

## LEKCJA 3

## Temat: Oświetlenie pomieszczeń i stanowisk pracy. Promieniowanie

### Czas realizacji:

- 1 godzina lekcyjna.

### Cele operacyjne:

Po zakończeniu zajęć uczeń:

- zna 3 podstawowe zasady oświetlenia elektrycznego,
- wie, jakie korzyści wynikają z dobrego oświetlenia elektrycznego,
- zna rodzaje oświetlenia pomieszczeń,
- umie ocenić oświetlenie pomieszczeń i stanowisk pracy pod względem spełnienia podstawowych wymagań, wie, jakie są skutki niewłaściwego oświetlenia dla organizmu ludzkiego,
- umie dobierać oświetlenie do danego stanowiska pracy,
- zna skutki oddziaływania promieniowania na organizm ludzki.

### Treści:

1. Podstawowe zasady oświetlenia.
2. Korzyści wynikające z dobrego oświetlenia.
3. Rodzaje oświetlenia pomieszczeń.
4. Prawidłowe oświetlenie stanowisk pracy.
5. Dobór oświetlenia elektrycznego.
6. Wpływ oświetlenia na organizm ludzki.
7. Pole elektromagnetyczne (PEM).
8. Typowe źródła fal pola elektromagnetycznego PEM.
9. Skutki biologiczne oddziaływania PEM na organizm człowieka.
10. Promieniowanie podczerwone (IR) i jego źródła.
11. Skutki oddziaływania promieniowania podczerwonego (IR) na organizm człowieka.
12. Promieniowanie nadfioletowe (UV) i jego źródła.
13. Działanie promieniowania (UV) na organizm ludzki.

### Pomoce dydaktyczne:

- materiał źródłowy,
- komputer,
- slajdy,
- karta ćwiczeń.

### Spis slajdów

#### Nr Tytuł

27. Podstawowe zasady oświetlenia
28. Rodzaje oświetlenia elektrycznego
29. Prawidłowe oświetlenie stanowisk pracy
30. Dobór oświetlenia elektrycznego
31. Typowe źródła pola elektromagnetycznego (PEM)
32. Promieniowanie podczerwone (IR)
33. Promieniowanie nadfioletowe (UV)

**Plan zajęć:**

Lp.	Treść	Metoda nauczania	Czas realizacji
1.	Temat i cele lekcji		1 min
2.	Podstawowe zasady oświetlenia	Wykład	4 min
3.	Korzyści wynikające z dobrego oświetlenia	Wykład, pytania dyskusja	3 min
4.	Rodzaje oświetlenia pomieszczeń	Wykład, pytania, dyskusja	4 min
5.	Prawidłowe oświetlenie stanowisk pracy	Wykład, pytania,	2 min
6.	Dobór oświetlenia elektrycznego	Wykład, pytania, dyskusja	4 min
7.	Wpływ oświetlenia na organizm ludzki	Wykład, pytania dyskusja	3 min
8.	Pole elektromagnetyczne PEM	Wykład, pytania	4 min
9.	Typowe źródła PEM	Wykład, pytania	3 min
10.	Skutki biologiczne oddziaływania PEM na organizm ludzki	Wykład, pytania, dyskusja	4 min
11.	Promieniowanie podczerwone (IR) i jego źródła	Wykład, pytania	2 min
12.	Skutki oddziaływania promieniowania (IR) na organizm człowieka	Wykład, pytania, dyskusja	2 min
13.	Promieniowanie nadfioletowe (UV) i jego źródła	Wykład, pytania	3 min
14.	Działanie promieniowania nadfioletowego (UV) na organizm ludzki	Wykład, pytania, dyskusja	3 min
15.	Podsumowanie - ćwiczenie	Ćwiczenie	3 min

**SCENARIUSZ ZAJĘĆ:****Ad. 1.**

- Podaj temat lekcji.
- Zapoznaj uczniów z celami lekcji i zachęć do zadawania pytań.

**Ad. 2.**

- Podaj 3 podstawowe zasady oświetlenia - slajd nr 27.
- Podkreśl, że właściwe oświetlenie wpływa zarówno na dobre samopoczucie i przyjemne odczucia człowieka w określonym pomieszczeniu, jak i na ograniczenie zmęczenia wzroku podczas wykonywania pracy oraz jest bardzo ważnym czynnikiem w kształtowaniu warunków pracy.

