



Bezpłatny ebook dla czytelników  
„Biuletynu informacyjnego serwisu Światło i oświetlenie”  
[www.swiatlo.tak.pl](http://www.swiatlo.tak.pl)

**Wydanie I** - wersja 1.01

Pobrano ze strony wydawnictwa Escape Magazine

<http://www.escapemag.pl>



Copyright © 2006 Przemysław Oziemblewski. All rights reserved.

Wszelkie prawa zastrzeżone. Niniejsza publikacja może być kopiowana oraz dowolnie rozpowszechniana tylko i wyłącznie jako całość, w formie dostarczonej przez autora. Można ją umieszczać na prywatnych i firmowych stronach internetowych pod warunkiem udostępniania jej bezpłatnie oraz umieszczenia na stronie bezpośredniego linku do strony autora - [Światło i oświetlenie - www.swiatlo.tak.pl](http://www.swiatlo.tak.pl) oraz przysłania mu informacji o tym fakcie. Inne formy linków do strony autora są dostępne pod adresem [www.swiatlo.tak.pl/linki](http://www.swiatlo.tak.pl/linki).

Zabrania się, bez pisemnej zgody autora, przekształcania e-booka, publikowania we fragmentach oraz rozpowszechniania w innej niż elektroniczna formie. Możesz wydrukować e-book tylko i wyłącznie dla własnych, prywatnych potrzeb.

Wszelkie znaki występujące w tekście są zastrzeżonymi znakami firmowymi, bądź towarowymi ich właścicieli.

Autor dołożył wszelkich starań, by zawarte w książce informacje były rzetelne. Nie bierze jednak żadnej odpowiedzialności za ewentualne szkody wynikające z ich wykorzystania. Zaprezentowany materiał zawiera uproszczenia, które ułatwiają ogólne wyjaśnienie opisywanych zagadnień. Objasnienia, w miarę możliwości, tworzone były z wykorzystaniem słowa potocznego. Jestem przekonany, że część z nich mogła zostać napisana w sposób jaśniejszy, pełniejszy, znajdują się też pewnie jakieś przeoczenia i być może nawet błędny. Będę wdzięczny za wszelkie uwagi i sprostowania.

Przemysław Oziemblewski  
tel. kom. 503022856  
email: [swiatlo@tak.pl](mailto:swiatlo@tak.pl)  
[www.swiatlo.tak.pl](http://www.swiatlo.tak.pl)

## Spis treści

1. Od autora.....	4
2. Światło i widzenie.....	5
2.1 Percepcja otoczenia.....	5
2.2 Widmo promieniowania elektromagnetycznego.....	5
2.3 Budowa oka ludzkiego.....	7
2.3.1 Oko ludzkie jako aparat fotograficzny.....	7
2.3.2 System optyczny.....	7
2.3.3 Pręciki i czopki.....	8
2.4 Proces widzenia.....	9
2.4.1 Dwie funkcje widzenia połączone w jednym narządzie.....	9
2.4.2 Połączenie oka z mózgiem.....	10
2.5 Czułość względna oka.....	11
2.5.1 Widzenie fotonowe (dienne).....	11
2.5.2 Widzenie skotopowe (nocne).....	12
2.5.3 Widzenie mezopowe (zmrzchowe).....	12
2.5.4 Zmiana czułości oka wraz z długością fali.....	12
2.5.5 Krzywa czułości względnej oka.....	12
3. Parametry oświetleniowe.....	14
3.1 Podstawowe wielkości.....	14
3.2 Światło emitowane ze źródła światła.....	14
3.2.1 Strumień świetlny.....	14
3.2.2 Sprawność oprawy.....	15
3.3 Światło wysyłane w określonym kierunku.....	15
3.3.1 Światłość.....	15
3.3.2 Wykres światłości.....	16
3.3.3 Kąt rozwarcia wiązki.....	17
3.4 Światło padające na powierzchnię.....	18
3.4.1 Natężenie oświetlenia.....	18
3.4.2 Obliczanie natężenia oświetlenia metodą punktową.....	18
3.5 Światło oddziałujące bezpośrednio na wzrok.....	19
3.5.1 Luminancja.....	19
4. Co dalej?.....	21
5. Słowniczek.....	23
6. Literatura.....	30

## 1. Od autora

Wiele osób nie zdaje sobie sprawy, jak istotne jest dla człowieka światło. Nie tylko umożliwia obserwację otaczających nas przedmiotów i przestrzeni, ale również wpływa na nasze samopoczucie, a nawet zdrowie. Badania naukowe wskazują na powiązanie rytmu aktywności człowieka oraz procesów biologicznych w nim zachodzących, z rytmem dnia i nocy. Rytm ten zsynchronizowany jest przez światło.

Niniejsza publikacja ma za zadanie wprowadzić osoby zainteresowane Techniką Świetlną w podstawowe jej zagadnienia. Wiele zaleceń normatywnych związanych z oświetleniem wynika z fizjologicznych aspektów procesu widzenia. Dlatego początkowa część ebooka jest temu poświęcona. Przykładowo wymóg równomierności oświetlenia na stanowisku pracy wynika z adaptacyjnych właściwości człowieka. Zbyt duże różnice w ilości światła zmuszają człowieka do ciągłej zmiany stanów jego adaptacji. Dlatego częste zmiany jaskrawości w otoczeniu wywołują u człowieka zmęczenie. Aby to ograniczyć wymagane jest równomierne oświetlenie.

Prezentowany materiał jest w dużej mierze zbiorem publikowanych już wcześniej artykułów i opracowań. Część z nich pochodzi, z wydanych przez Philips Lighting Poland S.A. „Podstaw Techniki Świetlnej”(1996r.), a część z magazynu „Widzieć więcej” (2003-2005r.) wydawanego przez Philips Lighting Poland S.A. O/Kętrzyn.

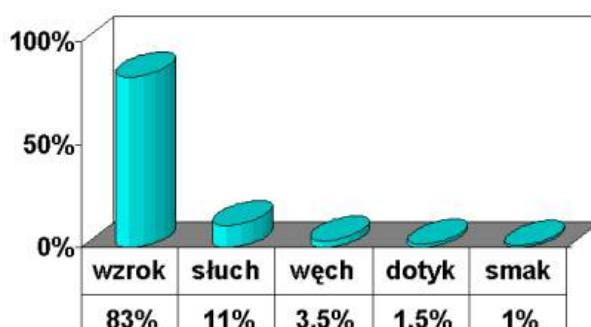
Zaprezentowany materiał zawiera uproszczenia, które ułatwiają ogólne wyjaśnienie opisywanych zagadnień. Objaśnienia, w miarę możliwości, tworzone były z wykorzystaniem słowa potocznego. Jestem przekonany, że część z nich mogła zostać napisana w sposób jaśniejszy, pełniejszy, znajdują się też pewnie jakieś przeoczenia i być może nawet błędny. Będę wdzięczny za wszelkie uwagi i sprostowania.

Studentów oraz osoby szukające precyzyjnych definicji, popartych szczegółowymi wzorami, odsyłam do książki Wojciecha Żagana „Podstawy techniki świetlnej”, wydanej w 2005r. nakładem Oficyny Wydawniczej Politechniki Warszawskiej.

