

Promieniowanie optyczne – aspekty bezpieczeństwa pracy

Wiadomości podstawowe

Promieniowanie optyczne jest to promieniowanie elektromagnetyczne o długości fal w zakresie od 100 nm do 1 mm.

Promieniowanie optyczne dzieli się na:

- promieniowanie nadfioletowe (UV ultra violet);
 - promieniowanie widzialne (światło)
 - promieniowanie podczerwone (IR infra red).
-

Podział promieniowania optycznego

Rodzaj promieniowania	Oznaczenie	Przedział długości fal
Promieniowanie nadfioletowe	UV-C	100 nm - 280 nm
	UV-B	280 nm - 315 nm
	UV-A	315 nm - 400 nm
Promieniowanie widzialne (światło)	VIS	380 nm - 780 nm
Promieniowanie podczerwone	IR-A	780 nm - 1400 nm
	IR-B	1400 nm - 3 μ m
	IR-C	3 μ m - 1 mm

Skutki nadmiernej ekspozycji - zagrożenia

Rodzaj skutku promieniowania optycznego zależy od składu widmowego promieniowania.

W zależności od długości fali zagrożone są różne elementy składowe oka.

Nadfiolet daleki UVC z zakresu 200- 215 nm i podczerwień o długościach fal powyżej 1400 nm pochłaniane są przez rogówkę.

Bliski nadfiolet UVA oraz częściowo podczerwień IRA i IRB pochłaniane są przez soczewkę. Natomiast promieniowanie widzialne i bliska podczerwień IRA są przepuszczane do siatkówki.

ZAKRES PROMIENIOWANIA ELEKTROMAGNETYCZNEGO

Wpływ promieniowania na organizm człowieka

PASMO PROMIENIOWANIA	UV-C	UV-B	UV-A	ŚWIATŁO	IR-A	IR-B	IR-C
DŁUGOŚĆ FALI [nm]	100	280	315	400	780	1400	3000 10000

RODZAJ USZKODZENIA

zapalenie rogówki

oparzenie siatkówki

zaćma

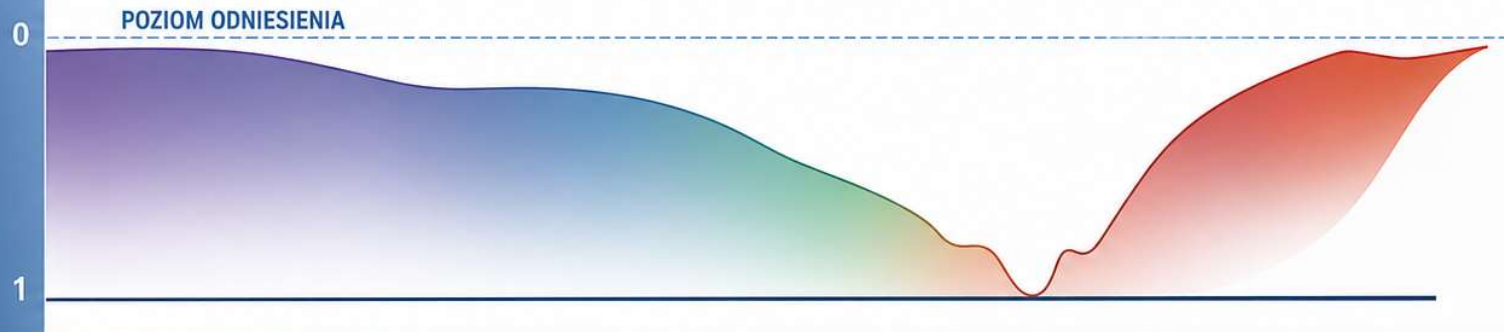
zaćma podczerwona

rumień

upośledzenie
widzenia

oparzenia skóry

WZGLĘDNA GŁĘBOKOŚĆ WNIKANIA PROMIENIOWANIA W SKÓRĘ



CO TO OZNACZA?

Różne zakresy promieniowania elektromagnetycznego mają różną zdolność przenikania w głąb skóry i powodują różne rodzaje uszkodzeń tkanek.