**Ad. 3.**

- Zadaj pytanie uczniom: Jakie mogą być korzyści wynikające z dobrego oświetlenia pomieszczeń i stanowisk pracy?
- uzupełnij wypowiedzi uczniów.
- Podkreśl, że złe oświetlenie wpływa na bezpieczeństwo pracy.
- Poinformuj uczniów, jakie są rodzaje oświetlenia pomieszczeń i omów je.
- Przedstaw slajd nr 28.

**Ad. 4.**

- Podaj, co z higienicznego punktu widzenia ma wpływ na komfort świetlny na stanowisku pracy - slajd nr 29.
- Poinformuj, że oceny warunków oświetlenia pomieszczeń i stanowisk pracy dokonuje się na podstawie pomiarów fotometrycznych oraz znajomości kryteriów prawidłowego oświetlenia w oparciu o PN-EN 12464-1: 2022.

**Ad. 5.**

- Podaj, jakie rodzaje oświetlenia i jakie natężenie oświetlenia jest wymagane przy typowych rodzajach pracy - slajd nr 30.

**Ad. 6.**

- Poinformuj, jaki wpływ na organizm ludzki może mieć złe oświetlenie.
- Podkreśl, że oświetlenie stanowisk pracy ma wpływ na bezpieczeństwo pracy oraz, że długotrwała praca w niewłaściwych warunkach oświetlenia sprzyja osłabieniu narządu wzroku i pogłębieniu wad wzroku.
- Zwróć uwagę uczniom, że należy okresowo badać stan swojego wzroku.

**Ad. 7.**

- Wyjaśnij, co to jest pole elektryczne (PE) magnetyczne (PM) oraz pole elektromagnetyczne (PEM).
- Podkreśl, że pola te występują jednocześnie.

**Ad. 8.**

- Przedstaw, jakie urządzenia są typowymi źródłami fal PEM.
- Przedstaw slajd nr 31.

**Ad. 9.**

- Podaj, jakie są skutki biologiczne oddziaływania PEM na organizm ludzki oraz podkreśl, że mikrofałe wywierają szkodliwy wpływ na organizm człowieka.

**Ad. 10.**

- Podaj charakterystykę promieniowania podczerwonego (IR) i jego typowe źródła.
- przedstaw slajd nr 32.

**Ad. 11.**

- Zapytaj uczniów, jakie, według nich, mogą być skutki promieniowania IR na organizm człowieka.
- odpowiedzi uzupełnij.

**Ad. 12.**

- Zapytaj uczniów, jakie znają źródła promieniowania nadfioletowego (UV), a następnie uzupełnij przykłady tych źródeł - slajd nr 33.

**Ad. 13.**

- Poinformuj, że promieniowanie UV działa szkodliwie na oczy i skórę oraz, że cechą charakterystyczną tego promieniowania jest okres utajony, co oznacza, że kuluje się ono w organizmie, a objawy szkodliwego działania mogą występować dopiero po kilku godzinach, dniach, a nawet latach.

**Ad. 14 i 15.**

- Podsumowując temat podkreśl, że niewłaściwe oświetlenie wywołuje wiele niekorzystnych zmian i reakcji organizmu ludzkiego i może być przyczyną wypadków przy pracy. Poinformuj, że wzbronione jest zatrudnianie młodocianych przy pracach stwarzających ryzyko narażenia ich na bezpośrednie promieniowanie IR, UV oraz PEM.
- Zaleć uczniom wykonanie ćwiczenia.

**ĆWICZENIE (dla nauczyciela z odpowiedziami)****Uzupełnij poniższe zdania:**

1. Korzyści wynikające z dobrego oświetlenia elektrycznego pomieszczenia pracy to: **(zmniejszenie ryzyka wypadku, uzyskanie wyższego poziomu produkcji pod względem jakościowym i ilościowym, zapobieganie przedwczesnemu osłabieniu wzroku, ułatwienie właściwego rozróżniania barw).**
2. Na prawidłowe oświetlenie pracy ma m. in. wpływ: .....  
**(natężenie oświetlenia, równomierność oświetlenia, rozróżnianie barw - wskaźnik oddawania barw, barwa światła, ograniczenie olśnienia).**
3. Przy pracy biurowej (z komputerem) wymagane jest natężenie oświetlenia ..... (500 lx).
4. Niewłaściwe oświetlenie stanowiska pracy powoduje: .....  
**(zmęczenie oczu, bóle głowy, zmniejszenie zdolności postrzegania).**
5. Skutkami biologicznego oddziaływania PEM jest: .....  
**(efekt termiczny, pobudzenie nerwowe, schorzenie rogówki, siatkówki, zaćma).**
6. Skutkiem nadmiernego promieniowania podczerwonego (IR) na organizm ludzki może być m.in.:  
**(oparzenie skóry, poparzenie rogówki, termiczne uszkodzenie siatkówki, niewygodna widzenia).**
7. Skutki szkodliwego promieniowania UV odnoszą się do: .....  
**(oczu i skóry).**

