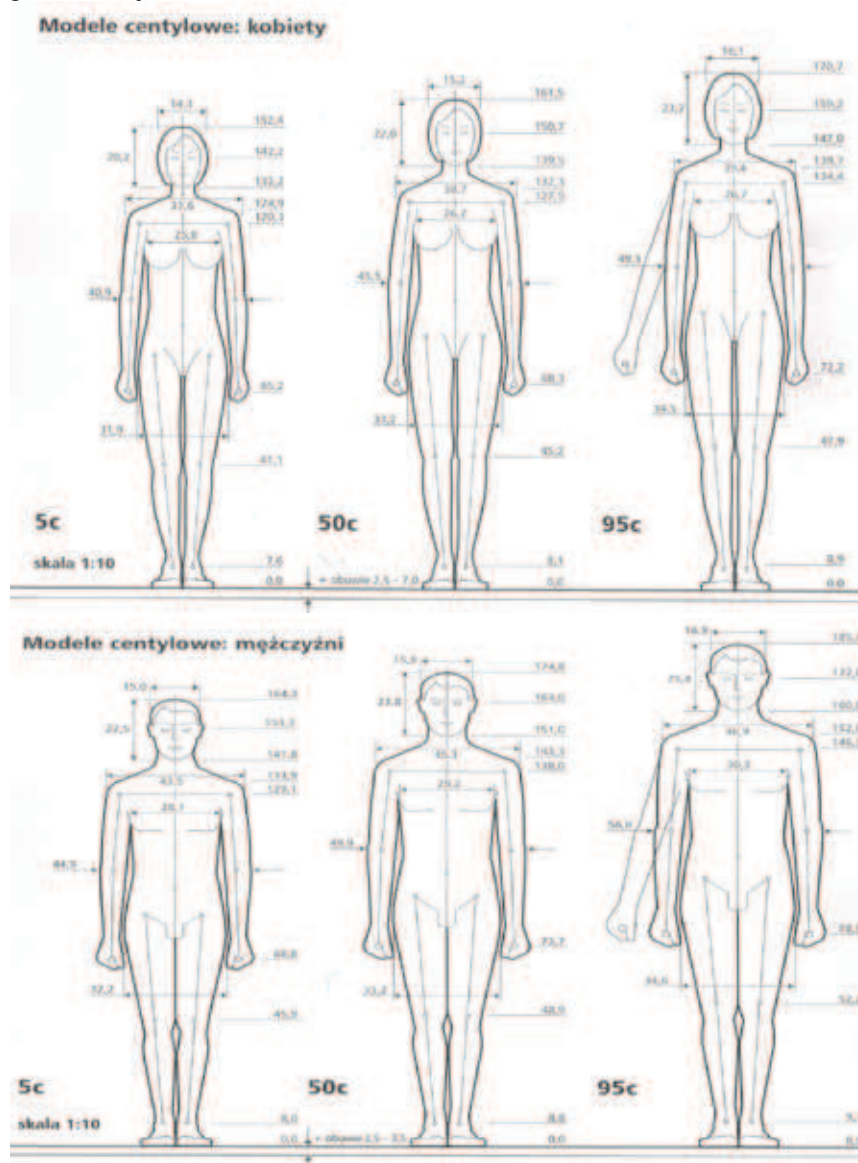
Wykonywane pomiary antropometryczne opisują sylwetkę [40]:

- ✓ wyprostowaną, zajmuje się tym antropometria klasyczna: statyczna i dynamiczna,
- ✓ naturalną, jaką przyjmuje człowiek podczas wykonywanej czynności – zajmuje się tym antropometria ergonomiczna.

W projektowaniu ergonomicznym projektant musi uwzględnić dane antropometryczne opracowane dla konkretnej populacji użytkowników, biorąc pod uwagę zróżnicowania [1]:

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

Przykład różnic dymorficznych wymiarów antropometrycznych w pozycji stojącej uwzględniających rozkład centylowy populacji ilustruje rysunek 1.



Rys. 1. Różnice dymorficzne wymiarów antropometrycznych w pozycji stojącej uwzględniające rozkład centylowy populacji.

5c - Centyl 5, 50c - Centyl 50, 95c - Centyl 95

Fig. 1. Dimorphic differences in anthropometric measurements in a standing position including percentile distribution of the population.