## 2. Światło i widzenie

### 2.1 Percepcja otoczenia

Światło jest zjawiskiem, z którym ma do czynienia każdy, gdyż oddziałuje ono bezpośrednio na nasz narząd wzroku. Dzięki temu traktujemy je jako coś oczywistego w otaczającym nas świecie. O tym, jak dużo czerpiemy dzięki światłu, świadczy poniższy wykres. Aby samemu się o tym przekonać wystarczy spróbować przemieszczać się w pomieszczeniu lub terenie przy zamkniętych oczach. Ze słuchawkami na uszach, z głośną muzyką, jest to możliwe, ale z zamkniętymi oczami bardzo mocno utrudnione. Człowiek dysponuje pięcioma podstawowymi narządami zmysłów, dzięki którym poznaje otoczenie i zdobywa o nim wiedzę. Największe znaczenie ma wzrok. Jego udział w postrzeganiu wynosi aż 83%, podczas gdy udział pozostałych: słuchu, węchu, dotyku oraz smaku jest wiele razy mniejszy.



Rys. 2.1 Porównanie percepcji otoczenia przez poszczególne narządy u człowieka

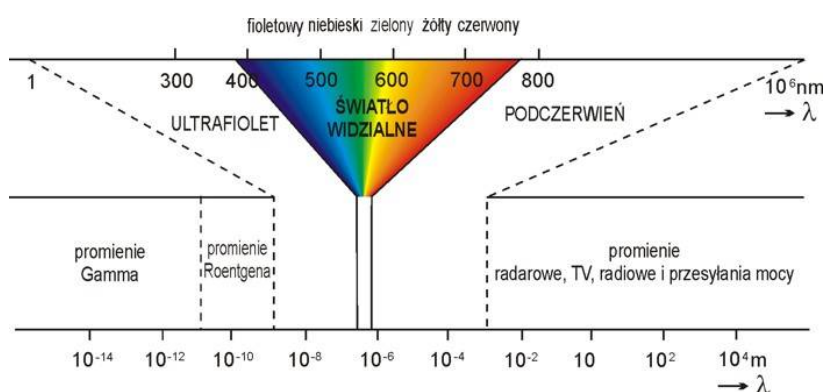
### 2.2 Widmo promieniowania elektromagnetycznego

By narząd wzroku spełniał swoją funkcję, potrzebne jest światło. Światło (promieniowanie widzialne) jest to ta część widma elektromagnetycznego, która powoduje bezpośrednio wrażenia wzrokowe.

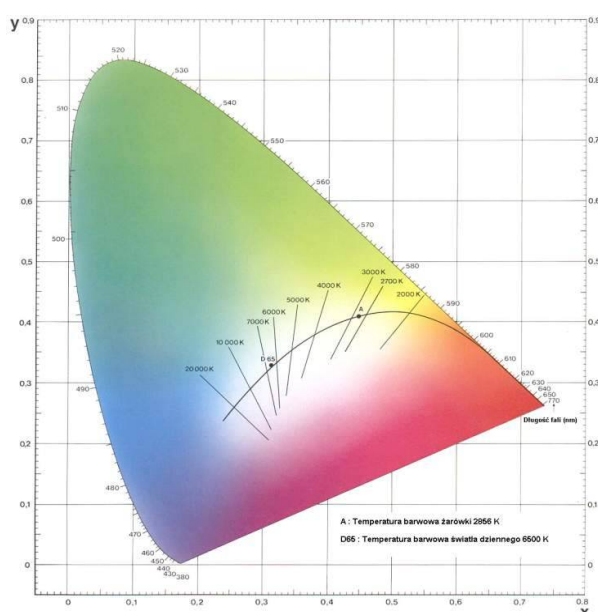
W widmie światła widzialnego można wydzielić przedziały długości fal, które oko ludzkie odbiera jako wrażenie różnych barw:

- 380 - 436 nm **fiolet**,
- 436 - 495 nm **niebieski**,
- 495 - 566 nm **zielony**,
- 566 - 589 nm **żółty**,
- 589 - 627 nm **pomarańczowy**,
- 627 - 780 nm **czerwony**.

Poniżej zamieszczony jest rysunek, przedstawiający widmo promieniowania elektromagnetycznego. Pokazany jest również wykres chromatyczności czyli tzw. trójkąt barw. Przedstawia on w prostokątnym układzie dwóch współrzędnych chromatycznych (x,y), barwy tęczy od czerwonej do fioletowej na obrzeżach oraz wszystkie pozostałe barwy w środku trójkąta barw. Każdy punkt tego wykresu reprezentuje inną barwę światła. W centrum trójkąta znajduje się mieszanina wszystkich barw czyli barwa biała. Należy tu pamiętać, że cały czas mówimy o świetle, a nie o kolorach na papierze. Np. na papierze mamy kolor szary, a przy świetle mamy nadal światło białe. Na papierze mamy kolor czarny, a przy świetle mamy "jego brak" niezależnie od barwy źródła światła. Oczywiście, aby zobaczyć kolorową plamę na papierze potrzebne jest nam światło białe. Jeśli taką kartkę oświetlimy światłem innym niż białe, to kolorowa plama może wyglądać inaczej. Przykładem tego jest wygląd nas samych w świetle zachodzącego czerwonego słońca. Zupełnie przecież inny niż w ciągu dnia. To jaki obraz zobaczymy uzależnione jest nie tylko od samego obrazu, ale również od światła jakim jest oświetlony.



Rys. 2.2 Widmo promieniowania elektromagnetycznego [1]



Rys. 2.3 Wykres chromatyczności [2]

Promieniowanie widzialne obejmuje zakres fali elektromagnetycznej od 380 do 780 nm. W skład widma, oprócz światła, wchodzi także ultrafiolet o mniejszych długościach fali niż światło widzialne oraz podczerwień o długościach większych.

## 2.3 Budowa oka ludzkiego

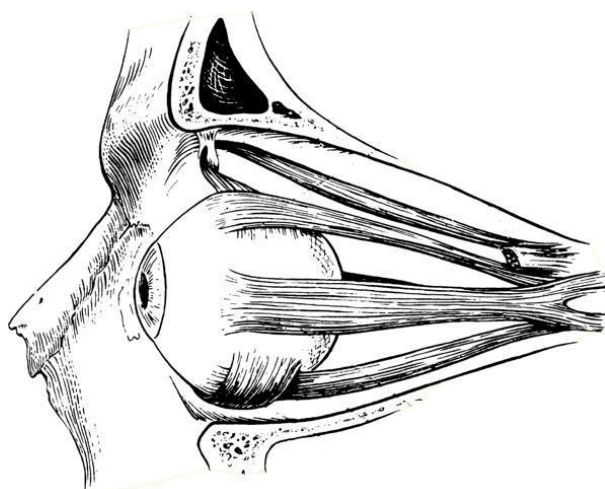
Narząd wzroku umożliwia nam zdobywanie bardzo dużej ilości informacji o otoczeniu. Dzięki niemu możemy bezpiecznie poruszać się w przestrzeni. Możemy analizować obserwowaną sytuację i podejmować odpowiednie kroki. Proces widzenia człowieka zaczyna się w oku. Obraz zarejestrowany przez siatkówkę oka jest przez nią wstępnie przetworzony i nerwem wzrokowym skierowany do mózgu. Tam przez odpowiednie ośrodki jest rejestrowany, przetwarzany i interpretowany. Dzięki temu zdobywamy około 83% informacji, które docierają do nas z otoczenia.

