

## 2 Bezpieczeństwo i higiena pracy

### 2.1 Człowiek jest miarą

Praca, warunki jej wykonywania, urządzenia towarzyszące i otoczenie muszą być dostosowane do fizycznych, fizjologicznych i psychicznych możliwości człowieka. Człowiek, wraz ze swoimi zdolnościami i potrzebami, jest miarą tego dostosowania – praca powinna być dla niego:

- wykonywalna,
- znośna,
- akceptowalna,
- zadowalająca.

Kształtowanie warunków pracy odnosi się zarówno do stanowiska pracy – jego ergonomii, jak i zadań oraz organizacji pracy.

#### 2.1.1 Ergonomia

Ergonomia zajmuje się dostosowaniem urządzeń technicznych i produkcyjnych do określonych przez anatomię, fizjologię i psychologię cech sprawności człowieka. Od dawna już traktuje się człowieka – poprzez zespół tych cech – jako miarę tego dostosowania (rys. 1). Pomiarami wspomnianych cech i badaniem ich zmienności zajmuje się dziedzina nauki nazywana **antropometrią**<sup>2</sup>.

Człowiek jest jedynym i absolutnym odniesieniem dla działań ergonomicznych.

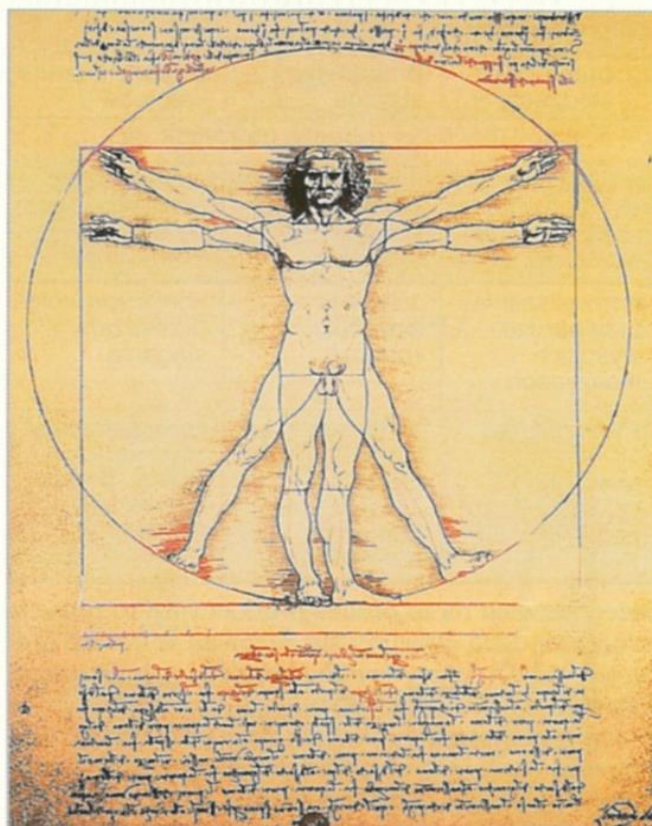
Konstrukcje maszyn, przyrządów oraz otoczenie miejsca pracy powinny być dostosowane do człowieka, a nie na odwrót.

Dodatkowe zalecenia podawane są dla stanowisk pracy osób niepełnosprawnych.

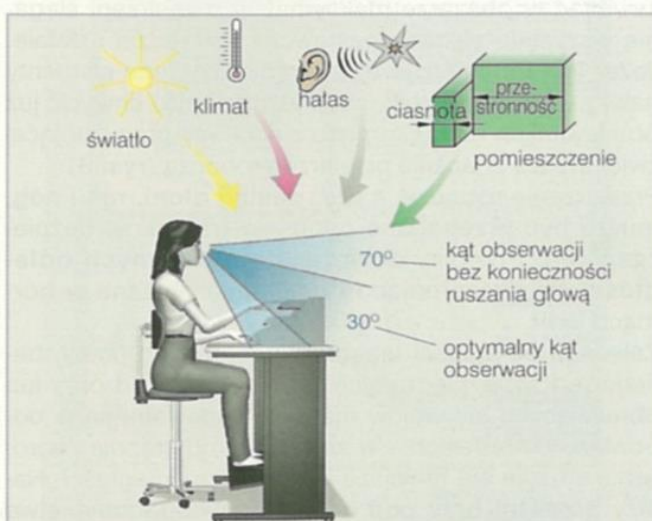
Do ważniejszych kryteriów ergonomicznie ukształtowanego miejsca pracy zalicza się:

- właściwy poziom wymagań od pracownika: nie przekraczających jego możliwości, ale także ich nie dyskwalifikujących („nie za dużo wymagań, ale i nie za mało”),
- bezpieczne korzystanie ze środków produkcji – bez narażenia się na wypadek,
- wykonywanie pracy przy naturalnym ułożeniu ciała (rys. 2),
- akceptowalne – odnośnie ruchu powietrza, hałasu, temperatury i oświetlenia – otoczenie.

Przestrzeganie tych kryteriów przynosi wymierne korzyści zarówno dla zatrudnionych, jak i pracodawców.



Rys. 1. Kanon proporcji – człowiek jako obiekt geometryczny, szkic Leonarda da Vinci<sup>1</sup>



Rys. 2. Otoczenie stanowiska pracy i pozycja ciała

<sup>1</sup> Leonardo da Vinci (1452–1519) – włoski malarz, badacz, budowniczy, technik;

<sup>2</sup> gr. *anthropos* = człowiek, *metron* = miara



### 2.1.1.1 Ergonomiczne stanowisko pracy

Wymiary stanowiska zależą od rodzaju pracy (tab. 1) i musi być ono dostosowane do indywidualnej wielkości pracownika.

Tab. 1. Wymiary stanowiska pracy

| praca tylko siedząca                                                                      | praca tylko stojąca                                                               | praca siedząca i stojąca                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| powierzchnia robocza na wysokości                                                         |                                                                                   |                                                                       |
| mężczyzna:<br>ok. 72 cm<br>kobieta:<br>ok. 69 cm                                          | mężczyzna:<br>ok. 105 cm<br>kobieta:<br>ok. 95 cm                                 | podział ciężaru:<br>60% na powierzchnię siedzenia,<br>40% na stopy    |
| podwyższenia przy bardzo wysokich maszynach                                               | zalecane siedzisko robocze                                                        | konieczna wolna przestrzeń sięgania                                   |
| wysokość:<br>ok. 30 cm<br>powierzchnia:<br>ok. (40x40) cm <sup>2</sup><br>nachylenie: 20° | nastawiana wysokość: 420–500 mm<br>głębokość: 380–440 mm<br>szerokość: 400–480 mm | szczególna uwaga na przestrzeń robocze i sięgania osób bardzo niskich |

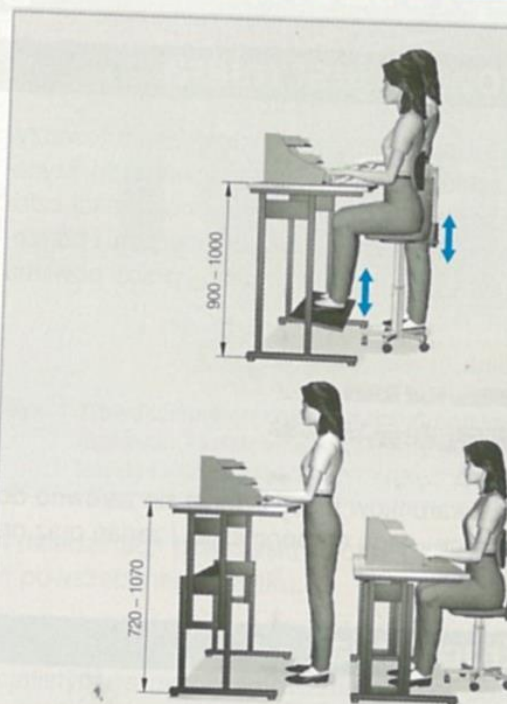
Jeżeli zezwala na to proces produkcyjny, to pozycje (ulożenie) ciała powinno się zmieniać w trakcie pracy, tzn. należy przyjmować różne pozycje siedzące, wstawać i chodzić (rys. 1).