5c - Percentile 5, 50c - Percentile 50, 95c - Percentile 95

Źródło: Batogowska A., Słowikowski J. 1994 [2]

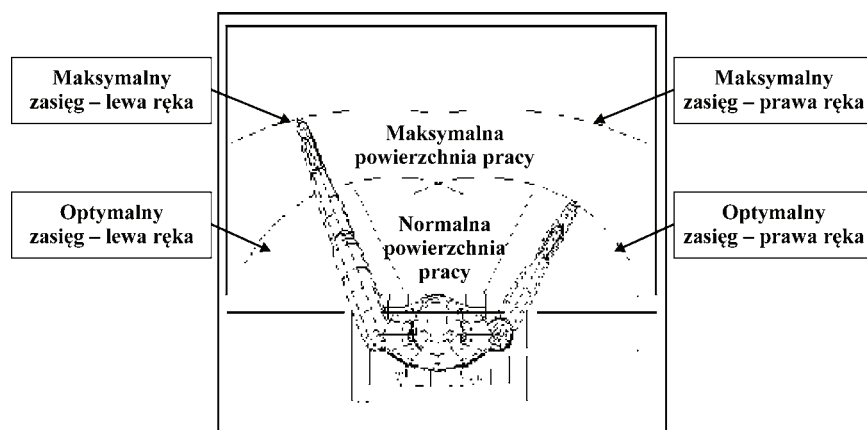
ERGONOMICZNE PODSTAWY ORGANIZACJI STANOWISK PRACY

Według Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz. U. Nr 169 z 2003 poz. 1650) stanowiskiem pracy nazywamy przestrzeń pracy wraz z wyposażeniem w środki i przedmioty pracy, w której pracownik lub zespół pracowników wykonuje pracę.

Norma PN-EN 614 – 1: 2007 [24] mówi, że stanowisko pracy danego pracownika tworzy ogół środków pracy (narzędzia, maszyny, pojazdy, przyrządy, meble i inne przedmioty stosowane w systemie pracy), znajdujących się w przestrzeni pracy (przestrzeń przewidziana dla osoby lub grupy osób do wykonania zadania roboczego), otoczonych środowiskiem pracy (czynnikami fizycznymi, chemicznymi, biologicznymi, organizacyjnymi, społecznymi i kulturowymi).

Stanowisko pracy powinno zapewnić pracownikom bezpieczeństwo, nie zagrażać ich zdrowiu ani życiu oraz nie wpływać na utratę zdolności do pracy. Konstrukcja stanowiska pracy, jego wymiary i wzajemne usytuowanie wszystkich elementów (siedzisko, elementy informacyjne, sterownicze, urządzenia pomocnicze, oprzyrządowanie itp.), powinno być zgodne z wymaganiami wynikającymi z psychofizycznych (antropometrycznych, fizycznych i psychologicznych) możliwości pracownika oraz charakteru pracy (wykonywanych czynności) [32]. Na stanowisku pracy zapewnić należy odpowiednią powierzchnię oraz urządzenia wynikające ze stosowanych technologii. Narzędzia, które są często używane powinny znajdować się w zasięgu ręki, natomiast te używane rzadziej – dalej. Wszystkie przedmioty powinny mieć swoje stałe miejsce na półkach, w szafkach i szufladach [13]. Na stanowisku pracy nie wolno przechowywać surowców, gotowych wyrobów, materiałów pomocniczych i odpadów w ilościach większych niż wynikających z potrzeb technologicznych, umożliwiających utrzymanie ciągłości pracy na danej zmianie [32].

Punktem wyjścia do określenia powierzchni pracy jest znajomość zasięgów kończyn człowieka wykonującego daną pracę (rys.2). Umożliwia to również określenie strefy pracy. Na stanowisku pracy człowiek może wykonywać



Rys. 2. Określenie powierzchni pracy dla płaszczyzny poziomej.
Fig. 2. Determination of the work surface for horizontal plane.

Źródło: Karwowski W. 2001 [18]

czynności robocze w różnych pozycjach. Do najbardziej popularnych zaliczamy [29]:

- ✓ pozycję siedzącą,
- ✓ pozycję stojącą i półstojącą,
- ✓ pozycję leżącą (tyłem, przodem),
- ✓ pozycję kłęzącą.