**PYTANIA KONTROLNE Z ODPOWIEDZIAMI****1. Jakie są 3 podstawowe zasady dobrego oświetlenia elektrycznego?****Odpowiedź:**

- a) fizjologiczne - wynikające z analizy parametrów oświetlenia wpływających na jakość widzenia,
- b) estetyczne - wynikające z analizy oddziaływania światła na psychikę człowieka,
- c) ekonomiczne - polegające na wybraniu takiego wariantu oświetlenia elektrycznego, który spełniając powyższe zasady dałby najniższe koszty eksploatacji, przy jednoczesnym spełnieniu zasad fizjologicznych i estetycznych.

**2. Jakie korzyści wynikają z dobrego oświetlenia elektrycznego pomieszczeń i stanowisk pracy? Odpowiedź. Korzyści z dobrego oświetlenia to:**

- uzyskanie wyższego poziomu produkcji pod względem jakościowym i ilościowym,
- zapobieganie nadmiernemu wyęźnianiu wzroku, a tym samym przedwczesnym jego zmęczeniu,
- zmniejszenie ryzyka wypadku,
- ułatwienie właściwego rozróżniania barw,
- umożliwienie łatwego rozróżniania szczegółów.

**3. Jakie są rodzaje oświetlenia podstawowego?****Odpowiedź.** Rozróżniamy 3 rodzaje oświetlenia podstawowego stanowisk pracy:

- oświetlenie ogólne,
- oświetlenie miejscowe,
- oświetlenie złożone.

**4. Co, z higienicznego punktu widzenia, ma wpływ na wygodę widzenia na stanowisku pracy?****Odpowiedź.** Na wygodę widzenia na stanowisku pracy ma wpływ:

- natężenie oświetlenia w lx,
- równomierność oświetlenia,
- barwa światła (temperatura barwowa) i rozróżnianie barw (wskaźnik oddawania barw),
- rozkład luminancji w całym pomieszczeniu,
- ograniczenie olśnienia.

**5. Jakie negatywne skutki powoduje niewłaściwe oświetlenie elektryczne?****Odpowiedź.** Niewłaściwe oświetlenie powoduje:

- zmęczenie wzroku,
- możliwość popełniania błędów przy pracy,
- możliwość powstawania wypadków.

**6. Co to jest pole elektromagnetyczne?****Odpowiedź.** Jest to przestrzeń występowania pola elektrycznego i magnetycznego jednocześnie.**7. Wymień typowe źródła pola elektromagnetycznego (PEM).****Odpowiedź.** Głównymi źródłami pola elektromagnetycznego są:

- urządzenia energetyczne,
- urządzenia telekomunikacyjne,
- urządzenia elektrotermiczne,
- urządzenia medyczne.

**8. Jakie są biologiczne skutki oddziaływania PEM na organizm ludzki?****Odpowiedź.** Skutki biologiczne oddziaływania PEM na organizm ludzki to:

- efekt termiczny,
- pobudzenie nerwowe,
- schorzenie rogówki, siatkówki, zaćma.

**9. Wymień typowe źródła promieniowania podczerwonego (IR).**

**Odpowiedź.** Źródłami promieniowania podczerwonego są:

- gorące stanowiska pracy w hutach, odlewniach, walcowniach, kuźniach, (piece martenowskie, łukowe itp.),
- roztopiony metal lub masa szklarska,
- paleniska, grzejniki,
- elektryczne promienniki podczerwieni,
- łuki spawalnicze, palniki,
- żarówki, żarówki halogenowe, lampy wyładowcze.

**10. Jakie skutki może spowodować promieniowanie podczerwone działając na organizm ludzki? Odpowiedź.**

Promieniowanie podczerwone oddziałując na człowieka może spowodować:

- bezpośrednie zagrożenie zdrowia (oparzenia: skóry, rogówki, siatkówki),
- schorzenia w wyniku długotrwałego narażenia (zaćma hutnicza, degeneracja naczyniówki czy siatkówki),
- występowanie obciążenia termicznego organizmu.