### 2.3.1 Oko ludzkie jako aparat fotograficzny

Oko ludzkie jest w przybliżeniu kulą o średnicy 25 milimetrów. Sześć mięśni pozwala oku poruszać się w każdą stronę (rys. 2.4). Z pozoru oko przypomina bardzo aparat fotograficzny (rys. 2.5) - posiada soczewkę rzucającą pomniejszony, odwrócony obraz oddalonego przedmiotu (obiektu) na wrażliwą na światło tylną, wewnętrzną jego powierzchnię zwaną siatkówką.

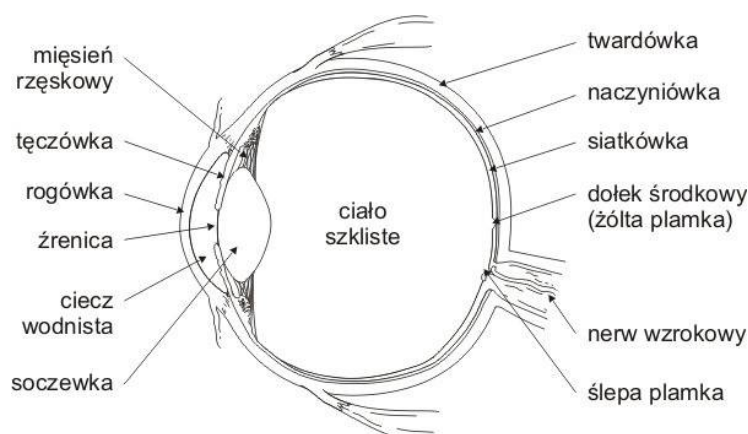
### 2.3.2 System optyczny

Nastawianie ostrości do widzenia na bliższą odległość nie jest osiągnięte przez zmianę odległości między soczewką a siatkówką - tak jak to się dzieje w aparacie fotograficznym - ale przez zmianę zdolności skupiającej soczewki. Możliwe jest to dzięki soczewce w oku, składającej się z elastycznych warstw i mięśni rzęskowych, które umożliwiają zmianę skupienia soczewki przez uczynienie jej bardziej okrągłą. Oko chronione jest zewnętrzną powłoką zwaną twardówką. Zbudowana jest ona z gęstych włókien łącznotkankowych. Pomiedzy twardówką i siatkówką jest jeszcze inna powłoka, zwana naczyniówką, która zawiera liczne naczynia krwionośne zaopatrujące oko w tlen i składniki odżywcze.



Rys. 2.4 Umocowanie gałki ocznej przez mięśnie umożliwiające poruszanie nią [2]



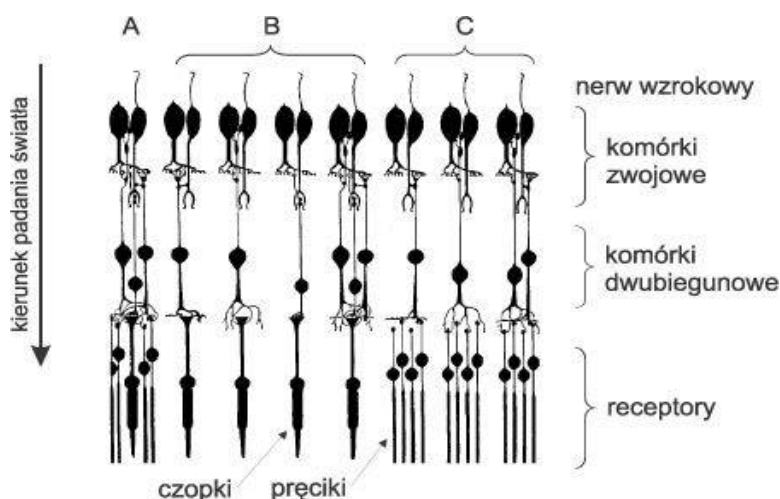


Rys. 2.5 Przekrój oka prawego widziany z góry

Z przodu twardówka jest przezroczysta i nazywa się rogówką. Za rogówką i zaraz bezpośrednio przed soczewką znajduje się okrągła zasłona zwana tęczą. Tęcza może przybierać bardzo różne kolory – to od ich barwy wzięły się kolory oczu. W centrum oka znajduje się otwór nazwany źrenicą. Otwór działa jak przysłona. Poprzez zróżnicowanie swojej średnicy, źrenica może w pewnym stopniu kontrolować ilość światła, które wpada do oka. Część oka między rogówką i soczewką jest wypełniona słonym płynem zwanym cieczą wodnistą. Pomiędzy soczewką i siatkówką oko wypełnione jest galaretowatą substancją zwaną ciałem szklistym. Utrzymuje ona kształt oka.

### 2.3.3 Pręciki i czopki

Siatkówka jest początkiem systemu nerwowego prowadzącego do mózgu. Składa się ona z więcej niż stu milionów światłoczułych końcówek nerwowych dwojakiego rodzaju. Z powodu swojego kształtu są one nazwane pręcikami i czopkami (rys. 2.6). Pręcików jest około 120 milionów, natomiast czopków około 6 milionów. Pręciki są rozmieszczone na całej siatkówce, poza żółtą plamką, w centrum osi wzrokowej. Miejsce to zwane jest również dołkiem środkowym. Czopki skoncentrowane są właśnie w żółtej plamce i występują dość rzadko w pozostałej części siatkówki. Nerw wzrokowy łączy siatkówkę z mózgiem, dokładniej z korą wzrokową. W miejscach gdzie nerw wzrokowy wchodzi do oka, nie występują ani pręciki ani czopki, a miejsce to nazywa się ślepą plamką. Część mózgu, która jest odpowiedzialna za percepcję wizualną, jest umiejscowiona na powierzchni po obu stronach szczeliny, która oddziela obie półkule mózgu w okolicach potylicznych kory mózgowej (rys. 2.8).



Rys. 2.6 Uproszczony schemat budowy siatkówki oka [2]

- A - czopki i pręciki połączone do włókna nerwowego;
- B - pojedyncze czopki połączone do włókna nerwowego;
- C - grupa pręcików połączona do włókna nerwowego

## 2.4 Proces widzenia

Proces widzenia człowieka zaczyna się w oku. Obraz zarejestrowany przez siatkówkę oka jest przez nią wstępnie przetworzony i nerwem wzrokowym skierowany do mózgu. Tam przez odpowiednie ośrodki jest rejestrowany, przetwarzany i interpretowany. Dzięki temu zdobywamy około 83% informacji, które docierają do nas z otoczenia.

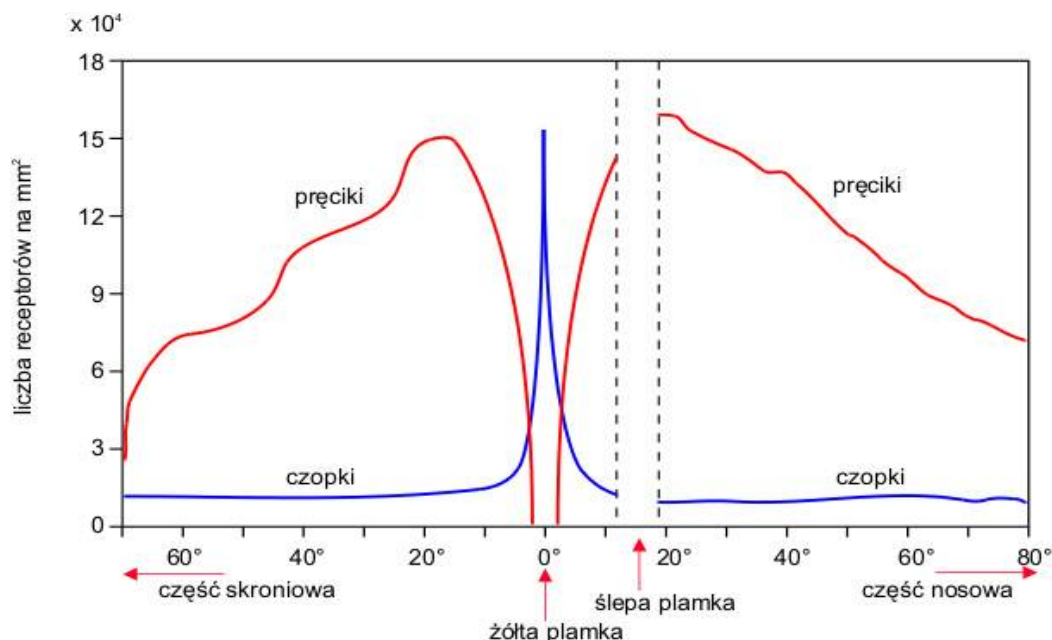
### 2.4.1 Dwie funkcje widzenia połączone w jednym narządzie