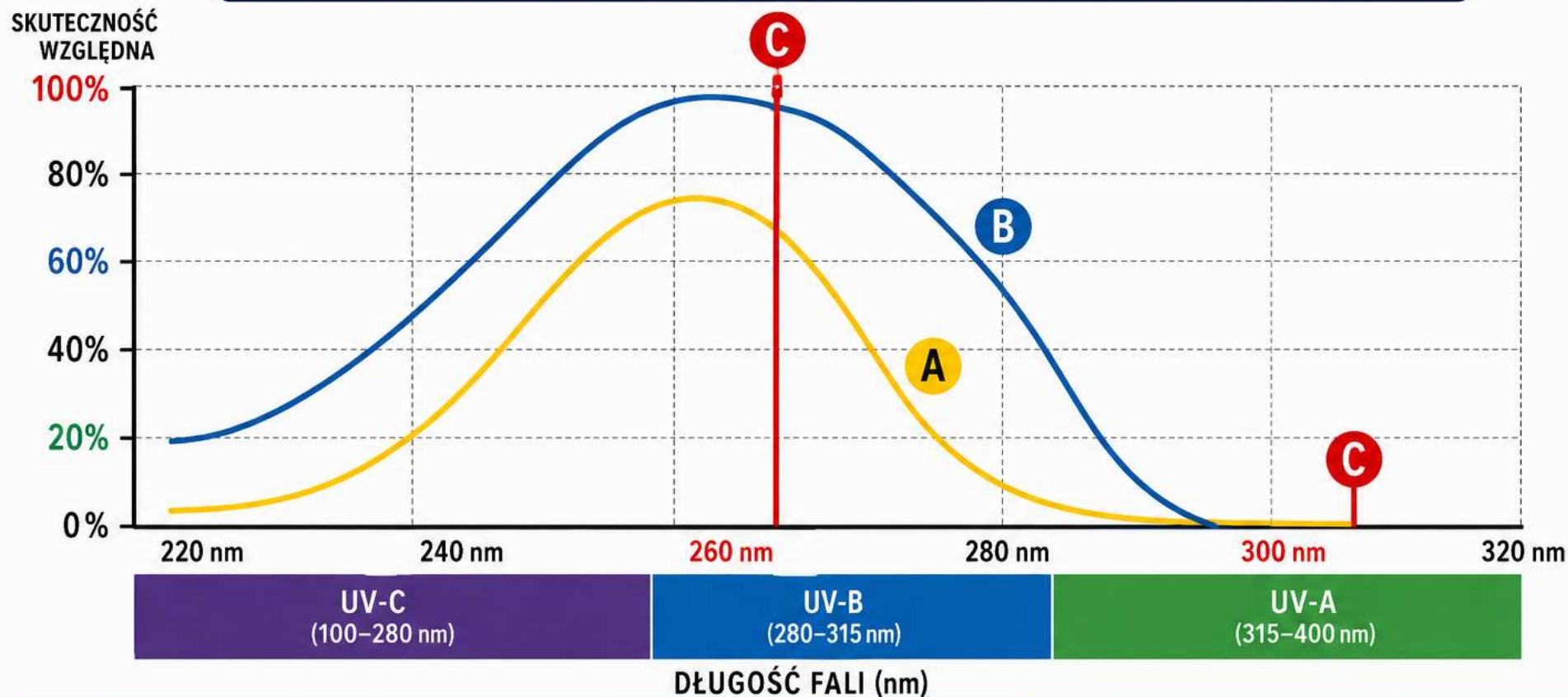


PAMIĘTAJ!

Stosuj odpowiednią ochronę przed promieniowaniem UV i IR. Długotrwała ekspozycja może prowadzić do poważnych uszkodzeń oczu i skóry.



WPŁYW PROMIENIOWANIA UV NA ORGANIZM CZŁOWIEKA



A Największy efekt bakteriobójczy osiągany jest przy promieniowaniu w zakresie długości fali od **250 do 270 nm**.

B Krzywa absorpcji kwasów nukleinowych.

C Promieniowanie kosmiczne wyładowań niskociśnieniowych rtęci.

OBJAŚNIENIA

A efekt bakteriobójczy (optymalny 250–270 nm)

B absorpcja kwasów nukleinowych

C promieniowanie kosmiczne (niskociśnieniowe wyładowania rtęci)

Charakterystyka promieniowania UV

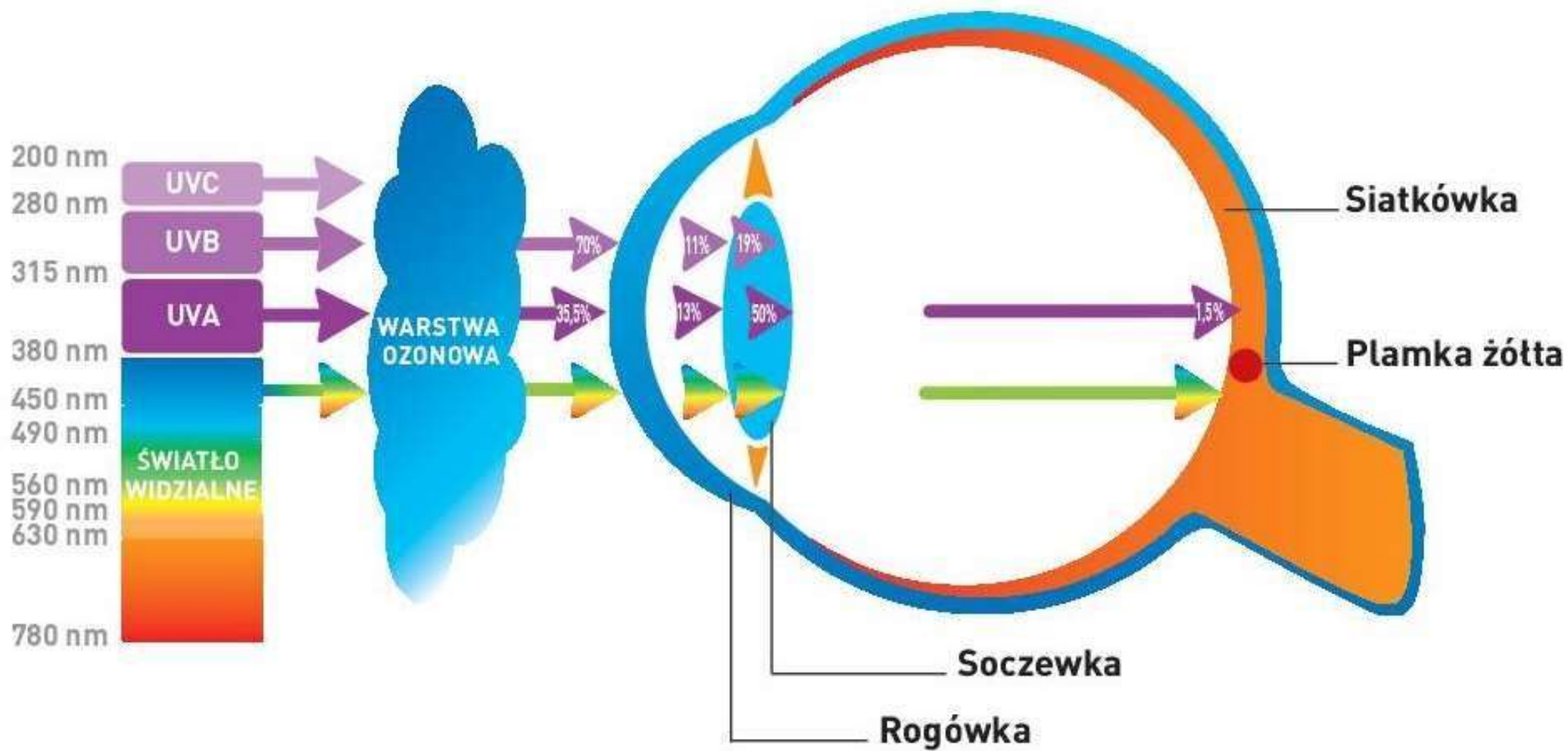
Energia fotonów promieniowania nadfioletowego zawiera się w przedziale od 3.3 eV do 125 eV. Promieniowanie nadfioletowe o energii mniejszej niż 12 eV (o długości fali powyżej 104 nm) nie powoduje jonizacji powietrza i tkanki biologicznej. Może natomiast wywoływać w tkance biologicznej reakcje fotochemiczne. Jednak jego nadmiar powoduje wiele niekorzystnych skutków biologicznych.