**11. Wymień źródła promieniowania nadfioletowego (UV).**

**Odpowiedź.** Źródłem promieniowania nadfioletowego są:

- elektryczne promienniki nadfioletu (specjalistyczne lampy fluorescencyjne, rtęciowe, ksenonowe, LED),
- elektryczne źródła światła (żarówki halogenowe bez filtra UV STOP, lampy rtęciowe, lampy metalohalogenkowe),
- procesy technologiczne (spawanie łukowe i gazowe, elektrodrażenie, cięcie tlenowe).

**12. Jakie szkodliwe dla zdrowia skutki powoduje promieniowanie nadfioletowe?**

**Odpowiedź.** Promieniowanie nadfioletowe działa szkodliwie na:

- oczy - powoduje; zapalenie spojówek, rogówki, zaćmę, nowotwory oka,
- skórę - powoduje; rumień, przebarwienia skóry, choroby nowotworowe, czerniaka skóry, oparzenia i fotostarzenie skóry.

## MATERIAŁ ŹRÓDŁOWY DLA UCZNIĄ

### *Temat: Oświetlenie pomieszczeń i stanowisk pracy. Promieniowanie*

**Oświetlenie elektryczne**, jest niezbędnym czynnikiem umożliwiającym prawidłowe widzenie. Realizowane jest ono w pomieszczeniach za pomocą elektrycznych urządzeń oświetleniowych – opraw oświetleniowych. Właściwe oświetlenie wpływa zarówno na dobre samopoczucie i przyjemne odczucia człowieka w określonym pomieszczeniu, jak i na dobre widzenie szczegółów pracy wzrokowej. W związku z tym ma znaczący wpływ na wydajność pracy oraz ograniczenie zmęczenia wzroku. Życie we współczesnym świecie nie byłoby w praktyce możliwe bez oświetlenia elektrycznego. Korzystamy z niego coraz częściej i przez coraz dłuższy czas i to zarówno w domu jak i w pracy. W związku z tym oświetlenie to musi spełniać coraz wyższe wymagania określone w trzech podstawowych zasadach oświetleniowych:

- **fizjologicznych,**
- **estetycznych,**
- **ekonomicznych.**

**Zasady fizjologiczne** wynikają z analizy czynników wpływających na jakość widzenia takich jak: dostateczna luminancja przedmiotu pracy wzrokowej, dostateczny kontrast luminancji, równomierny rozkład luminancji otoczenia.

**Zasady estetyczne** wynikają z analizy oddziaływania światła na psychikę człowieka. Zalicza się do nich wzmacnianie atrakcyjności obrazu czy tworzenie nastroju w danym wnętrzu.

**Zasady ekonomiczne** polegają na wybraniu takiego wariantu oświetlenia, który przy spełnieniu powyższych zasad dałby w efekcie najniższe koszty w rachunku ekonomicznym przy jednoczesnym spełnieniu wymagań normy oświetleniowej.

#### **Korzyści wynikające z dobrego oświetlenia to:**

- uzyskanie wyższego poziomu produkcji pod względem ilościowym i jakościowym,
- zmniejszenie ryzyka wypadku,
- ułatwienie rozróżniania barw,
- zapobieganie nadmiernemu wyężaniu wzroku, a tym samym przedwczesnego jego osłabienia,
- ułatwienie eksploatacji i konserwacji maszyn i urządzeń produkcyjnych,
- usprawnienie transportu wewnątrz zakładu,
- umożliwienie łatwego rozróżniania szczegółów.

#### **Proces widzenia**

Światło jest jednym z podstawowych czynników kształtujących środowisko człowieka. Oddziałuje ono zarówno na psychikę, jak i fizjologię człowieka. Światło, które bierze czynny udział w procesie widzenia, jest promieniowaniem elektromagnetycznym o zakresie długości fal, które wywołuje wrażenie świetlne. Jest to przyjęty umownie zakres od 380 nm do 780 nm. Oko wykazuje największą wrażliwość na promieniowanie o długości fali ok. 555 nm - dla widzenia dziennego i ok. 507 nm - dla widzenia nocnego. Zmianie długości fali towarzyszy nie tylko zmiana wrażliwości oka, ale także zmiana postrzegania barwy światła.