Unikalne właściwości oka to ogromny zakres wrażliwości w połączeniu z dużą zdolnością rozdzielczą i możliwością rozróżniania pomiędzy 100000 odcieni kolorów (przy dobrym oświetleniu). Uwzględniając procesy adaptacyjne, oko ludzkie może odbierać sygnały w zakresie od  $0,000001 \text{ cd/m}^2$  do  $100000 \text{ cd/m}^2$ . Właściwości te przypisywane są faktowi, że oko łączy w sobie dwie funkcje widzenia w jednym narządzie.

Za funkcje te odpowiedzialne są pręciki i czopki. Pręciki są wysoce światłoczułe i głównie odpowiedzialne za wykrywanie kształtu i ruchu. Nie mogą one jednak rozróżniać kolorów. Z drugiej strony czopki są mniej wrażliwe na światło, ale posiadają zdolność rozróżniania kolorów. Umożliwiają one nam również postrzeganie drobnych szczegółów.

Proces widzenia ma charakter elektrochemiczny. Kiedy w siatkówce komórki pręcikowe lub czopki zostają pobudzone światłem, to chemiczna kompozycja pigmentu zmienia się chwilowo. Powoduje to bardzo mały prąd elektryczny, który przechodzi do mózgu poprzez włókna nerwowe. Około sto pręcików jest połączonych z pojedynczym włókna nerwowym (rys. 2.6). W efekcie tego grupy pręcików są wysoce światłoczułe z powodu efektu sumowania się ich stymulacji. Z drugiej strony, ostrość jest niska, ponieważ mózg nie potrafi rozróżnić pojedynczych pręcików w grupie. W warunkach widzenia wyłącznie pręcikowego otrzymuje się raczej zamazany obraz. Pręciki nie

rozróżniają kolorów, ale wrażliwość pigmentu pręcika różni się dla różnorodnych kolorów widmowych. Maksymalna wrażliwość występuje przy falach o długości 507 nm (światło zielone, rys. 2.11).



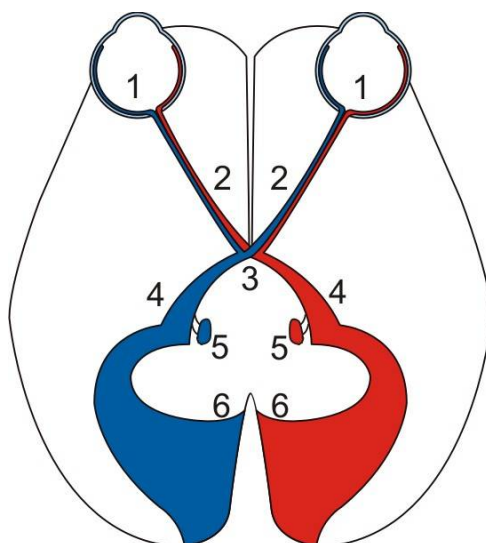
Rys. 2.7 Rozkład pręcików i czopków na siatkówce oka [2]

Czopki występują rzadko na powierzchni całej siatkówki, ale są gęsto upakowane w żółtej plamce (rys. 2.7). Inaczej niż pręciki, każdy czopek w dołku środkowym jest połączony indywidualnie z mózgiem. Rezultatem tego jest wysoka zdolność rozdzielcza. Z drugiej strony wrażliwość na światło jest o wiele niższa dla czopków niż dla pręcików. Z tego powodu, przy poziomach luminancji 3,5 cd/m<sup>2</sup> i mniejszych, czopki stopniowo przestają działać. Punkt maksymalnej czułości czopków występuje dla fali o długości 555 nm (kolor jasno żółty, rys. 2.11). Przy bardzo niskim poziomie oświetlenia, gdy czopki przestają już funkcjonować, działanie przejmują pręciki. Kolory niebieskie stają się wtedy jaśniejsze w porównaniu z barwami czerwonymi. Zjawisko to zostało odkryte w 1825 roku przez czeskiego fizjologa o nazwisku Johann Evangelista Purkinje i jest od tego czasu zwane zjawiskiem Purkiniego (w literaturze można również spotkać określenia "przesunięcie Purkiniego" oraz "objaw Purkiniego").

#### 2.4.2 Połączenie oka z mózgiem

Sposób, w jaki siatkówki obu oczu, połączone są z korą wzrokową półkul mózgowych w obu częściach mózgu, nie jest tak prosty, jak można by oczekiwać. Nerwy wzrokowe obu oczu łączą się bezpośrednio przed wejściem do wgłębienia czaszki, tworząc tak zwane skrzyżowanie wzrokowe. Później dzielą się one ponownie na dwa rozgałęzienia, tak zwane drogi wzrokowe, które łącząc się z ciałem kolankowatym bocznym prowadzą do obu części kory wzrokowej półkul mózgowych (rys. 2.8). Skrzyżowanie wzrokowe jest miejscem, gdzie nerw wzrokowy z każdego oka rozdziela się na dwie drogi wzrokowe w taki sposób, że każda z nich zawiera włókna wzrokowe pochodzące z obu oczu. W układzie tym lewa połowa kory wzrokowej przetwarza informacje wizualne pochodzące z lewej strony siatkówki obu oczu (prawa strona pola widzenia), natomiast prawa

połowa kory wzrokowej zajmuje się prawą stroną każdej z siatkówek (lewa strona pola widzenia).



Rys. 2.8 Schemat ideowy drogi wzrokowej, pokazujący jak siatkówki obu oczu są połączone z oboma połówkami kory wzrokowej [2]  
(1 - siatkówka, 2 - nerw wzrokowy, 3 – skrzyżowanie wzrokowe, 4 - droga wzrokowa, 5 - ciało kolankowate boczne, 6 - kora wzrokowa)

Każde włókno nerwowe tworzy połączenia pomiędzy jego końcem na siatkówce i szczegółowo zdefiniowanym miejscem w płatach potylicznych kory mózgowej. Z tego powodu możliwe jest przyporządkowanie określonej powierzchni siatkówki do punktów kory wzrokowej. Godny uwagi jest fakt, że obszar żółtej plamki zajmuje proporcjonalnie o wiele większy region kory wzrokowej niż pozostałe obszary siatkówki.