Wymiary **przestrzeni roboczej** zależą od zasięgu i ruchliwości rąk – nie wszystkie obszary tej przestrzeni nadają się jednak do wykonywania w nich harmonijnych ruchów. Ograniczenia te wynikają z wygodnych i niewygodnych położeń stawów rąk (rys. 2).

Właściwie ukształtowane stanowisko pracy powinno zawierać w obszarze maksymalnej przestrzeni sięgania wszystkie zespoły nastawcze, narzędzia i detale. Jeżeli jest to niemożliwe, to rzadko używane elementy należy umiejscowić tak, aby można je było chwycić już po niewielkim ruchu korpusu ciała. Przy pracy stojącej zwiększa się znacznie przestrzeń robocza (rys. 3).

Przestrzeń robocza, a więc **zasięg dłoni, rąk i nóg**, muszą być przebadane odnośnie warunków bezpieczeństwa. Przepisy dotyczące **bezpiecznych odległości** są wyczerpująco i dokładnie opisane w normach BHP.

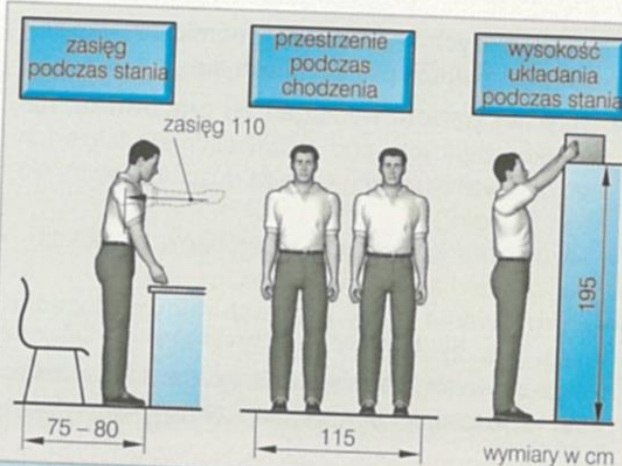
Zalecane odległości urządzeń ochronnych (kraty, bariery) od zabezpieczanych urządzeń, np. od pras lub obracających się wałów maszyn, podawane są w odpowiednich tabelach – w zależności od stopnia zagrożenia stosuje się mniejsze lub większe odległości. Należy przy tym brać pod uwagę prawdopodobieństwo wystąpienia wypadku oraz jego rodzaj. Małe ryzyko wystąpienia wypadku łączy się z otarciem o obracający przedmiot, bardzo duże – jeśli grozi wciągnięcie do wnętrza maszyny lub nawinięcie (części ubrania, włosów) na elementy ruchome.



Rys. 1. Odciążenia ciała



Rys. 2. Przestrzeń robocza



Rys. 3. Przestrzeń ruchu człowieka



### 2.1.1.2 Ergonomiczne urządzenie mechatroniczne

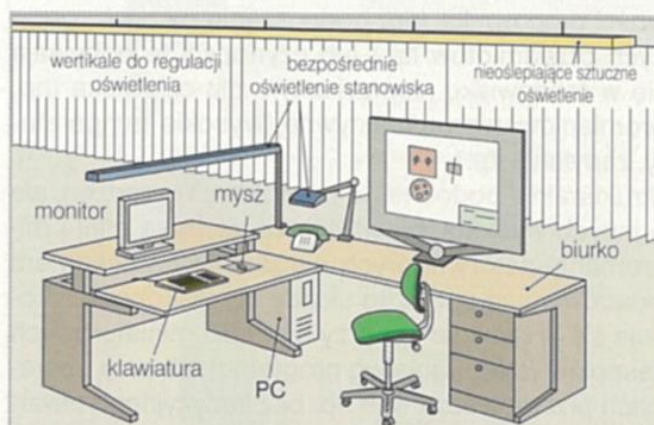
W grupie urządzeń mechatronicznych najważniejsze jest komputerowe stanowisko pracy. Musi ono spełniać zalecenia ergonomiczne. Oprócz ergonomicznego kształtu klawiatury, ekranu itp. ważny jest również układ sprzętu na stanowisku, jak również jego usytuowanie w pomieszczeniu (rys. 1).