#### **Rodzaje oświetlenia**

**Oświetlenie podstawowe w pomieszczeniu może być zrealizowane za pomocą następujących rodzajów oświetlenia:**

- **oświetlenie ogólne**, mające na celu zapewnienie wymaganego natężenia i równomierności oświetlenia w całym pomieszczeniu,
- **oświetlenie miejscowe** - oświetlenie dodatkowe, doświetlające dane stanowisko pracy,
- **oświetlenie złożone** składające się z oświetlenia ogólnego i oświetlenia miejscowego.

### **Prawidłowe oświetlenie stanowisk pracy**

Na jakość oświetlenia stanowiska pracy oraz pomieszczenia ma wpływ:

- natężenie oświetlenia w lx (luks),
- równomierność oświetlenia,
- barwa światła (temperatura barwowa) i wskaźnik oddawania barw (rozdzielanie barw),
- rozkład luminancji w całym pomieszczeniu,
- ograniczenie olśnienia.

### **Aktualna norma oświetleniowa**

Obecnie aktualną normą oświetleniową, której wymagania muszą być spełnione w pomieszczeniach i na stanowiskach pracy jest europejska norma: PN-EN-12464-1: 2022 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach. Jest to norma w całości opublikowana w języku polskim.

### **Wymagania oświetleniowe**

Zgodnie z normą PN-EN-12464-1: 2022 dla konkretnych stanowisk pracy należy dobrać wymagane wartości eksploatacyjnego natężenia oświetlenia, równomierności oświetlenia, wskaźnika oddawania barw oraz wskaźnika ograniczenia olśnienia. W zależności od wymaganego poziomu natężenia oświetlenia należy dobrać odpowiedni rodzaj oświetlenia:

- przy pracach wzrokowych wymagających małych natężeń oświetlenia rzędu 200 lx (np. pomieszczenia sanitarne, mało dokładne prace ślusarskie) - zaleca się stosowanie oświetlenia ogólnego,
- przy pracach wymagających natężenia oświetlenia od 300 lx do 750 lx (np. prace biurowe, praca na komputerze, dokładne prace ślusarskie, prace kreślarskie, szycie tkanin) - zaleca się stosowanie oświetlenia ogólnego lub złożonego,
- przy pracach wymagających natężenia powyżej 750 lx (np. montaż części elektronicznych, kontrola wyrobów włókienniczych, sale operacyjne) - zaleca się stosowanie oświetlenia złożonego.

### **Ocena oświetlenia**

Oceny warunków oświetlenia pomieszczenia i stanowisk pracy dokonuje się na podstawie wyników pomiarów natężenia oświetlenia. Pomiary natężenia oświetlenia wykonuje się z wykorzystaniem luksomierza zgodnie z zasadami opisanymi w normie PN-84/E-02033 Oświetlenie wnętrz światłem elektrycznym tj. bez dostępu światła dziennego. Pomiary takie wykonuje się zawsze przy odbiorze nowych lub zmodernizowanych urządzeń oświetleniowych, przypadkach wątpliwości, czy wymagania wspomnianej normy PN-EN-12464-1: 2022 są spełnione oraz w celu oceny ryzyka zawodowego.

Niezależnie od oświetlenia elektrycznego pomieszczenia, w których przebywają ludzie powinny być oświetlone światłem dziennym, a stosunek powierzchni okien do powierzchni podłogi powinien wynosić co najmniej 1:8.

### **Wpływ oświetlenia na organizm ludzki**

Niewłaściwe oświetlenie wywołuje wiele niekorzystnych zmian i reakcji organizmu ludzkiego, m.in.: zmęczenie wzroku - łzawienie i zaczerwienienie oczu, krótkotrwałe zmniejszenie zdolności akomodacji, zmniejszenie ostrości widzenia, szybkości spostrzegania i wrażliwości na kontrasty.

## **PROMIENIOWANIE**

### **Pola i promieniowanie elektromagnetyczne 0-300 GHz**

**Pole elektromagnetyczne (PEM)** - stan energetyczny przestrzeni wokół ładunków elektrycznych opisywany przez dwie wielkości wektorowe: natężenie pola elektrycznego, w V/m, i magnetycznego, w A/m.

**Pole elektryczne (PE)** powstaje na skutek oddziaływania sił pomiędzy obiektami o różnym potencjale elektrycznym.

**Pole magnetyczne (PM)** powstaje wokół przewodów z prądem elektrycznym lub w otoczeniu namagnesowanych substancji (magnesów trwałych).