## 2.5 Czułość względna oka

Światło stanowi tylko bardzo małą część całkowitego spektrum promieniowania elektromagnetycznego. W rzeczywistości może ono być zdefiniowane jako ta część spektrum promieniowania, która może być "widziana". Górne i dolne granice spektrum widzialnego są jednak trudne do określenia, ponieważ widoczność w tych regionach granicznych może być mierzona tylko w środowisku laboratoryjnym przy bardzo dużych natężeniach (teoretycznie, granice te są na poziomie 309 nm przy ultrafiolecie i 1400 nm na podczerwonej stronie spektrum, ponieważ system optyczny oka staje się nieprzezroczysty dla fal o długościach zlokalizowanych poza tymi granicami.). Dla praktycznych warunków widzenia przyjmowany jest zwykle zakres pomiędzy 380 nm i 780 nm.

### 2.5.1 Widzenie fotopowe (dienne)

Podział w pręcikach i czopkach tłumaczy wiele z charakterystycznych właściwości ludzkiego oka. W normalnych warunkach widzenia (jest wystarczająco dużo światła), obraz oglądanego obiektu jest uzyskiwany w postaci ostrej w obszarze żółtej plamki, który jest tak mały, że zostaje zakryty obrazem księżyca w pełni. Większe obrazy są "skanowane" poprzez stałe ruchy oczu. Jest to dokładnie widoczne, gdy obserwuje się osobę czytającą książkę. Punkt skupienia wzroku jest jasno

postrzegany w pełnych barwach poprzez czopki żółtej plamki. Obrzeże wzroku, pokrywające kąt większy od  $200^\circ$ , podczas patrzenia obydwoma oczami i bez obracania głowy, nie daje szczegółowego obrazu, ale pozwala na postrzeganie ogólne. Idąc w kierunku obrzeża obrazu, postrzeganie kolorów zanika z powodu braku czopków. Ten stan wzroku, który występuje zawsze, gdy jest wystarczające światło, nazywa się widzeniem fotopowym.

### 2.5.2 Widzenie skotopowe (nocne)

Przy bardzo niskich poziomach oświetlenia (mniej niż  $0,035 \text{ cd/m}^2$ ) czopki nie funkcjonują. Dla porównania, widok w blasku księżyca, w pełni, ma luminancję na poziomie około  $0,01 \text{ cd/m}^2$ . Widzenie w takich warunkach jest realizowane wyłącznie poprzez pręciki, co powoduje obraz o małej rozdzielczości i bez kolorów. Z tego powodu powiedzenie: "W ciemnościach wszystkie koty są szare" ma tu sens dosłowny. Choć w takich okolicznościach trudno jest skupić wzrok na jakimś obiekcie, ruch jest jednak względnie łatwo wykrywalny. Ta sytuacja nazywana jest widzeniem skotopowym.

### 2.5.3 Widzenie mezopowe (zmiernocne)

Pomiędzy widzeniem fotopowym i widzeniem skotopowym istnieje stan przejściowy (pomiędzy  $0,035$  i  $3,5 \text{ cd/m}^2$ ), gdzie czopki częściowo jeszcze działają. Sytuacja ta nazywana jest widzeniem mezopowym.

### 2.5.4 Zmiana czułości oka wraz z długością fali

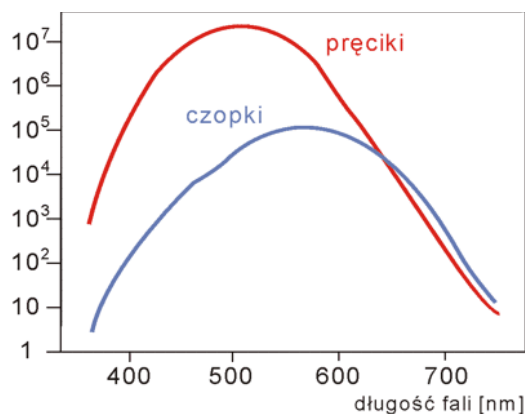
W zakresie widzialnym widma elektromagnetycznego, czułość oka waha się znacznie przy różnych długościach fal dla tej samej wartości energii. Na przykład, w warunkach widzenia fotopowego, oko jest około dwadzieścia pięć razy czulsze na światło o długości fali równej  $555 \text{ nm}$  (żółty), niż dla długości fali równej  $670 \text{ nm}$  (głęboka czerwień) lub  $450 \text{ nm}$  (fioletowo-niebieski). Szczytowa czułość dla widzenia skotopowego jest około  $50 \text{ nm}$  bliższa niebieskiego końca spektrum, niż maksymalna czułość dla widzenia fotopowego.

### 2.5.5 Krzywa czułości względnej oka

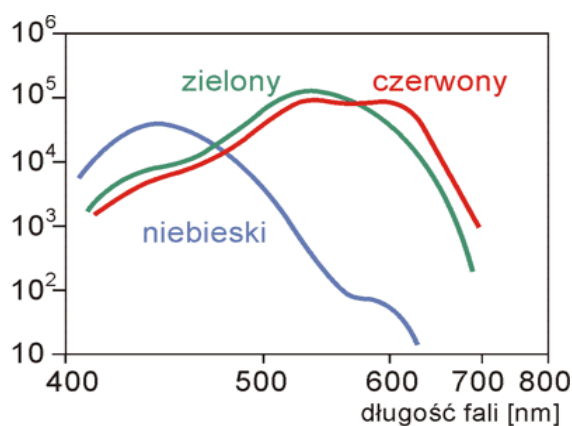
Krzywa czułości względnej oka była wielokrotnie szacowana w warunkach widzenia fotopowego, jak również w warunkach widzenia skotopowego i okazała się zadziwiająco zbieżna dla różnych badanych osób. Już w roku 1924, 'Commission International de l'Eclairage' (CIE) ustanowiła standardową krzywą czułości względnej oka dla warunków widzenia fotopowego, bazując na badaniach sześciu ekip naukowych, które przebadaly łącznie około 250 ludzi. W 1951 roku zdefiniowano podobną krzywą dla widzenia skotopowego oka. Krzywe te podają względne wrażliwości widzenia fotopowego ( $V$ ) lub wrażliwości widzenia skotopowego ( $V'$ ) jako funkcję długości fali ( $\lambda$ ), przez co są ogólnie nazywane krzywymi  $V(\lambda)$  lub  $V'(\lambda)$  (rys. 2.11). Wrażliwości szczytowe dla widzenia fotopowego i skotopowego zostały ustalone na poziomach kolejno  $555 \text{ nm}$  i  $507 \text{ nm}$ . Krzywa czułości względnej oka ma kluczowe znaczenie w technologii oświetleń, ponieważ tworzy łącznik pomiędzy radiometrycznymi i fotometrycznymi wielkościami fizycznymi i ich jednostkami.

Ponieważ każdy człowiek jest inny, to poszczególne osoby posiadają odmienny poziom wrażliwości nie tylko na kolor światła, ale również na jego intensywność. Sposób odbierania światła przez

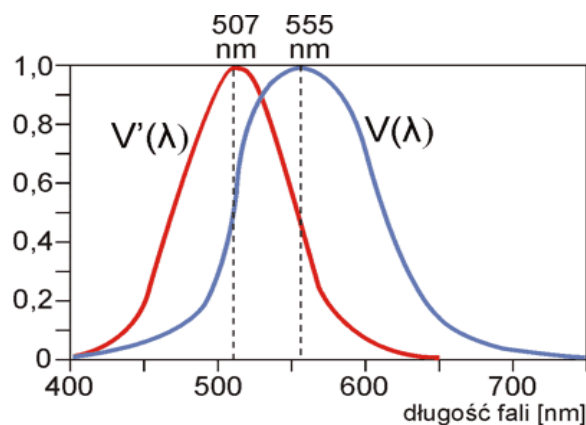
każdego człowieka jest zbliżony w charakterze do przedstawionego wykresu na rys. 2.11.