Ekran należy umieszczać poprzecznie do okien, aby nie razić oczu użytkownika jasnym tłem okien i nie zmuszać do ciągłego przystosowywania się do jasności ekranu. Okna powinny być wyposażone w żaluzje lub vertikale dla uniknięcia bezpośredniego oświetlenia światłem słonecznym i zapewnienia sterowania wpadającym światłem dziennym (tab. 1 na następnej stronie).

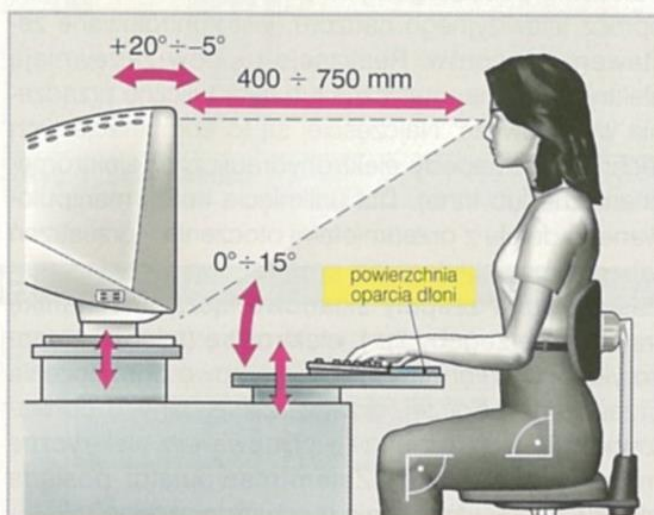
Powinna istnieć możliwość regulacji wysokości położenia ekranu odpowiednio do wzrostu użytkownika. Górna krawędź ekranu powinna znajdować się na wysokości oczu użytkownika, podczas używania klawiatury ręce powinny być zgięte o  $90^\circ$  (rys. 2). Pomiędzy klawiaturą a zaokrągloną krawędzią stołu powinna być powierzchnia do oparcia dłoni o szerokości nie mniejszej niż  $100\text{ mm}^1$ .

Oparcie krzesła ma zapewnić właściwą, wyprostowaną (pionową) postawę ciała podczas pracy.

Przykładem ergonomicznego urządzenia mechatronicznego jest telemanipulator (rys. 3). Jest on zdalnie sterowany przez operatora, który kontroluje jego pracę przy pomocy telewizji przemysłowej. Takie



Rys. 1. Komputerowe stanowisko pracy



Rys. 2. Praca przy monitorze<sup>1</sup>



Rys. 3. Telemanipulator sterowany na podstawie przestrzennego (3D) obrazu wizyjnego

<sup>1</sup> na podstawie Dz.U. nr 148/1998, poz. 973



urządzenia znajdują zastosowanie głównie tam, gdzie wykonywane czynności przekraczają możliwości pracownika (np. podnoszenie ciężkich, gorących przedmiotów itp.) lub czynności te odbywają się w środowisku nieprzyjawnym dla człowieka (np. promieniowanie radioaktywne, wysokie temperatury, zapylenie itp.).

Strukturalnie podobne do powyższych urządzeń, ale o innych wymiarach i właściwościach, są mini i mikromanipulatory, których nieodzownym zespołem składowym są optyczne układy mikroskopowe. Stosuje się je głównie np. przy montażu miniaturowych zespołów (sterowanie wg programu) lub przy operacjach przeprowadzanych np. bez tradycyjnego otwarcia jamy brzusznej (sterowanie przez operatora – np. chirurga).

Położenie poszczególnych zespołów manipulatora, oprócz telewizyjnego nadzoru, jest kontrolowane zestawem sensorów. Realizację ruchów zapewniają elektryczne, pneumatyczne lub hydrauliczne urządzenia wykonawcze. Najczęściej są to kombinacje tych technik (np. napędy elektrohydrauliczne, elektromechaniczne lub inne). Dla uniknięcia kolizji manipulowanego detalu z przedmiotami otoczenia – przestrzeń robocza manipulatora jest programowo ograniczona. Zastosowane zespoły składowe łączą: mechanikę (ramiona, przeguby itp.), elektronikę (telewizja, sensoryka itp.), informatykę (programowe ograniczenia przestrzeni roboczej, przetwarzanie danych pomiarowych itp.) oraz technikę plynową lub elektryczną (napędy ramion itp.). Zatem manipulator posiada główne cechy urządzenia mechatronicznego.