Może być powodem wielu szkodliwych reakcji fotochemicznych w organizmie człowieka. Pochłonięte w nadmiarze przez skórę może spowodować oparzenia, zmiany pigmentacji, a także zmiany nowotworowe.

Charakterystyka promieniowania UV

W przypadku oczu promieniowanie nadfiole-towe krótsze od 290 nm jest całkowicie **pochłaniane w nabłonku rogówki i spojówki**, natomiast dłuższe fale wnikają głębiej, dochodząc do soczewki, gdzie ulegają pochłonięciu i jedynie bardzo niewielki ich odsetek dociera do siatkówki.

Najczęściej spotykanym, ostrym objawem narażenia oka na nadfiolet jest **stan zapalny rogówki i spojówek**.



Charakterystyka promieniowania UV

Jako kryterium oceny zagrożenia promieniowaniem nadfioletowym uznano niedopuszczenie do powstania rumienia skóry, zapalenia rogówki i spojówki oka, rozwoju zmian nowotworowych skóry i zaćmy soczewki. Maksymalna skuteczność promieniowania nadfioletowego w wywoływaniu rumienia oraz zapalenia rogówki i spojówek występuje przy długości fali 270 nm.

Promieniowanie UV – ocena narażenia

Ocena ryzyka zawodowego przy zagrożeniu promieniowaniem nadfioletowym dokonywana jest na podstawie porównania zmierzonych wartości parametrów promieniowania: napromienienia erytemalnego i napromienienia koniunktywalnego z odpowiednimi wartościami dopuszczalnymi NDN - **maksymalnej dopuszczalnej ekspozycji (MDE)**.

Dla wartości mierzonego parametru większej od odpowiedniej wartości MDE ryzyko jest **duże**, dla wartości zawartej pomiędzy MDE i 0,7 MDE ryzyko jest **średnie**, a dla wartości mniejszej od 0.7 MDE ryzyko jest **małe**.

Źródła promieniowania nadfioletowego

- Lampy rtęciowe niskoprężne, takie jak lampy używane do wzbudzania fluorescencji lub czarne światło, lampy aktyniczne oraz bakteriobójcze.