Pole elektryczne i magnetyczne charakteryzowane są przez ich natężenie i częstotliwość. Przykładowo, w Europie sieć elektroenergetyczna jest źródłem pól elektrycznych i magnetycznych o częstotliwości 50 Hz.

Pole elektromagnetyczne o wielkich częstotliwościach można nazwać promieniowaniem elektromagnetycznym. W przepisach bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ochrony środowiska pola elektromagnetyczne to pola elektrostatyczne, magnetostatyczne oraz zmienne o częstotliwości do 300 GHz (300 000 000 000 Hz).

### *Źródła pól elektromagnetycznych występujące w środowisku pracy*

**Każde urządzenie elektryczne jest źródłem pola elektromagnetycznego, które może być wytwarzane w sposób zamierzony lub jako efekt uboczny działania tego urządzenia.**

Źródłami pól elektromagnetycznych, istotnych dla bezpieczeństwa i higieny pracy, spotykanymi najczęściej w środowisku pracy lub życia człowieka są przykładowo:

- urządzenia energetyczne - linie wysokiego napięcia, stacje przesyłowo-rozdzielcze,
- urządzenia elektrotermiczne - piece łukowe, piece i nagrzewnice indukcyjne, zgrzewarki i prasy dielektryczne,
- urządzenia radio- i telekomunikacyjne - obiekty nadawcze radiowe i telewizyjne, stacje radiolokacyjne, systemy telefonii bezprzewodowej (ruchomej),
- urządzenia medyczne - diatermie krótkofalowe, urządzenia do elektrochirurgii, tomografy jądrowego rezonansu magnetycznego, urządzenia do stymulacji prądowej,
- zgrzewarki oporowe, sprzęt spawalniczy, urządzenia elektrolityczne i separatory magnetyczne.

### *Oddziaływanie pól elektromagnetycznych na ludzi*

Pole elektromagnetyczne może oddziaływać bezpośrednio na ludzi lub na infrastrukturę techniczną. Skutki ekspozycji na pole elektromagnetyczne, występujące w organizmach żywych, są silnie uzależnione od częstotliwości i natężenia pola oddziałującego z zewnątrz na ten organizm oraz od jego właściwości elektrycznych, a także od przestrzennej charakterystyki ekspozycji ciała (całe ciało bądź tylko jego części) i od jej rozłożenia w czasie.

Efekty bezpośredniego oddziaływania pola na organizm można podzielić głównie na:

- stymulację tkanki mięśniowej lub nerwowej przez indukowane w ciele prądy - dominującą rolę zjawisko to ma przy częstotliwościach mniejszych od kilkuset kHz,
- ogrzewanie tkanek na powierzchni lub wewnątrz organizmu, spowodowane pochłanianiem energii pól - największe znaczenie tego zjawiska występuje dla częstotliwości powyżej 1 MHz.

**Ekspozycja na pola o dużych natężeniach i/lub długim czasie trwania może wpływać negatywnie na zdrowie i zdolność do pracy, na przykład powodując:**

- pobudzenie nerwów i mięśni prądami indukowanymi,
- zatrzymanie pracy serca - przy ekstremalnie dużych gęstościach prądów indukowanych,
- wrażenia słuchowe, tzw. zjawisko Freya,
- zmiany ciśnienia krwi,
- zmiany w obrazie EKG,
- lokalne przegrzania tkanek, a nawet poparzenie przez zaabsorbowane promieniowanie lub prądy kontaktowe i indukowane,
- zmiany aktywności mózgu (EEG),
- prawdopodobne również zmiany obrazu krwi i pewnego rodzaju nowotwory, np. białaczki.

Wiele reakcji organizmu ustaje po zakończeniu ekspozycji. Badania naukowe dotyczące skutków zdrowotnych ekspozycji są prowadzone w dalszym ciągu, aby uzyskać zweryfikowane dane na temat wartości ekspozycji ludzi (szczególnie wieloletniej).

Oprócz różnorodnego oddziaływania na organizm pracownika, pole elektromagnetyczne może stwarzać także zagrożenie dla ludzi poprzez oddziaływanie na infrastrukturę techniczną, na skutek odbioru przez nią energii pola elektromagnetycznego, co może być przyczyną m.in.:



- zakłóceń pracy automatycznych urządzeń sterujących i elektronicznej aparatury medycznej (w tym elektrostymulatorów serca oraz innych elektronicznych implantów medycznych),
- detonacji urządzeń elektrowybuchowych (detonatorów),
- pożarów i eksplozji związanych z zapaleniem się materiałów łatwopalnych od iskier wywoływanych przez pola indukowane lub ładunki elektrostatyczne.