Dobry fotel operatora, właściwie ustawiony monitor, klimatyzacja i właściwe oświetlenie pomieszczenia, ergonomiczne ukształtowanie i położenie drążka sterowniczego (joysticka) oraz klawiatury powodują, że spełnione są również zalecenia ergonomii.

Tab. 1. Natężenie oświetlenia<sup>1</sup>

| lx <sup>2</sup> | rodzaj pracy                                                                                           | typowe zawody                                       |
|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|
| 250             | prace nie obciążające wzroku, proste czynności montażowe                                               | piekarz, rzeźnik, intrologator                      |
| 300             | biura, szkoły, sale lekcyjne, pokoje nauczycielskie                                                    | urzędnik, uczeń, nauczyciel                         |
| 500             | laboratoria, czynności montażowe, prace przy monitorach, sale wykładowe, praca przy tablicy            | stolarz, modelarz, programista, wykładowca, student |
| 750             | kontrola z użyciem kolorów, montaż precyzyjny                                                          | hutnik, monter, monter precyzyjnych                 |
| 1000            | kreślenie, praca z precyzyjnymi mechanizmami                                                           | planista, konstruktor                               |
| 1500            | montaż elementów mikroelektronicznych, bardzo dokładne prace w obszarze mechaniki precyzyjnej i optyki | elektronik, optyk, mechatronik                      |
| 2000            | prace najdokładniejsze                                                                                 | zegarmistrz, złotnik                                |

#### Podstawowe zalecenia:

- przestrzeń robocza dłoni nie powinna leżeć powyżej poziomu serca,
- należy bezwzględnie unikać długiego, ręcznego przytrzymywania,
- czynności robocze ponad głową powinny być rzadkie i trwać krótko,
- wykonywanie ciężkich prac należy ułatwić stosując np. dźwignie, podnośniki, manipulatory,
- praca powinna być urozmaicona, a nie monotonna,
- obrabiany przedmiot powinien znajdować się pod właściwym kątem widzenia oraz we właściwej odległości (wzrokowej),
- oświetlenie powinno być właściwe (tab. 1).

## 2.1.2 Obciążenia wywołane pracą

### 2.1.2.1 Obciążenia spowodowane rodzajem pracy

Obciążenia wywołane pracą dzieli się na **fizyczne** (obciążenia ciała) i **psychiczne** (obciążenia umysłowe).

Obciążenie fizyczne oddziałuje przede wszystkim na mięśnie i układ kostny.

Prace fizyczne należy wykonywać przy prawidłowym dla danej czynności ułożeniu ciała (rys. 1).

Obciążenie psychiczne dzieli się na emocjonalne (uczuciowe), wywołane dużą odpowiedzialnością, koniecznością dotrzymania terminów, konfliktami