Przy wyborze pozycji roboczej dla prac charakteryzujących się pokonywaniem znacznych oporów, wykonywaniem ruchów kończynami górnymi, dolnymi i tułowiem o szerokim zakresie ruchu najbardziej korzystny układ dźwigni zapewnia pozycja stojąca [28]. Dodatkowo pozycja ta daje pracownikowi większą mobilność, dzięki czemu wykorzystywana jest większa przestrzeń pracy. W pozycji tej wszystkie prace powinny być wykonywane co najmniej na wysokości łokciowej (7 cm poniżej łokcia). Dla przykładu: pracownik o wzroście 167 cm ma łokcie na wysokości 104 cm, więc górna powierzchnia stołu powinna znajdować się na wysokości 97 cm. Do prac precyzyjnych należy stosować stoły o nieco większej wysokości, aby przedmiot manipulacji był bliżej oczu. Należy też pamiętać, aby pracę wykonywać z przodu, możliwie jak najbliżej osi ciała oraz by ciężar ciała był rozłożony równomiernie na dwie stopy [41].

Normalna powierzchnia stanowiska pracy definiowana jest jako przestrzeń zamknięta w obrębie łuku określonego przez obrót przedramienia w płaszczyźnie poziomej, licząc do granicy łokcia. Dla większości ludzi promień ten wynosi 35,6 – 40,6 cm. Pole określone łukiem dla obu rąk mówi o normalnej powierzchni pracy dla każdej z rąk (rys. 2). Miejsce gdzie oba łuki zachodzą na siebie wyznacza normalną powierzchnię dla pracy wymagającej użycia obu rąk. Takie czynności jak cięcie, mieszanie, łączenie produktów najlepiej wykonuje się w obrębie normalnej powierzchni pracy. Maksymalną powierzchnię pracy definiuje się w podobny sposób, tylko promień zakreśla się przy użyciu całej ręki. Powierzchnia poza maksymalną wymaga pochylania się i sięgania, dlatego ruchy do tego rejonu powinny być ograniczone do minimum [20]. Według Wykowskiej [41], decydując się na stanowisko pracy, na którym będzie wykonywana praca w pozycji stojącej należy:

- ✓ zachować odpowiednią wysokość pola pracy (ustala się ją przyjmując za punkt odniesienia wysokość łokcia przy ramionach swobodnie opuszczonych wzdłuż tułowia),
- ✓ zachować optymalny obszar pracy – wyznaczany przez głębokość od przedniej krawędzi stołu i odległość od środka stołu – najrozsądniejszym rozwiązaniem jest wymiar około 30-35 cm od krawędzi (maksymalnie do 50 cm) oraz odległość wynosząca 25/30 cm licząc od środka stołu (maksymalnie 50/60 cm),
- ✓ zachować odpowiednie rozmieszczenie elementów pracy – rozmieszczenie powinno być zorganizowane według ważności poszczególnych elementów oraz częstości ich stosowania.

Według wymagań ergonomii stanowisko pracy powinno mieć wymiary: 60 cm szerokości i co najmniej 120 cm długości. Od krawędzi stołu do przejścia komunikacyjnego należy zostawić przestrzeń o szerokości min. 20 cm [39].

W literaturze niemieckiej można znaleźć następujące sugestie dotyczące stanowiska pracy: przy wykonywaniu pracy stojącej maksymalna szerokość stanowiska pracy ma wynosić – 87,5 cm, długość 175 cm, a wysokość 85 cm [22]. Wartości te winny być przyjmowane przy projektowaniu technologicznym.

Projekt każdego pomieszczenia musi uwzględniać przede wszystkim powierzchnię stanowiska pracy, przestrzeń niezbędną do swobodnego wykonywania czynności i komunikacji oraz rodzaj wyposażenia charakterystycznego dla danego zakładu [8]. Zarówno w przypadku pomieszczeń magazynowych, jak i produkcyjno – ekspedycyjnych ważnym czynnikiem jest powierzchnia przeznaczona na komunikację wewnętrzną. Projektując trakty komunikacyjne wewnątrz pomieszczeń niezbędne jest dostosowanie się do wymagań ergonomii [14]. Szerokość szlaków komunikacyjnych według wymagań brytyjskich winna wynosić [7]:

- ✓ przejść roboczych 90 – 120 cm,
- ✓ przejść roboczych pomiędzy dwoma stanowiskami pracy 150 – 180 cm,
- ✓ przejść głównych 210 – 330 cm.