LAMPY BAKTERIOBÓJCZE



bezpośrednie



przepływowe

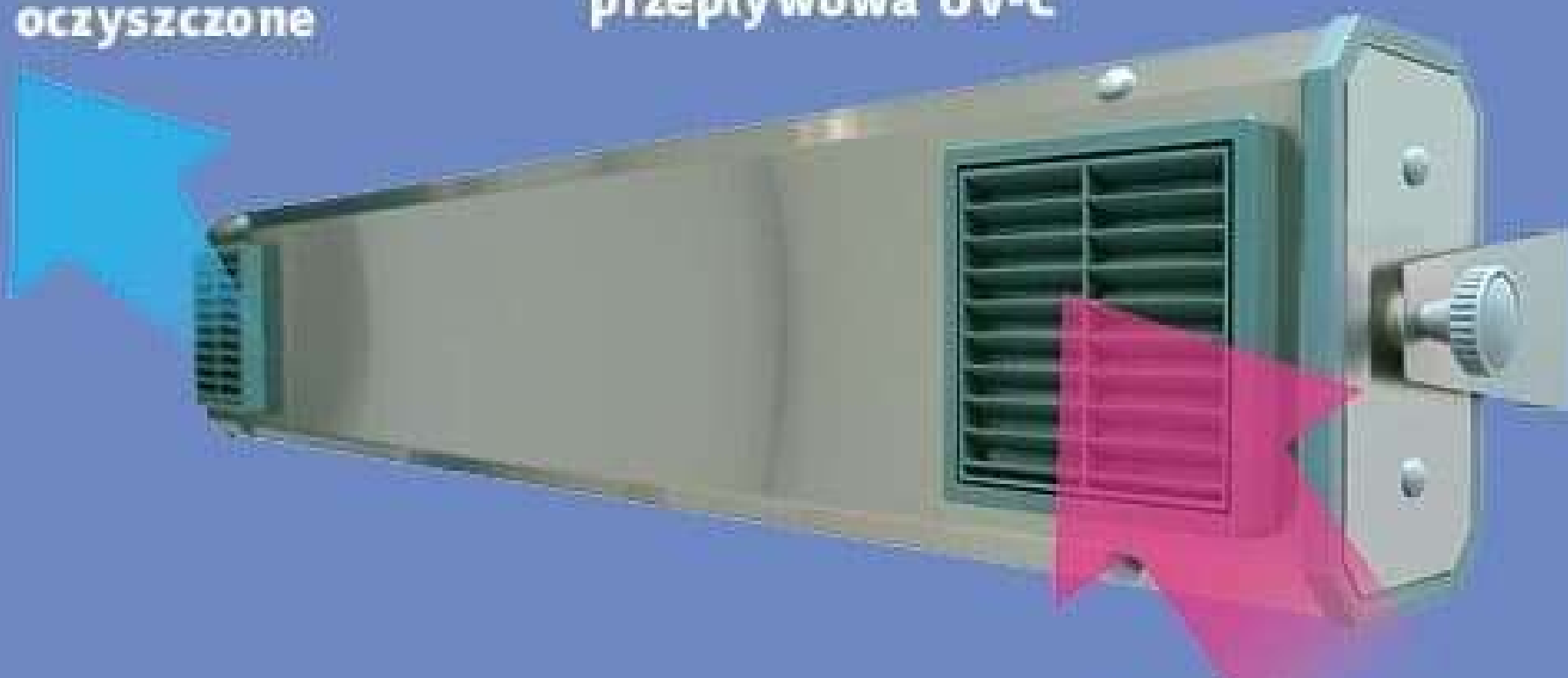


dwufunkcyjne

**powietrze
oczyszczone**

**komora
przepływowa UV-C**

**NBVE 60NL
NBVE 110NL**



**powietrze
zanieczyszczone**

Źródła promieniowania nadfioletowego

- Lampy rtęciowe średnioprężne, takie jak lampy fotochemiczne i lampy stomatologiczne.





Źródła promieniowania nadfioletowego

- Lampy rtęciowe wysokoprężne i lampy halogenowe, takie jak lampy słoneczne używane w solariach.



Źródła promieniowania nadfioletowego

- Spawanie łukiem elektrycznym i płomieniem.



Promieniowanie UV – ochrona zbiorowa

Źródła promieniowania powinny być co do zasady osłonięte tak by promieniowanie UV nie wydostawało się na zewnątrz.

Do ochrony przed promieniowaniem nadfioletowym przekraczającym wartości NDN, którego nie można zablokować w miejscu powstawania powinny być stosowane rozwiązania techniczne izolujące źródła promieniowania np. stałe lub przenośne osłony blokujące.

Mogą one być nieprzepuszczalne lub transparentne dla bezpiecznych zakresów promieniowania optycznego (o częstotliwościach poniżej UV).







Promieniowanie UV – ochrona indywidualna

Do ochrony przed promieniowaniem nadfioletowym przekraczającym wartości NDN odpowiednio dla oczu i skóry powinien być stosowany odpowiednio dobrany sprzęt ochrony indywidualnej oczu, twarzy i skóry.



Charakterystyka promieniowania IR

Promieniowaniem podczerwonym (IR) nazywamy promieniowanie optyczne o długości fali od 780 nm do 1mm. Promieniowanie to dzieli się na następujące zakresy:

- IR-A (podczerwień bliska) o długości fali od 780 nm do 1400 nm,
 - IR-B (podczerwień średnia) o długości fali od 1400 nm do 3000 nm,
 - IR-C (podczerwień daleka) o długości fali od 3000 nm do 1mm.
-

Charakterystyka promieniowania IR

Energia fotonów promieniowania podczerwonego zawiera się w przedziale od 0.001 eV do 1.6 eV. Promieniowanie podczerwone wywołuje w tkance biologicznej przede wszystkim reakcje termiczne.

Jako kryterium zagrożenia promieniowaniem podczerwonym przyjmuje się niedopuszczenie do powstania uszkodzenia termicznego rogówki, spojówki, soczewki, i siatkówki oka oraz skóry.