Rys. 1. Prawidłowe i nieprawidłowe podnoszenie ciężarów

<sup>1</sup> na podstawie PN-EN 12464-1/2004, cz. 1

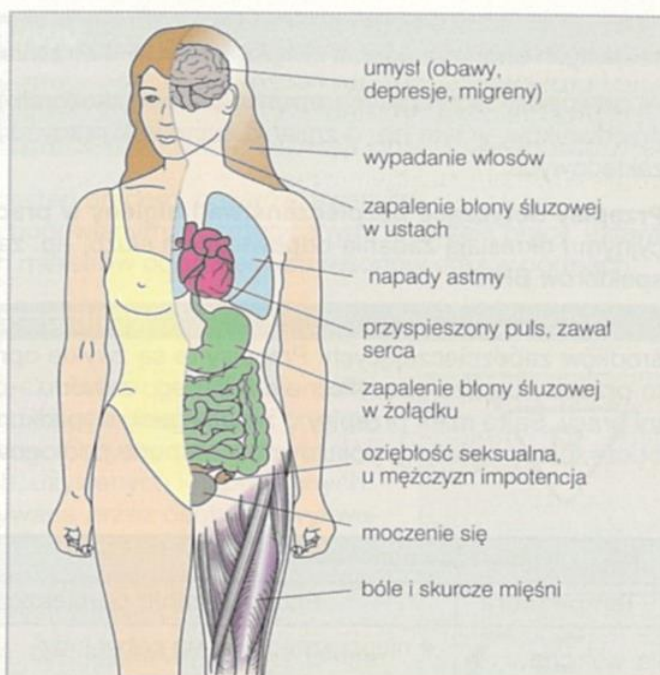


itp., oraz mentalne (rozumowe) wiążące się z koniecznością właściwego rozpoznania, oceny i podjęcia decyzji. Przeciążenia w tych dwóch obszarach powodują stresy. Wywołują je hormony: adrenalina i noradrenalina w wegetatywnym układzie nerwowym. Stresy są powodem wielu dolegliwości i chorób (rys. 1), a ich pierwszymi objawami są nerwowy niepokój i podwyższone ciśnienie krwi. Serce bije szybciej i szybszy jest oddech oraz zwiększone jest napięcie mięśni.

Uważa się jednak, że średni stres zwiększa wydajność pracy i w efekcie daje pracownikowi pewne samozadowolenie.

#### Dla zwalczania stresu należy:

- do problemów podchodzić ze spokojem (z „zimną krwią”),
- wytworzyć przekonanie, że możliwe do zmiany sprawy i sytuacje można zmienić,
- oddzielać sprawy ważne od mniej ważnych.



Rys. 1. Skutki stresu

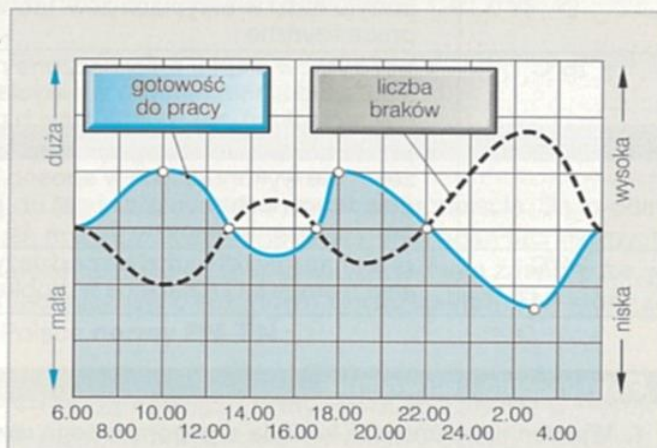
### 2.1.2.2 Obciążenia wywołane organizacją pracy

Sz szczególnie uciążliwa jest **praca zmianowa**. Pracownicy zmianowi muszą bowiem postępować wbrew cyklom ich fizjologicznej predyspozycji do pracy (rys. 2). Szczególnie uciążliwe są dla pracowników po nocnej zmianie zakłócenia dziennego snu, głównie przez hałasy. Często dochodzi do braku snu. To z kolei prowadzi do zmniejszenia zdolności koncentracji, zmniejszonej wydajności pracy i zwiększenia liczby wypadków.

W wielu zawodach, szczególnie w usługach – np. w szpitalach, praca zmianowa jest konieczna. Jednak też w zakładach produkcyjnych, dla wydłużenia czasu pracy maszyn, stosuje się system dwuzmianowy i trzyzmianowy. Są też prace, które trzeba wykonywać bez przerw – nie można przerwać pracy w nocy w takich zakładach, jak huty, cementownie lub elektrownie, w których personel obsługi i konserwacji musi być ciągle na miejscu. Skutki pracy zmianowej są wielorakie (tab. 1).

#### Organizacja warunków pracy powinna uwzględniać przepisy dotyczące następujących obszarów:

- przestrzennego zagospodarowania miejsc pracy,
- uprawnień związkowych odnośnie warunków pracy,
- bezpieczeństwa i higieny pracy,
- zapobiegania wypadkom.