### **Regulacje prawne określające zasady dopuszczalnej ekspozycji w polach elektromagnetycznych**

W celu zapobiegania szkodliwym lub niepożądanym skutkom oddziaływania pola elektromagnetycznego na organizm ludzi ogranicza się ekspozycję oraz prowadzi jej okresową kontrolę.

Ocenę ekspozycji pracowników prowadzi się zgodnie z kodeksem pracy w oparciu o pomiary kontrolne, których częstotliwość określają przepisy ministra zdrowia. Ocena warunków ekspozycji na pola elektromagnetyczne pracowników zgodnie z postanowieniami przepisów bhp uzależniona jest od wielkości natężenia pola i czasu trwania tej ekspozycji. W Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. 2018, poz. 1286) określono natężenia pól elektrycznych i magnetycznych (odnośnie całego pasma częstotliwości 0-300 GHz), w których zabronione jest przebywanie pracowników bez środków ochrony indywidualnej.

Podano również zasady dopuszczalnej ekspozycji w czasie skróconym oraz poziom ekspozycji dopuszczalnej dla całej 8-godzinnej zmiany roboczej. W przypadku zatrudnienia w polach o natężeniach relatywnie dużych w stosunku do NDN pracownicy powinni okresowo przechodzić specjalistyczne przeszkolenie i być poddawani badaniom lekarskim, potwierdzającym brak przeciwwskazań zdrowotnych do ekspozycji.

W Polskich Normach określono metody prowadzenia badań i oceny warunków ekspozycji [PN-T- 05687:2002]. W przepisach Ministra Środowiska określono wartości dopuszczalne pola elektromagnetycznego oraz metody prowadzenia badań w środowisku ogólnym.

### **Promieniowanie podczerwone**

Promieniowanie podczerwone (cieplne) (IR) obejmuje promieniowanie optyczne, którego długości fal wynoszą **od 780 nm do 1 mm**. Oddziałuje ono na organizm człowieka poprzez skórę i oczy.

#### **Źródłami promieniowania podczerwonego są:**

- gorące stanowiska pracy w hutach, odlewniach, walcowniach, kuźniach, (piece martenowskie, łukowe, itp),
- roztopiony metal lub masa szklarska,
- paleniska, grzejniki,
- elektryczne promienniki podczerwieni (specjalne źródła żarowe),
- łuki spawalnicze, palniki,
- żarówki, żarówki halogenowe, lampy wyładowcze.

#### **Promieniowanie podczerwone oddziałując na człowieka, może spowodować:**

- bezpośrednie zagrożenie zdrowia i życia (udar cieplny, zapaść z powodu stresu cieplnego, oparzenie termiczne skóry, oparzenie rogówki i siatkówki),
- schorzenia w wyniku długotrwałego narażenia (zaćma hutnicza, chroniczne i ostre zapalenie spojówek),
- występowanie zmęczenia w wyniku uciążliwych warunków pracy.

Metody pomiaru promieniowania podczerwonego i widzialnego na stanowiskach pracy podane są w normie PN-T-05687: 2002 i PN-EN 14255-2: 2010, a wartości dopuszczalnego natężenia napromienienia tymi promieniami podane są w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. z 2018 poz. 1286).

### **Promieniowanie nadfioletowe**

Promieniowaniem nadfioletowym (UV), występującym na stanowisku pracy jest promieniowanie optyczne obejmujące zakres fal **od 100 nm do 400 nm**.

**Źródła promieniowania:**

- elektryczne promienniki nadfioletu (specjalistyczne lampy fluorescencyjne, rtęciowe),
- elektryczne źródła światła (żarówki halogenowe bez filtra UV STOP, lampy rtęciowe, metalohalogenkowe, ksenonowe),
- procesy technologiczne (spawanie łukowe i gazowe, elektrodrażenie, cięcie tlenowe).

**Działanie promieniowania nadfioletowego na organizm ludzki**

Cechą charakterystyczną oddziaływania promieniowania nadfioletowego na organizm ludzki jest występowanie okresu utajonego po ekspozycji na to promieniowanie, tzn. brak widocznych skutków tego promieniowania (jak np. rumień, zapalenie spojówki). Objawy szkodliwego działania mogą występować dopiero po kilku godzinach, dniach, a nawet latach ekspozycji, gdyż dawki otrzymanego promieniowania kumulują się w ekspozowanych tkankach.