Według niemieckiej normy DIN 66075 szerokości przejść bocznych wynosi 150-180 cm, a przejść głównych – 210-330 cm [22]. Kazarian [19] podaje, że do swobodnego wykonywania czynności manualnych niezbędne jest zachowanie właściwej odległości pomiędzy stanowiskiem pracy a szlakiem komunikacyjnym, która powinna wynosić 61-91,4 cm, przy czym:

- ✓ 61 cm jest wielkością minimalną i nie może być zastosowana przy czynnościach wymagających pochylania się i skręcania, lub gdy drzwi i elementy sterowania urządzeniami wkraczają na tą powierzchnię,
- ✓ 76,2 cm jest szerokością pożądaną, jeśli zapewnia swobodę ruchu pracownika,
- ✓ 91,4 cm musi być przestrzegane, gdy pracownik będzie obsługiwał piekarnik, steamer lub inne sprzęty gdzie otwierane są drzwi.

PODSUMOWANIE

Prawidłowa organizacja środowiska pracy sprzyja sprawnemu i higienicznemu prowadzeniu procesów technologicznych. Projektant technolog, projektując zakład winien brać pod uwagę wszystkie aspekty związane z technologią, ale również z ergonomią w układzie człowiek - praca, człowiek - maszyna. W ujęciu ergonomicznym, schemat projektowania ostatniego z układów polega na ustaleniu funkcji, jakie dany układ będzie miał do spełnienia, następnie przydzieleniu pewnych czynności w tym układzie maszynie, a innych człowiekowi i stworzeniu temu ostatniemu optymalnych warunków wykonywania przydzielonych mu zadań. Do warunków tych należą:

- ✓ charakterystyki wymiarowe stanowiska pracy, w tym również wyposażenia technologicznego, rozumiane jako jego długość, głębokość oraz szerokość,

- ✓ charakterystyki wymiarowe ciągów komunikacyjnych i przejść, przy zachowaniu prawidłowej przestrzeni stanowiska pracy, określanej jako odległość między stanowiskiem pracy a szlakiem komunikacyjnym,
- ✓ prawidłowe parametry materialnych warunków pracy, jakimi są przede wszystkim mikroklimat, oświetlenie i hałas.

Optymalizacja warunków pracy, to nie tylko prawidłowe zaprojektowanie, ale także nieustanna analiza, korygowanie i uwzględnianie zmian zachodzących w organizacji czy wyposażeniu stanowiska. Zapewnia to maksymalizację pracy oraz podniesienie jej efektywności przy minimalizacji wysiłku i zapewnieniu bezpieczeństwa i higieny pracy.

LITERATURA

- [1] **BATOGOWSKA A., MALINOWSKI A. 1997.** Ergonomia dla każdego. Wydawnictwo Sorus, Poznań.
- [2] **BATOGOWSKA A, SŁOWIKOWSKI J. 1994.** Atlas antropometryczny dorosłej ludności Polski dla potrzeb projektowania. Instytut Wzornictwa Przemysłowego, Warszawa.
- [3] **CHMIELEWSKI H., 1977.** Międzynarodowy Układ Jednostek Miar SI. WSiP, Warszawa.
- [4] **Department of Community Preservation and Development. 2005.** General requirements and application for food facilities. Environmental Health Division.
- [5] **DŁUŻEWSKI M. 1974.** Technologiczne projektowanie zakładów przemysłu spożywczego. Wydawnictwo Naukowo Techniczne, Warszawa.
- [6] **DURLIK I. 2004.** Inżynieria zarządzania. Cz. I, Wydawnictwo PLACENTA, Warszawa.
- [7] **Food Safety and Hygiene Working Group. 1997.** Industry guide to good hygiene practice: catering guide. Chadwick House Group Ltd.
- [8] **Foodland Drug Administration FDA Code Requirements. 2003.** Quality assurance food facility design checklist.
- [9] **GÓRSKA E. 1998.** Diagnoza ergonomiczna. Wydawnictwo Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- [10] **GÓRSKA E., TYTYK E. 1996.** Ergonomia w projektowaniu stanowisk pracy. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.
- [11] **GRZESIŃSKA W. 2012(a).** Etapy projektowania zakładów żywienia zbiorowego w: Grzesinska W. [red.]: Technologiczne projektowanie zakładów gastronomicznych. Wydawnictwo SGGW, Warszawa, 21-31.
- [12] **GRZESIŃSKA W. 2012 (b).** Organizacja procesu produkcyjnego w zakładach gastronomicznych. Rozdział 3. Kucharz & Gastronom Vademecum, Warszawa, 25-38.
- [13] **GRZESIŃSKA W. 2008.** *Z miarą w rękę.* Przegląd Gastronomiczny. 6, 5.
- [14] **GRZESIŃSKA W., 2000.** *Odpowiednio szerokie, odpowiednio wysokie. Ciągi komunikacyjne na zapleczu gastronomicznym.*, Przegląd Gastronomiczny, 9, 3.