Rys. 2. Gotowość do pracy i liczba braków w ciągu pracy zmianowej

Tab. 1. Skutki pracy zmianowej

| zdrowotne                                                                                                                                                                                                          | psychospołeczne                                                                                                                                                                                        |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• zakłócenia snu</li> <li>• brak apetytu</li> <li>• kłopoty żołądkowe</li> <li>• zaburzenia krążenia</li> <li>• słaba wydajność</li> <li>• trudność koncentracji</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• nieregularne uprawianie sportu</li> <li>• zanik przyjacielskich kontaktów</li> <li>• problemy z partnerem</li> <li>• niekorzystanie z dóbr kultury</li> </ul> |



Przepisy dotyczące **zagospodarowania miejsc pracy** określają wymagania i wyposażenie toalet i pomieszczeń socjalnych oraz wymagania związane m.in. z wietrzeniem, oświetleniem i ogrzewaniem (**tab. 1**).

W przepisach dotyczących **uprawnień związkowych** podane są aktualne informacje o prawach i obowiązkach pracowników, w tym np. o zmianie stanowisk pracy, urlopach itp. Określone są tu również prawa i obowiązki ra

**Przepisy dotyczące bezpieczeństwa i higieny w pracy** określają warunki bezpiecznej pracy w procesie produkcyjnym i określają zadania odpowiednich służb, np. zadania lekarza zakładowego i zadania oraz uprawnienia in

**Przepisy o zapobieganiu wypadkom** podają szczegółowe zalecenia dla budowy stanowisk pracy i potrzebnych środków zabezpieczających. Przepisy te są zwykle opracowywane przez stowarzyszenia i związki zawodowe. Są to przepisy bardzo specyficzne dla danego zawodu – ciągle modernizowane wraz z postępem i nowymi metodami pracy. Są to m.in. przepisy o zapobieganiu wypadkom ze względu na hałas, urządzenia elektryczne, maszyny ro

**Tab. 1. Temperatura pomieszczeń**

| Temperatura | Przeznaczenie pomieszczenia                                                                                                                        | Przykłady pomieszczeń                                                                                        |
|-------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| + 5°C       | • nieprzeznaczone na pobyt ludzi                                                                                                                   | • magazyny bez stałej obsługi, garaże indywidualne, szyby dźwigów osobowych                                  |
| + 8°C       | • bez zysków ciepła, pobyt ludzi w okryciach zew. nie przekraczający 1 godz.<br>• z zyskami ciepła od urządzeń technologicznych                    | • klatki schodowe w budynkach mieszkalnych<br>• hale sprężarek, pompownie, wydziały obróbki cieplnej, kuźnie |
| + 12°C      | • bez zysków ciepła, przeznaczone do stałego pobytu ludzi w okryciach zew. lub wykonujących prace fizyczne                                         | • magazyny ze stałą obsługą, hote wejściowe, poczekalnie bez szatni                                          |
| + 16°C      | • bez zysków ciepła, przeznaczone na pobyt ludzi siedzących lub stojących w okryciach zew. lub bez tych okryć, ale wykonujących prace fizyczne     | • sale widowiskowe bez szatni, ustępy publiczne, hale produkcyjne                                            |
| + 20°C      | • przeznaczone do stałego pobytu ludzi bez okryć zew. i nie wykonujących w sposób ciągły prac fizycznych<br>• pomieszczenia lekcyjne (min + 18 °C) | • pokoje mieszkalne i biurowe, sale posiedzeń                                                                |
| + 24°C      | • przeznaczone dla ludzi bez odzieży, sale niemowląt i dziecięce w żłobkach                                                                        | • łazienki, rozbieralnie – szatnie,                                                                          |

### Powtórzenie i utrwalenie

1. Wymień najważniejsze kryteria ergonomicznego ukształtowania stanowisk pracy.
2. Co rozumie się pod pojęciem zmiany pozycji siedzenia i jak osiąga się zmiany w obciążeniu ciała?
3. Jak należy umieścić monitor w stosunku do wysokości oczu?
4. Jakie negatywne skutki powoduje praca wielozmianowa?
5. Wymień najważniejsze przepisy dotyczące zaleceń odnośnie warunków pracy.

## 2.2 Warunki bezpiecznej pracy

Praca, przy której korzysta się z urządzeń technicznych, powinna być bezpieczna. Obowiązek stworzenia odpowiednich do rodzaju pracy warunków i zabezpieczeń spoczywa na pracodawcy.

Prawie każdy proces produkcyjny wiąże się z wykorzystaniem energii elektrycznej, dlatego szczególnie ważne jest przestrzeganie przepisów BHP w tej dziedzinie.