Rys. 2.9 Krzywe czułości względnej czopków i pręcików. Ilustrują różnice w czułości bezwzględnej [2]



Rys. 2.10 Przybliżone krzywe czułości względnej trzech receptorów barw w czopkach [2]. Obecnie wiadomo, że istnieją tak naprawdę trzy rodzaje czopków z pigmentami czułymi odpowiednio na czerwoną, niebieską i zieloną część widzialną widma



Rys. 2.11 Krzywa czułości względnej oka ludzkiego [2] dla widzenia fotonowego  $V(\lambda)$  i skotopowego  $V'(\lambda)$  według CIE

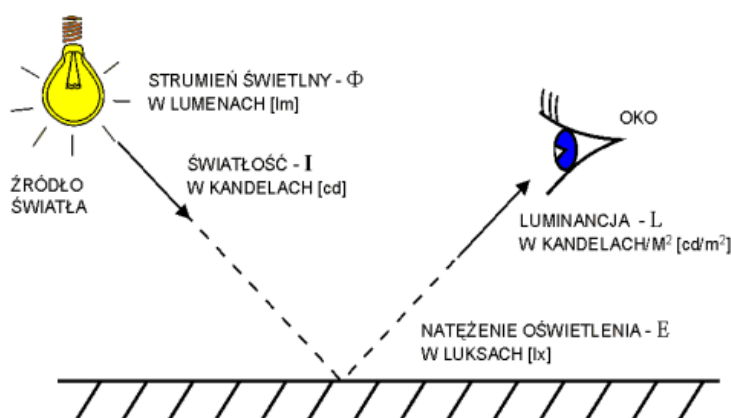
## 3. Parametry oświetleniowe

### 3.1 Podstawowe wielkości

Podstawowymi wielkościami oświetleniowymi są:

- strumień świetlny  $\Phi$  wyrażany w lumenach [lm],
- światłość  $I$  wyrażana w kandelach [cd],
- natężenie oświetlenia  $E$  wyrażane w luksach [lx],
- luminancja  $L$  wyrażana w  $[cd/m^2]$ .

Poniższy rysunek w uproszczony sposób obrazuje zależności między nimi.



Rys. 3.1 Podstawowe wielkości oświetleniowe

Strumień świetlny jest całkowitą mocą światła emitowaną przez źródło światła (lampę). Światłość określa ilość światła wysyłaną w konkretnym kierunku. Przy pomocy światłości tworzy się krzywe rozsyłu oprawy oświetleniowej. Natężenie oświetlenia jest z kolei tą ilością światła, która wysyłana z oprawy dociera do powierzchni pracy. To światło, które odbije się od powierzchni i dotrze do oka obserwatora nazywamy luminancją. Ogólnie luminancja jest ilością światła wysyłaną z określonej powierzchni. Luminancję posiada wszystko to, co widzimy. Również źródło światła ma luminancję, gdyż światło wysyłane jest zawsze z konkretnej powierzchni, czasami bardzo małej. Różnica jest tylko taka, że jest to duża luminancja, która razi oczy i mówimy wtedy o zjawisku zwanym olśnieniem.

### 3.2 Światło emitowane ze źródła światła

#### 3.2.1 Strumień świetlny

Parametrem określającym całkowitą moc światła emitowanego z danego źródła jest strumień świetlny. Wielkość tą wyprowadza się ze strumienia energetycznego (moc wysyłana, przenoszona

lub przejmowana w postaci promieniowania tzw. moc promienista) na podstawie stopnia jego oddziaływania na oko obserwatora normalnego (odniesieniowego):

$$\Phi = K_m \int_{400}^{780} \Phi_e(\lambda) \cdot V(\lambda) \cdot d\lambda$$

gdzie:

$\Phi_e$  - rozkład widmowy strumienia energetycznego,

$V(\lambda)$  - skuteczność świetlna widmowa względna,

$K_m$  - skuteczność świetlna promieniowania,

$\lambda$  - długość fali elektromagnetycznej.

W odniesieniu do źródeł światła, strumień świetlny oznaczany może być symbolem  $\Phi_{\text{zr}}$ . Natomiast moc światła wysyłanego przez oprawę określa strumień świetlny oprawy  $\Phi_{\text{opr}}$ . Dodatkowo dla opraw oświetleniowych podawany jest strumień świetlny półprzestrzeni dolnej  $\Phi_v$  i półprzestrzeni górnej  $\Phi_\wedge$ . Określają one moc światła wysyłanego z oprawy odpowiednio w dół i w górę.

### 3.2.2 Sprawność oprawy

Stosunek strumienia świetlnego oprawy do strumienia świetlnego źródła światła określany jest mianem sprawności oprawy:

$$\eta_{\text{opr}} = \frac{\Phi_{\text{opr}}}{\Phi_{\text{zr}}}$$

Parametr ten określa jaka część strumienia świetlnego źródła światła po przetworzeniu jest wysyłana przez oprawę. Definiowane są również sprawności oprawy osobno dla półprzestrzeni dolnej jak i górnej. Dla nasufitowych opraw oświetleniowych najistotniejsza jest sprawność w półprzestrzeni dolnej, ponieważ głównie światło wysłane z oprawy w dół, będzie tworzyło odpowiednią ilość światła np. na powierzchni biurka.

## 3.3 Światło wysyłane w określonym kierunku

### 3.3.1 Światłość

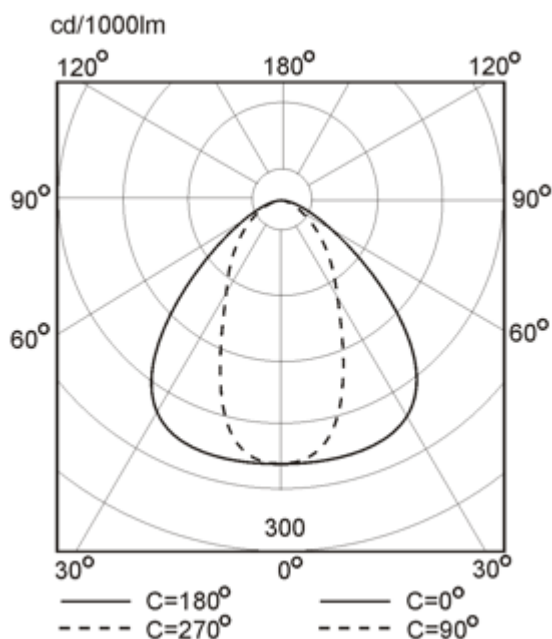
Wielkością określającą ilość światła wychodzącego ze źródła światła lub oprawy w ściśle określonym kierunku jest światłość. Liczona jest ona jako iloraz strumienia świetlnego  $\Phi$ , wysyłanego przez źródło w elementarnym kącie bryłowym  $\omega$  zawierającym dany kierunek, do wartości tego elementarnego kąta. Można ją wyliczyć ze wzoru:

$$I = \frac{\Phi}{\omega}$$



### 3.3.2 Wykres światłości

Aby przedstawić, jaki rozsył światła posiada oprawa (czasami również źródło światła), dokonywane są pomiary jej światłości w różnych kierunkach. Po przeliczeniu uzyskanych wyników na wartości, jakie uzyskałoby się przy zastosowaniu źródeł światła o łącznym strumieniu 1000 lm, tworzona jest krzywa światłości oprawy. Przeliczenie na 1000 lm umożliwia porównanie krzywych światłości stworzonych dla opraw z różnymi źródłami światła.