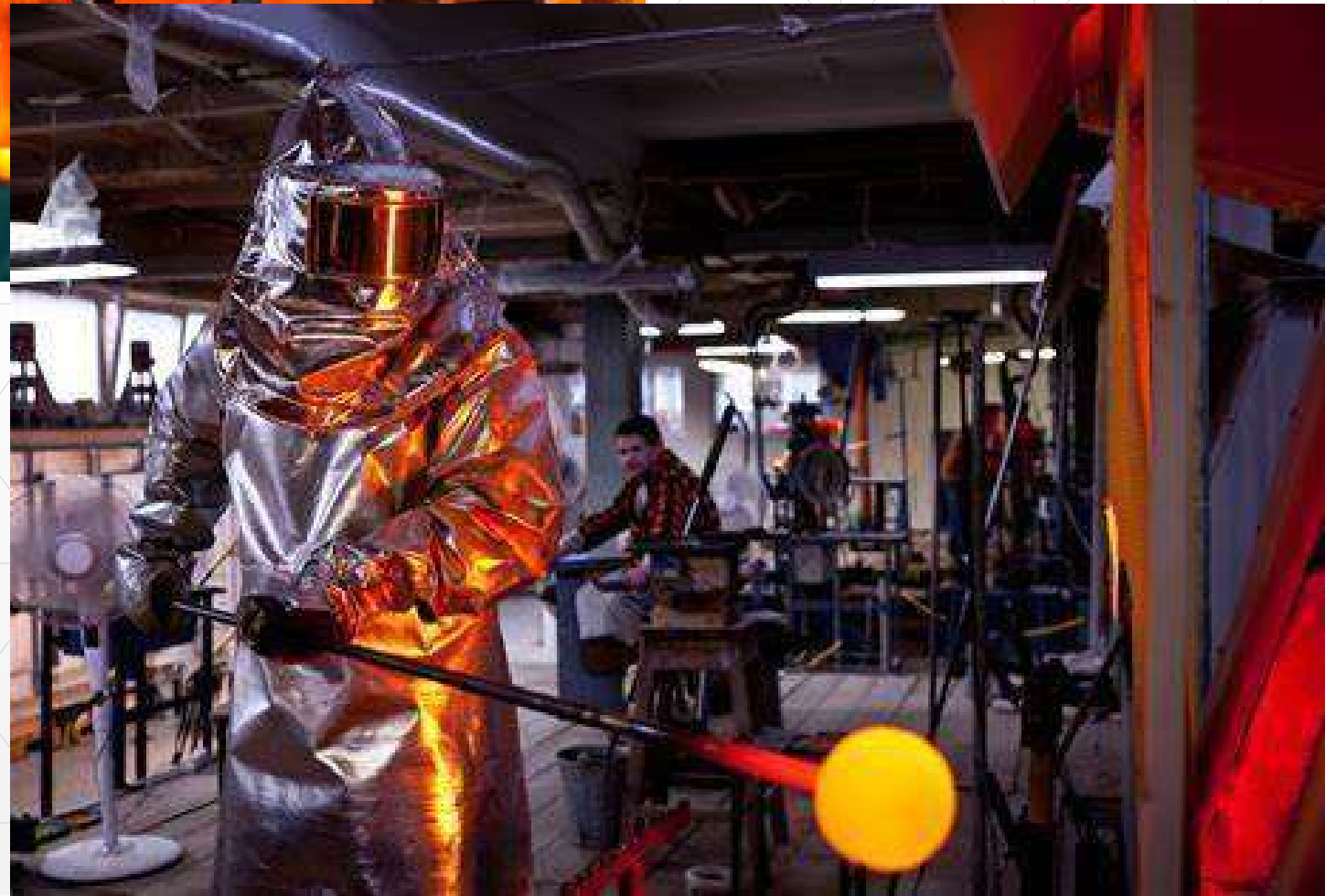
Promieniowanie UV – ocena narażenia

Ocena ryzyka zawodowego przy zagrożeniu promieniowaniem nadfioletowym dokonywana jest na podstawie porównania zmierzonych wartości parametrów natężenia napromienienia oczu lub skóry z odpowiednimi wartościami dopuszczalnymi NDN - maksymalnej dopuszczalnej ekspozycji (MDE). Dla wartości mierzonego parametru większej od odpowiedniej wartości MDE ryzyko jest **duże**, dla wartości zawartej pomiędzy MDE i 0,7 MDE ryzyko jest **średnie**, a dla wartości mniejszej od 0.7 MDE ryzyko jest **małe**.

Źródła promieniowania podczerwonego

- Otwory ścian pieców popielnych, grzewczych, hartowniczych, ceramicznych lub szklarskich.
 - Roztopione metale lub szkło.
 - Elementy metalowe rozgrzane do wysokich temperatur (np. wewnątrz pieców przemysłowych).
 - Lampowe promienniki podczerwieni (m.in. używane w hodowli zwierząt, do suszenia przędzy, wypalania ziarna, itp.).
 - Paleniska węglowe lub gazowe.
 - Spawanie łukowe i gazowe.
-









Promieniowanie IR – ochrona indywidualna

Do ochrony przed promieniowaniem podczerwonym stosowane są najczęściej środki ochrony indywidualnej:

- oczu i twarzy,



Promieniowanie IR – ochrona

- odzież ochronna metalizowana,





Promieniowanie laserowe

Promieniowanie laserowe nie występuje w sposób naturalny w środowisku, lecz wytwarzane jest przez specjalnie do tego celu skonstruowane urządzenia nazywane laserami.

Lasery są to generatory promieniowania elektromagnetycznego, najczęściej o długościach fali w zakresie promieniowania optycznego od 100 nm do 1 mm, w których wykorzystywane jest zjawisko emisji wymuszonej promieniowania.

