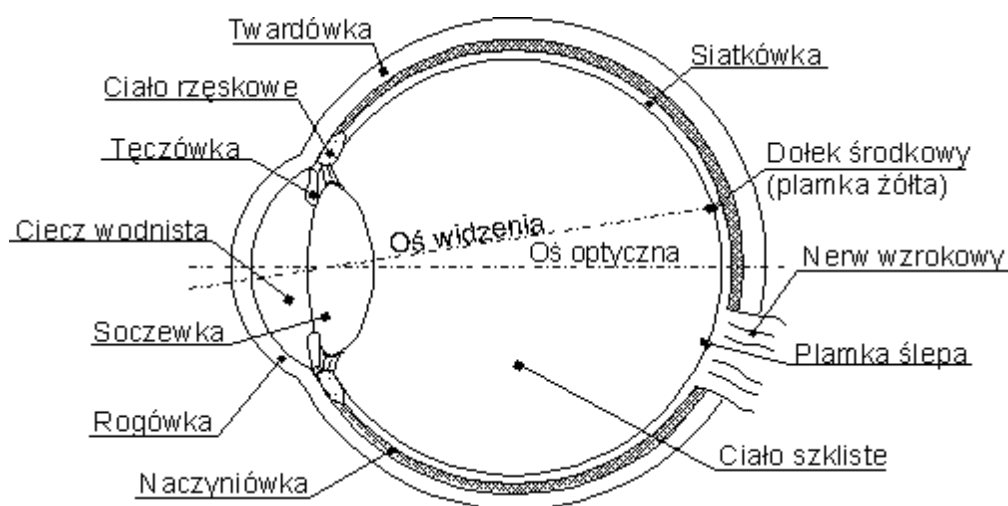


## BEZPIECZEŃSTWO PRACY Z LASERAMI

Szkodliwe działanie promieniowania laserowego dotyczy oczu oraz skóry człowieka, przy czym najbardziej zagrożone są oczy. Ze względu na kierunkowość wiązki zagrożenie promieniowaniem laserowym jest zagrożeniem potencjalnym, tzn. ekspozycja na to promieniowanie jest zazwyczaj przypadkowa. Mimo tego, w przypadku wielu laserów nawet taka przypadkowa, krótkotrwała ekspozycja może być bardzo niebezpieczna.

W zakresie działania fal o długości od 400 nm do 1400 nm może dojść do uszkodzenia siatkówki. Promieniowanie z zakresu długości fal poniżej 400 nm i powyżej 1400 nm nie wnika do wnętrza oka, natomiast powoduje uszkodzenie rogówki. W przypadku skóry skutkiem działania promieniowania laserowego może być uszkodzenie tkanki (zwęglenie, oparzenie, rumień).



## Szkodliwe działanie promieniowania laserowego

- wywiera ciśnienie na tkanki,
- powoduje zmiany fotochemiczne,
- podgrzewa.

### W przypadku działania na wzrok

Szkodliwe promieniowanie może trafić do obszaru źrenicy nie tylko bezpośrednio z lasera, ale i przypadkowo, poprzez odbicie wiązki pierwotnej od różnych przedmiotów znajdujących się na jej drodze, takich jak np. okienka, kuwety, soczewki, czy szyby okienne. Szczególnie jest to niebezpieczne przy pracy z laserami generującymi promieniowanie w niewidzialnym zakresie widma.

Promieniowanie impulsowe może być bardziej niebezpieczne od promieniowania ciągłego. O ile w przypadku promieniowania ciągłego źrenica może odciąć jego dostęp do oka już na samym początku oświetlenia wzroku, o tyle w przypadku impulsu jego czas trwania może być zbyt krótki dla zareagowania źrenicy we właściwy sposób.