**Szkodliwe oddziaływanie promieniowania nadfioletowego odnosi się do:**

- oczu - powoduje zapalenie spojówek, rogówki, zaćmę (zmętnienie soczewki), uszkodzenie rogówki i siatkówki, nowotwory oka,
- skóry - powoduje rumień (erytyma), oparzenia, przebarwienia skóry, nowotwory skóry (czerniaki).

Metody pomiaru promieniowania nadfioletowego podane są w normie PN-T-06589: 2002 i PN-EN 14255-1: 2010, a wartość dopuszczalnego natężenia napromienienia podane są w Rozporządzeniu Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. z 2018, poz. 1286).

**LITERATURA**

1. Oświetlenie pomieszczeń i stanowisk pracy. Seria: Bezpieczeństwo i ochrona człowieka w środowisku pracy. CIOP-PIB, Warszawa 2022.
2. Zagrożenia elektromagnetyczne. Seria: Bezpieczeństwo i ochrona człowieka w środowisku pracy. CIOP-PIB, Warszawa 2023.
3. Rączkowski B.: BHP w praktyce. ODDK, Gdańsk 2024.
4. PN-T-05687: 2002 Ochrona przed promieniowaniem optycznym. Metody pomiaru promieniowania widzialnego i podczerwonego na stanowiskach pracy.
5. PN-EN-12464-1: 2022 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.
6. PN-T-06589: 2002 Ochrona przed promieniowaniem optycznym. Metody pomiaru promieniowania nadfioletowego na stanowiskach pracy.
7. PN-84/E-02033 Oświetlenie wnętrz światłem elektrycznym.
8. PN-EN 14255-1: 2010. Pomiar i ocena ekspozycji osób na niespójne promieniowanie optyczne. Część 1: Promieniowanie nadfioletowe emitowane przez źródła sztuczne na stanowisku pracy.
9. PN-EN 14255-2: 2010. Pomiar i ocena ekspozycji osób na niespójne promieniowanie optyczne. Część 2: Promieniowanie widzialne i podczerwone emitowane przez źródła sztuczne na stanowisku pracy.
10. Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. z 2018 poz. 1286).
11. Obwieszczenie Ministra Zdrowia z dnia 6 lutego 2023 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Zdrowia w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. z 2023 poz. 419).

**PYTANIA KONTROLNE**

1. Jakie są 3 podstawowe zasady oświetlenia?
2. Jakie korzyści wynikają z dobrego oświetlenia pomieszczeń i stanowisk pracy?
3. Jakie są rodzaje oświetlenia podstawowego?
4. Co z higienicznego punktu widzenia, ma wpływ na wygodę widzenia na stanowisku pracy?
5. Jakie negatywne skutki powoduje niewłaściwe oświetlenie?
6. Co to jest pole elektromagnetyczne?
7. Wymień typowe źródła pola elektromagnetycznego.
8. Jakie są biologiczne skutki oddziaływania pola elektromagnetycznego na organizm ludzki?
9. Wymień typowe źródła promieniowania podczerwonego.
10. Jakie skutki może spowodować promieniowanie podczerwone działając na organizm ludzki?
11. Wymień źródła promieniowania nadfioletowego.
12. Na czym polega szkodliwe działanie promieniowania nadfioletowego na organizm ludzki?

## ĆWICZENIE

### Uzupełnij poniższe zdania

1. Korzyści wynikające z dobrego oświetlenia pomieszczenia pracy to:

.....  
.....  
.....

2. Na prawidłowe oświetlenie stanowiska pracy ma wpływ m.in.:

.....  
.....  
.....

3. Przy pracy biurowej (z komputerem) wymagane jest natężenie oświetlenia co najmniej:

.....  
.....  
.....

4. Niewłaściwe oświetlenie stanowiska pracy powoduje:

.....  
.....  
.....

5. Skutkami biologicznymi oddziaływania pola elektromagnetycznego (PEM) są:

.....  
.....  
.....

6. Skutkiem nadmiernego promieniowania podczerwonego (IR) na organizm ludzki może być m.in.:

.....  
.....  
.....

7. Promieniowanie nadfioletowe (UV) działa szkodliwie na:

.....  
.....  
.....