Promieniowanie laserowe

Promieniowanie laserowe znacząco różni się własnościami fizycznymi od promieniowania optycznego emitowanego przez konwencjonalne źródła takie jak promienniki nadfioletu, podczerwieni czy źródła światła stosowane do celów oświetleniowych.

Natomiast promieniowanie laserowe może obejmować zarówno promieniowanie podczerwone IR, widzialne (optyczne) jak też zakres UV.

Charakterystyka promieniowania laserowego

Różnorodność urządzeń i sposobów wytwarzania wiązki laserowej sprawia, że lasery są urządzeniami bardzo zróżnicowanymi, które łączą jedynie pewne cechy emitowanego promieniowania.

Działanie lasera polega na wzbudzeniu ośrodka optycznie czynnego a następnie wyzwoleniu energii w postaci kwantu promieniowania spójnego. Promieniowanie laserowe charakteryzuje się wysokim stopniem spójności, monochromatyczności i ukierunkowania a kąt rozbieżności wiązki zwykle nie przekracza kilku miliradianów.

Charakterystyka promieniowania laserowego

Oprócz możliwości skupienia całej energii promieniowania lasera w nadzwyczaj małym paśmie widma i małym kącie bryłowym, można ten sam efekt uzyskać w odniesieniu do czasu. Istotną cechą lasera jest również to, że w większości jego aplikacji można uzyskać generację promieniowania tylko o określonym stanie polaryzacji.

Laser emituje promieniowanie zazwyczaj o jednej lub kilku długościach fal i określonym zakresie mocy przystosowanym do danego zastosowania.

Charakterystyka promieniowania laserowego

Lasery mogą być działające ciągle lub a te impulsowym, ostatnie z powtarzalnością impulsów.

Ze względu na sposób generowania wiązki laserowej wyróżniamy lasery stałe (kryształ lub szkło jako ośnowa), półprzewodnikowe (złączone), cieczowe (barwnikowe), gazowe (atomowe, jonowe, molekularne).

Najpopularniejsze w zastosowaniach technologicznych są lasery CO₂, Nd: YAG i excimerowe.

Zestawienie przykładowych zastosowań wybranych typów laserów

Typ lasera	Długość fali, nm	Rodzaj pracy, czas trwania impulsu	Sprawność	Przykładowe zastosowanie
Rubinowy AlaO ₃ :Cr ³⁺	694,3	Impulsowa, od kilku do kilkunastu μs	0,1 – 0,5 %	Spawanie, topienie wiercenie, stomatologia, impulsowa holografia, biologia, pomiar odległości
Neodymowy Nd ³⁺ : YAG	1064,6 1300, 1400	Ciągła lub impulsowa od kilku ps do kilkunastu ms	0,1-10% (zależy od rodzaju pompy – większa przy pompie diodowej)	Telekomunikacja, laserowe układy śledzące, kontrolowane reakcje jądrowe, chirurgia, mikroobróbka, cięcie, pomiar odległości
Neodymowy na szkle Nd: Szkło	1050-1060	Ciągła lub impulsowa	1 – 5% (przy pompie lampowej)	Wzmacniacz optyczny do uzyskiwania impulsów o mocach GW, inicjowanie kontrolowanej reakcji jądrowej, cięcie, mikrosynteza
Półprzewodnikowy GaInAsP, GaAs, AlGaAs	800-1600	Ciągła lub impulsowa	60-75 %	Telekomunikacja światłowodowa, geodezja, poligrafia (pośrednio jako pompa do nacinania matryc), nagrywanie i odczytywanie płyt CD i DVD
Tytanowy Al ₂ O ₃ : Ti ³⁺	Przestrzajalna: 665-1130	Ciągła lub impulsowa od kilku fs	0,01 –0,1% (zależy od pompy)	Do określania poziomu skażenia atmosfery (system LIDAR), separacja izotopów, badania biomedyczne

Zestawienie przykładowych zastosowań wybranych typów laserów

He-Ne	632,8	Ciągła	0,1%	Metrologia, holografia, interferometria
Ne-Cu (laser na parach miedzi)	510,6 i 578,2	Impulsowa	Do 3%	Precyzyjna obróbka materiałów, dermatologia
Azotowy N2	337,1	Impulsowa 10 ns	20%	Spektroskopia, reakcje fotochemiczne
CO2	Najczęściej 10600	Ciągła lub impulsowa	30%	Obróbka materiałów, cięcie, spawanie, chirurgia, stomatologia, laserowe układy sledzące, kontrolowane reakcje jądrowe, rozdzielanie izotopów
Aleksandrytowy	Przestrajalna: 710-820	Ciągła lub impulsowa	0,3%	Do określania poziomu skażenia atmosfery (LIDAR), medycyna, spektroskopia
Excimerowy KrCl, ArF, KrF, XeCl, XeF	157, 193, 248, 308, 351	Impulsowa	1-2%	Chirurgia (okulistyka, kardiochirurgia), mechanika precyzyjna, znakowanie, wykonywanie otworów
Erbowy na szkle Er: Szkło	1540	Impulsowa	0,2%	Pomiar odległości bezpieczny dla oka
Erbowy Er: YAG	2940	Impulsowa	1,5%	Medycyna, badania biomedyczne

Zagrożenia prom. laserowym

Zagrożenie promieniowaniem laserowym dla zdrowia człowieka odnosi się do **oczu** i **skóry**.