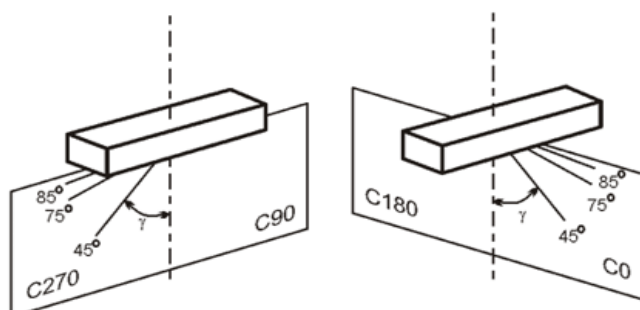


Rys. 3.2 Wykres światłości

Wykres podaje rozsył światłości oprawy w dwóch płaszczyznach:

- w płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez wzdłużną oś oprawy, płaszczyzny C90-C270,
- w płaszczyźnie prostopadłej do osi oprawy, płaszczyzny C0-C180.

Określa się je, jak na rysunku poniżej.



Rys. 3.3 Podział oprawy według płaszczyzn C0 - C180, C90 - C270 oraz kątów  $\gamma$

Jeżeli oprawa jest obrotowo-symetryczna, to rozsył światłości podawany jest tylko w jednej płaszczyźnie C. Natomiast w przypadku oprawy o rozsył niesymetrycznym, podawane są wartości światłości w płaszczyznach C w kątach co  $30^\circ$ , a nawet co  $15^\circ$ . Wykres światłości dostarcza podstawowej informacji o kształcie rozsyłu światłości oprawy. Może on być podany również w postaci wartości liczbowych.

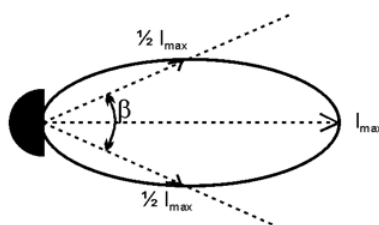
Poniższa tabela podaje wartości światłości w kątach od  $0^\circ$  do  $85^\circ$ , co  $5^\circ$  w czterech płaszczyznach: C0 - C180, C30 - C210, C60 - C240, C90 - C270.

Tabela 3.1 Wartości światłości

cd/1000lm $\gamma$	$0^\circ$	$30^\circ$	$60^\circ$	$90^\circ$
0	599	599	599	599
5	586	585	566	552
10	561	545	484	454
15	534	515	422	370
20	533	497	382	312
25	535	478	351	274
30	483	418	303	234
35	354	295	205	173
40	281	228	155	131
45	136	106	73	63
50	91	70	48	42
55	57	45	31	28
60	34	27	20	18
65	20	16	12	11
70	11	10	8	8
75	6	5	5	4
80	3	3	2	2
85	1	1	1	1

### 3.3.3 Kąt rozwarcia wiązki

Dla niektórych opraw projektorowych oprócz krzywej światłości podawany jest kąt rozwarcia wiązki  $\beta$ . Jest to kąt w płaszczyźnie przechodzącej przez oś wiązki, w zakresie którego światłość spada do określonej wartości procentowej swojej maksymalnej wartości np. do 50%  $I_{\max}$ . Obrazuje to poniższy rysunek.



Rys. 3.4 Kąt rozwarcia wiązki światła

## 3.4 Światło padające na powierzchnię

### 3.4.1 Natężenie oświetlenia

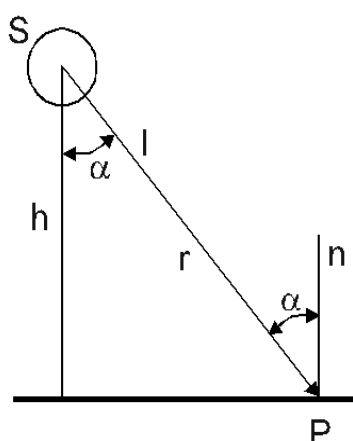
Kolejnym parametrem stosowanym w technice świetlnej jest natężenie oświetlenia. Jest to iloraz strumienia świetlnego  $\Phi$  padającego na elementarną powierzchnię  $S$ , zawierającą dany punkt, do wartości tej elementarnej powierzchni.

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

Inaczej mówiąc, natężenie oświetlenia jest to ilość światła padająca na powierzchnię, liczona w konkretnym punkcie.

### 3.4.2 Obliczanie natężenia oświetlenia metodą punktową

Poniższy rysunek przedstawia sytuację, w której punkt P na płaszczyźnie poziomej jest oświetlany przez pojedyncze źródło S.



Rys. 3.5 Natężenie oświetlenia w punkcie powierzchni

Przekształcając przedstawione wyżej równanie i przy założeniu punktowości źródła światła, możemy otrzymać wzór na natężenie oświetlenia w postaci:

$$E_p = \frac{I}{r^2} \cdot \cos \alpha = \frac{I}{h^2} \cdot \cos^3 \alpha$$

gdzie:

$E_p$  - natężenie w punkcie P rozważanej płaszczyzny [lx],

$I$  - światłość w kierunku punktu P [cd],

$r$  - odległość źródła do punktu P [m],

$\alpha$  - kąt między normalną  $n$  i kierunkiem padania światła,

$h$  - wysokość źródła nad rozważaną płaszczyzną [m].

Średnią wartość natężenia oświetlenia na danej powierzchni uzyskujemy, dzieląc sumę natężeń oświetlenia w poszczególnych punktach, przez liczbę tych punktów:

$$E_{sr} = \frac{\sum E_p}{n}$$

## 3.5 Światło oddziałujące bezpośrednio na wzrok

### 3.5.1 Luminancja

Oko ludzkie widzi powierzchnię, na którą pada światło. Odbija się ono od powierzchni i trafia do oka obserwatora. Powierzchnia wysyłająca światło posiada określoną luminancję, którą widzi człowiek.

Luminancja (w określonym kierunku, w punkcie powierzchni źródła albo odbiornika promieniowania) jest to iloraz strumienia świetlnego wychodzącego, padającego lub przenikającego przez elementarne pole powierzchni otaczające rozpatrywany punkt i rozchodzącego się w określonym stożku obejmującym ten kierunek, przez iloczyn kąta bryłowego tego stożka i rzutu prostokątnego elementarnego pola na płaszczyznę prostopadłą, do tego kierunku. Luminancja odzwierciedla ilość światła, która jest widziana przez obserwatora:

$$L = \frac{d^2\Phi}{d\omega \cdot ds \cdot \cos\alpha}$$

W wyniku przekształceń wzór można sprowadzić do postaci:

$$L = \frac{I}{S'}$$

przy czym  $S'$  jest powierzchnią pozorną świecącej powierzchni widzianą przez obserwatora.

Luminancję płaszczyzny odbijającej w sposób rozproszony obliczamy jako:

$$L = \frac{\rho}{\pi} \cdot E$$

gdzie:

$L$  - luminancja,

$\rho$  - współczynnik odbicia,

$\pi$  - stała = 3,14,

$E$  - natężenie oświetlenia na płaszczyźnie.

Jest to wzór dający poprawne wyniki dla powierzchni o rozproszonym charakterze odbicia. Może być on stosowany z wystarczającą dokładnością dla takich niebłyszczących powierzchni jak: matowo malowane ściany, standardowej jakości papier, dywany itp.