- [15] **Howard County Health Department. 2003.** The plan review process for foodservice facilities.
- [16] **ISAŃSKA-ĆWIEK A. 2006.** *Mikroklimat pomieszczeń produkcyjnych zakładów żywienia zbiorowego.*, Ciepłownictwo, Ogrzewnictwo, Wentylacja, 9, 36-39.
- [17] **JOHNSON J. B. 2003.** Planning guide for foodservice facilities, Health Department Maryland.
- [18] **KARWOWSKI W. 2001.** International encyclopedia of ergonomics and human factors. Taylor and Francis, Londyn.
- [19] **KAZARIAN E. E. 1989.** Foodservice facilities planning, Van Nostrand Reinhold, Nowy Jork.
- [20] **MACRAE R., ROBINSON R. K., SADLER M. J. 1993.** Encyclopedia of food science, food technology and nutrition, tom 3, Academic Press Limited.
- [21] **NC Department of Environmental and Natural Resources, Section 2600, 2005.** The sanitation of food service establishments. NC DENR, DEH Environmental Health Services.
- [22] **NEUFERT E. 2000.** Podręcznik projektowania architektoniczno – budowlanego. Wydawnictwo ARKADY, Warszawa.
- [23] **NORMA PN-EN 12464-1:2004.** *Światło i oświetlenie – Oświetlenie miejsc pracy – Cz. I: Miejsca pracy we wnętrzach.*
- [24] **NORMA PN-EN 614 – 1: 2007.** *Bezpieczeństwo maszyn – Ergonomiczne zasady projektowania – Terminologia i wytyczne ogólne.*
- [25] **NORMA PN-78/B-03421: Wentylacja i Klimatyzacja. Parametry obliczeniowe powietrza wewnętrznego w pomieszczeniach przeznaczonych do stałego przebywania ludzi.**
- [26] **NORMA PN-82/B-02402: Ogrzewnictwo. Temperatury ogrzewanych pomieszczeń w budynkach.**
- [27] **Obwieszczenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Socjalnej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Dz.U. Nr 169, poz.1650 z 2003 roku z późniejszymi zmianami Dz.U. Nr 49 poz.330).**
- [28] **OLSZEWSKI J. 1997.** Podstawy ergonomii i fizjologii pracy. Akademia Rolnicza w Poznaniu, Poznań.
- [29] **PACHOLSKI L. 1986.** Ergonomia. Politechnika Poznańska, Poznań.
- [30] **PAWLAK H. 2009.** Ergonomiczna ocena stanowisk pracy w przemyśle rolno – spożywcym. Zeszyt 339. Wydawnictwo Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie, Lublin.
- [31] **PEŁECH A. 2008.** Wentylacja i klimatyzacja. Podstawy. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- [32] **RĄCZKOWSKI B. 2009.** BHP w praktyce. Wydawnictwo ODDK, Gdańsk.
- [33] **ROSNER J. 1985.** Ergonomia. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- [34] **Rozporządzenie (WE) Nr 852/2004 Parlamentu Europejskiego i Rady z dn. 29 kwietnia 2004 w sprawie higieny środków spożywczych (Dz. Urz. I.139 z 30.04.2004, s. 1-54)**
- [35] **Southern Nevada Health District. 2006.** Food service establishment plan review requirements for equipment and facilities, Direct Line: 759-1258.
- [36] **SZYMCZAK C. 1998.** Elementy teorii projektowania. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, 18.
- [37] **TARNOWSKI W. 1997.** Podstawy projektowania technicznego. Wydawnictwo Naukowo- Techniczne, Warszawa.
- [38] **TRZECIAK M. 1996.** Podstawy ergonomii. Wyższa Szkoła Inżynierska im. K. Pułaskiego w Radomiu, Radom.
- [39] **TYTYK E. 2001.** Projektowanie ergonomiczne. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa - Poznań.
- [40] **WRÓBLEWSKA M. 2004.** Ergonomia. Skrypt dla studentów. Politechnika Opolska, Opole.
- [41] **WYKOWSKA M. 2009.** Ergonomia jako nauka stosowana. Uczelniane Wydawnictwo Naukowo-Techniczne AGH, Kraków.