Uszkodzenie tych tkanek zachodzi zazwyczaj na skutek reakcji termicznych w wyniku absorpcji dużej ilości energii przenoszonej przez promieniowanie laserowe.

Najbardziej zagrożone promieniowaniem laserowym są **oczy**.

Specjalną uwagę zwraca się na uszkodzenie siatkówki promieniowaniem z zakresu 400 – 1400 nm, które może być szczególnie szkodliwe.

Zagrożenia prom. laserowym

Wiązka laserowa o średnicy kilku milimetrów może być skupiona na siatkówce oka do małej plamki o średnicy 10 μm .

Oznacza to, że natężenie napromienienia wiązki wchodzącej do oka o wartości 1 mW/cm² jest efektywnie zwiększone do wartości 100 W/cm² na siatkówce oka. W rezultacie docierające do **siatkówki promieniowanie jest** wystarczająco duże aby spowodować uszkodzenie siatkówki.

W zależności od miejsca na siatkówce, gdzie skupiane jest promieniowanie laserowe stopień uszkodzenia jest różny. Uszkodzenie w obrębie dołka środkowego może spowodować w rezultacie **stałą ślepotę**.

Zagrożenia prom. laserowym

Skóra jest największym organem ciała człowieka, a ryzyko jej uszkodzenia przez wiązkę laserową jest bardzo duże. Najbardziej zagrożona jest skóra rąk, głowy i ramion. Jednak do wywołania uszkodzeń skóry promieniowaniem laserowym potrzebne są znacznie większe dawki niż w przypadku oka.

Promieniowanie laserów pracujących w zakresie widzialnym oraz podczerwonym może wywołać łagodną postać rumienia, jak również przy odpowiednio dużej dawce, być przyczyną poparzeń.

Krótkotrwałe impulsy laserowe o dużej mocy szczytowej mogą powodować zwęglenie tkanek.

Klasy bezpieczeństwa laserów

Istotna jest znajomość klasy bezpieczeństwa lasera, które odzwierciedlają stopień szkodliwości danego urządzenia laserowego.

Producenci są zobligowani do umieszczenia na urządzeniu laserowym informacji o klasie bezpieczeństwa, do której należy dany laser.

Dzięki temu użytkownicy tych urządzeń wiedzą, jakie środki bezpieczeństwa mają przedsięwziąć.

Klasa	Charakterystyka lasera i rodzaj ochrony
1	Bezpieczne w racjonalnych warunkach pracy
1M	emitujące promieniowanie w zakresie długości fal do 302,5 nm do 4000 nm, które są bezpieczne w racjonalnych warunkach pracy, ale mogą być niebezpieczne podczas patrzenia w wiązkę przez przyrządy optyczne
2	Emitujące promieniowanie widzialne w przedziale długości fal od 700. Ochrona oka jest zapewniona w sposób naturalny przez instynktowne reakcje obronne.
2M	Emitujące promieniowanie widzialne w przedziale długości fal od 700. Ochrona oka jest zapewniona w sposób naturalny przez instynktowne reakcje obronne, ale mogą być niebezpieczne podczas patrzenia w wiązkę przez przyrządy optyczne.
3R	Emitujące promieniowanie w zakresie długości fal do 302,5 nm do 10^6 nm, dla których bezpośrednie patrzenie w wiązkę jest potencjalnie niebezpieczne.
3B	Niebezpieczne podczas bezpośredniej ekspozycji promieniowania. Patrzenie na odbicia rozproszone są zwykle bezpieczne.
4	Wytwarzające niebezpieczne odbicia rozproszone. Mogą one powodować uszkodzenie skóry oraz stwarzają zagrożenie pożarem. Podczas obsługi laserów klasy 4 należy zachować szczególną ostrożność.

Zagrożenia prom. laserowym

Każdy stosowany na stanowisku laser musi mieć przypisaną klasę, która wiąże się z koniecznością stosowania odpowiednich środków ochronnych przed promieniowaniem laserowym bezpośrednim, natomiast może istnieć potrzeba zabezpieczenia oczu pracownika przed promieniowaniem odbitym i rozproszonym.

Wymagane działania z zakresu bhp

Wymagania i zalecenia dla użytkowników urządzeń laserowych	Klasa lasera						
	Klasa 1	Klasa 1M	Klasa 2	Klasa 2M	Klasa 3R	Klasa 3B	Klasa 4
Mianowanie inspektora do spraw bezpieczeństwa laserowego					+ ¹⁾	+	+
Zastosowanie łącznika zdalnej blokady						+	+
Uruchamianie kluczem						+	+
Zastosowanie ogranicznika lub tłumika wiązki laserowej						+	+
Urządzenie sygnalizujące emisję promieniowania					+ ¹⁾	+	+
Zastosowanie znaków ostrzegawczych						+	+
Ośłonięcie wiązek laserowych					+	+	+
Unikanie odbić zwierciadlanych					+	+	+
Zastosowanie środków ochrony oczu						+ ²⁾	+ ²⁾
Zastosowanie odzieży ochronnej						+ ³⁾	+ ³⁾
Szkolenie pracowników w zakresie bezpiecznej pracy z laserami					+	+	+

1) Wymagane tylko podczas emisji promieniowania spoza zakresu widzialnego

2) Wymagane jeśli w obszarze oddziaływania promieniowania laserowego przekroczone są wartości MDE

3) Wymagane jeśli promieniowanie laserowe stwarza potencjalne zagrożenie

Zagrożenia prom. laserowym

Poza urządzeniami klasy 1 użytkowanie laserów niesie za sobą możliwość wystąpienia zagrożeń ich promieniowaniem dla oczu i skóry człowieka.