### W przypadku działania na skórę

- skóra może ulec poparzeniu, uszkodzeniu poprzez nacięcie termiczne lub odparowanie w miejscach oddziaływania promieniowania laserowego,
- długotrwałe napromieniowanie może doprowadzić do mutacji komórkowych, a nawet do zmian nowotworowych w przypadku promieniowania ultrafioletowego,
- promieniowanie laserowe może spowodować porażenie naczyń krwionośnych i koagulację białek, a także destrukcję komórek na skutek działania fali uderzeniowej wywołanej impulsem.

Szkodliwe skutki oddziaływania promieniowania laserowego o różnych długościach fal na skórę i oczy

Zakres promieniowania	Oczy	Skóra
100 - 280 nm (UV-C)	uszkodzenie rogówki	rumień, działania rakotwórcze, przyspieszone starzenie skóry
280 - 315 nm (UV-B)		
315 - 400 nm (UV-A)	katarakta fotochemiczna	oparzenie skóry, ciemnienie pigmentu
400 - 780 nm	fotokemiczne i termiczne uszkodzenie siatkówki	oparzenie skóry, reakcje fotoczule
780 - 1400 nm (IR-A)	katarakta, poparzenie siatkówki	oparzenie skóry
1400 - 3000 nm (IR-B)	przymglenie rogówki, katarakta, oparzenie rogówki, gwałtowna ekspansja pary wodnej	
3000 nm - 1 mm (IR-C)	oparzenie rogówki	

Światło z pozostałych zakresów spektralnych głównie wywołuje oparzenia.

## Klasy laserów i produktów laserowych

Klasa	Opis
1	Lasery, które są bezpieczne w racjonalnych warunkach pracy.
1M	Lasery emitujące promieniowanie w zakresie długości fal od 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	Lasery emitujące promieniowanie widzialne w przedziale długości fal do 700 nm. Ochrona oka jest zapewniona w sposób naturalny przez instynktowne reakcje obronne. (Moc promieniowania do 1 mW)
2M	Lasery emitujące promieniowanie widzialne w przedziale długości fal do 700. Ochrona oka jest zapewniona w sposób naturalny przez instynktowne reakcje obronne, ale mogą być niebezpieczne podczas patrzenia w wiązkę przez przyrządy optyczne. (Moc promieniowania potencjalnie docierająca do oka do 1 mW)
3R	Lasery emitujące promieniowanie w zakresie długości fal od 302,5 nm do 1 mm, dla których bezpośrednio patrzenie w wiązkę jest potencjalnie niebezpieczne. (Moc promieniowania do 5 mW)
3B	Lasery, które są niebezpieczne podczas bezpośredniej ekspozycji promieniowania. Patrzenie na odbicia rozproszone są zwykle bezpieczne. (Moc promieniowania do 500 mW)
4	Lasery, które wytwarzają niebezpieczne odbicia rozproszone. Mogą one powodować uszkodzenie skóry oraz stwarzają zagrożenie pożarem. Podczas obsługi laserów klasy 4 należy zachować szczególną ostrożność. (Moc promieniowania powyżej 500 mW)

## Zabezpieczenia i oznaczenia laserów

### Zabezpieczenia laserów

- obudowy ochronne,
- specjalne, dostępne tylko dla osób do tego powołanych, włączniki lasera,
- układy zdalnego sterowania,
- wskaźniki poziomów mocy i energii,
- itp.

### Oznaczenia laserów

- oznakowanie umożliwiające jednoznaczne określenie klasy zagrożenia,
- znaki i napisy ostrzegawcze,
- nazwa lasera i wytwórca.

### Wyposażenie i oznakowanie pomieszczeń laboratoryjnych

- znaki i napisy ostrzegawcze oraz lampy sygnalizacyjne działające podczas pracy lasera,
- zminimalizowanie ilości powierzchni odbijających promieniowanie,
- stosowanie dostatecznie silnego oświetlenia, wywołującego zwężenie źrenic, a tym samym ograniczenie ilości energii promieniowania wnikałego do oka.