Najniebezpieczniejsze urządzenia laserowe należą do klasy 4. Ich przykładem są lasery wykorzystywane przy cięciu spawaniu i znakowaniu oraz niektóre z laserów stosowanych w medycynie (np. lasery laserowe). Przy obsłudze tych laserów konieczne jest zachowanie daleko idących środków bezpieczeństwa.

Ocena zagrożenia prom. laserowym

Prawidłowo i bezpiecznie zorganizowane stanowisko laserowe wymaga szczegółowej oceny wszystkich zagrożeń wynikających z jego funkcjonowania.

Można przyjąć zasadę, że rozważa się trzy podstawowe elementy:

- potencjał zagrożeń spowodowany samym układem laserowym,
 - środowisko, w którym umiejscowiony jest układ,
 - stopień świadomości personelu obsługującego.
-

Organizacja st. pracy z laserem

W pomieszczeniach, w których znajdują się urządzenia laserowe, mogące emitować nieosłonięte wiązki promieniowania, należy zapewnić:

- oświetlenie elektryczne o odpowiednio wysokim poziomie natężenia, gdyż w takich warunkach źrenice oczu są znacznie mniej rozszerzone niż w miejscach ciemnych i słabo oświetlonych. Przy mniej rozszerzonej źrenicy, mniej promieniowania laserowego może wnikać do oka i a tym samym skutki szkodliwe są też mniejsze.
 - matowe wykończenie ścian, aby unikać przypadkowych niebezpiecznych odbić zwierciadlanych.
 - odpowiednie zabezpieczenie okien, aby promieniowanie laserowe nie mogło przedostać się na zewnątrz pomieszczenia
-

Organizacja st. pracy z laserem

W pomieszczeniach, w których znajdują się urządzenia laserowe, mogące emitować nieosłonięte wiązki promieniowania, należy zapewnić:

- odpowiednio oznakowanie wejścia do miejsca, w którym pracuje laser tak, aby informować o potencjalnym zagrożeniu.



Promieniowanie laserowe - ochrona

Jako indywidualna ochrona oczu powinny być stosowane okulary ochronne z bocznymi osłonami, z uwzględnieniem długości fali wiązki laserowej (barwy).



Promieniowanie laserowe - ochrona

Producenci urządzeń laserowych muszą je wyposażać w odpowiednie systemy ochronne obsługi (osłony, ekrany, filtry itp.)







Kontrola narażenia – promieniowanie nielaserowe

Regulacje w powyższym zakresie zawiera rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 2 lutego 2011 r. w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy (Dz. U. Nr 33, poz. 166 ze zmianami z 2019r. Poz. 1995).

Badania i pomiary promieniowania optycznego nielaserowego wykonuje się, jeżeli są eksploatowane źródła tego promieniowania **inne niż źródła światła służące do oświetlania pomieszczeń lub stanowisk pracy**, stosowane w przeznaczonych dla nich oprawach oświetleniowych oraz w odpowiedniej odległości od eksponowanych części ciała.

Kontrola narażenia – promieniowanie nielaserowe

Badania i pomiary promieniowania optycznego nielaserowego wykonuje się:

- co najmniej raz na dwa lata - jeżeli podczas ostatniego badania i pomiaru stwierdzono poziom ekspozycji powyżej 0,4 do 0,7 wartości maksymalnej dopuszczalnej ekspozycji (MDE),
 - co najmniej raz w roku - jeżeli podczas ostatniego badania i pomiaru stwierdzono poziom ekspozycji powyżej 0,7 wartości MDE.
-

Kontrola narażenia – promieniowanie laserowe

Badania i pomiary promieniowania laserowego **wykonuje się**, jeżeli eksploatowane są źródła tego promieniowania **inne niż**:

- 1) lasery zaliczone, zgodnie z Polską Normą , do klasy 1, 1M, 2, 2M lub 3R, które pracują w warunkach określonych przez producenta urządzenia,
- 2) lasery zaliczone, zgodnie z Polską Normą, do klasy 3B lub 4, do których zostały zastosowane środki ochrony zbiorowej, pozwalające na zaklasyfikowanie urządzenia do klasy 1.

Tzn. dla tych urządzeń nie przeprowadza się badań i pomiarów.

Kontrola narażenia – promieniowanie laserowe

Badania i pomiary promieniowania laserowego wykonuje się:

- 1) co najmniej raz na dwa lata - jeżeli podczas ostatniego badania i pomiaru stwierdzono poziom ekspozycji powyżej 0,4 do 0,8 wartości MDE;
 - 2) co najmniej raz w roku - jeżeli podczas ostatniego badania i pomiaru stwierdzono poziom ekspozycji powyżej 0,8 wartości MDE.
-

Kontrola narażenia – promieniowanie

Jeżeli podczas dwóch ostatnich badań i pomiarów promieniowania optycznego nielaserowego albo laserowego, wykonanych w odstępie dwóch lat, poziom ekspozycji nie przekraczał 0,4 wartości MDE, pracodawca może odstąpić od wykonywania pomiarów.

Dziękuję za uwagę