Nie może natomiast być stosowany do obliczania luminancji płaszczyzn drogowych, jakie obserwują kierowcy samochodów, ponieważ nawierzchnia drogi ma kierunkowo-rozproszony charakter odbicia.

## 4. Co dalej?

Opisane zagadnienia, to dopiero początek na drodze do poznania metod i technik właściwego wykorzystania światła. Jeśli po ich przeczytaniu czujesz niedosyt informacji, to dobrze. Oznacza to, że jesteś na dobrej drodze bycia prawdziwym oświetleniowcem. To wydanie „Techniki Świetlnej od podstaw” nie jest pracą ostateczną i skończoną. Na pewno powstaną kolejne wydania uzupełnione o nowe materiały. Tymczasem, po więcej informacji zapraszam na stronę internetową wortalu oświetleniowego [Światło i oświetlenie - www.swiatlo.tak.pl](http://www.swiatlo.tak.pl). Można tam znaleźć dalsze opisy zagadnień z Techniki Świetlnej, artykuły, porady, forum dyskusyjne, bazę literatury oświetleniowej i szereg innych przydatnych informacji. Poniżej lista dostępnych tam artykułów aktualna na dzień 18 lipca 2006r.

### Oświetlenie domu

- [Kryteria doboru oświetlenia w domu](#)
- [Nastrojowa sypialnia - cz.1](#)
- [Nastrojowa sypialnia - cz.2](#)
- [Oświetlenie w kuchni](#)
- [Oświetlamy pokój dzienny](#)

### Zastosowania

- [Zastosowanie nowoczesnych źródeł światła do oświetlenia wnętrz obiektów sakralnych](#)
- [Oświetlenie obiektów sakralnych na przykładzie Katedry Gnieźnieńskiej - cz.1 Iluminacja](#)
- [Oświetlenie obiektów sakralnych na przykładzie Katedry Gnieźnieńskiej - cz.2 Oświetlenie wnętrza](#)
- [Oświetlenie zewnętrzne hoteli](#)
- [Sztuka Iluminacji](#)
- [Budowanie wnętrza światłem na przykładzie sklepu](#)
- [Wprowadzenie do oświetlenia drogowego](#)
- [Optymalne wykorzystania oświetlenia na przykładzie hotelu](#)
- [Oświetlenie stoisk i sklepów mięsnych](#)
- [Oświetlenie sali lekcyjnej - wprowadzenie](#)
- [Oświetlenie sali lekcyjnej - przykład](#)
- [Oświetlenie ogólne gabinetu stomatologicznego](#)
- [Oświetlenie muzeów i galerii sztuki](#)
- [Oświetlenie sali komputerowej](#)
- [Oświetlenie kortów tenisowych](#)
- [Inteligentne sterowanie oświetleniem ulicznym w Oslo](#)
- [Inteligentne oświetlenie drogowe na autostradzie A16 w Holandii](#)
- [Oświetlenie dekoracyjne podkreśla wystrój wnętrz](#)
- [Oświetlenie stoisk z pieczywem i wypiekami](#)
- [Oświetlenie półek w sklepie](#)

## Sprzęt oświetleniowy

- [Źródła światła - cz.1 - Żarowe źródła światła Philips](#)
- [Źródła światła - cz.2 - Lampy wyładowcze - niskoprężne lampy rtęciowe](#)
- [Źródła światła - cz.3 - Wysokoprężne lampy wyładowcze](#)
- [Różnice między dawnym a nowym systemem świetlówkowym](#)

## Ciekawe tematy

- [Złudzenia optyczne](#)
- [Depresja zimowa a światło](#)
- [Wybrane aspekty historii oświetlenia - Początki](#)
- [Wybrane aspekty historii oświetlenia - Lampa naftowa i kolejne wynalazki](#)
- [Wybrane aspekty historii oświetlenia - Żarówka](#)
- [Jak odbijać światło?](#)
- [Dynamiczne, nowoczesne oświetlenie](#)

Główne sekcje serwisu [Światło i oświetlenie - www.swiatlo.tak.pl](#):

- [Forum](#) - gdzie możesz podyskutować na tematy oświetleniowe.
- [Artykuły](#) - dział z artykułami i poradami dotyczącymi sposobu oświetlania i stosowania sprzętu oświetleniowego.
- [Technika Świetlna](#) - sekcja, która zawiera podstawowe informacje z Techniki Świetlnej.
- [Słownik](#) - słownik terminów oświetleniowych.
- [Literatura](#) - lista [czasopism](#), [książek](#), oraz [norm](#) poruszających zagadnienia związane z oświetleniem.
- [Katalog](#) - zbiór stron internetowych pogrupowanych w sekcje: [serwisy internetowe](#), [światło w domu](#), [światło dla profesjonalistów](#), [artykuły w sieci](#), [różne](#), [psychofizjologia widzenia](#).
- [Upominki](#) - zobacz sam. Szczególnie polecam: wirtualne kartki, wygaszacze ekranu, kalendarze oraz humor z dowcipami, przysłowia, śmieszne obrazki i złudzenia optyczne.

## 5. Słowniczek

Opisy zamieszczonych terminów zawierają uproszczenia i w miarę możliwości tworzone są z wykorzystaniem słowa potocznego. Dlatego też nie mogą stanowić one precyzyjnej definicji zjawiska. Dokładnego wyjaśnienia terminów można szukać w normie PN-90/E-01005 *Technika świetlna. Terminologia* oraz w innej fachowej [literaturze](#). Przy niektórych słówkach zostały podane ich tłumaczenia na język angielski.

**Adaptacja** - proces przystosowania się narządu wzroku do zmiennych warunków oświetleniowych; stosowane są terminy: adaptacja do jasności, adaptacja do ciemności.

*słowo angielskie: adaptation*

**Barwa** - opis bodźca wywołującego u obserwatora wrażenie koloru; opis ten najczęściej podawany w postaci słownej, małoprecyzyjnej np. "czerwony", "zielony" dokładnie może być określony za pomocą składowych trójchromatycznych.

**Ciało czarne**, promiennik zupełny, promiennik Plancka - idealny promiennik temperaturowy; całkowicie pochłania padające na niego promieniowanie, niezależnie od długości fali, kierunku padania i jego polaryzacji.

**Cień** - obszar, do którego nie dochodzi światło, w wyniku pojawienia się nieprzeźroczystej przeszkody na drodze promieni świetlnych.

*słowo angielskie: shade*

**Darklight** (wymowa: darklajt) - w dosłownym tłumaczeniu "ciemne światło", jest to oprawa oświetleniowa wyposażona w wyblyszczony raster, najczęściej paraboliczny; zadaniem takiego rastra jest ograniczenie wysyłania światła na boki w celu zmniejszenia odbicia światła z opraw w monitorach komputerowych.

*słowo angielskie: darklight*

**Downlight** (wymowa: daunlajt) - w dosłownym tłumaczeniu "dolne światło" jest małą oprawą skupiającą światło w kierunku "z góry", najczęściej wmontowaną w sufit.

*słowo angielskie: downlight*

**Elektroluminescencja** - luminescencja spowodowana działaniem pola elektrycznego na gaz lub ciało stałe. Zjawisko to jest wykorzystywane w diodach elektroluminescencyjnych.

**Fotoluminescencja** - luminescencja spowodowana działaniem energii świetlnej na gaz lub ciało stałe.

**Fotometr** - przyrząd przeznaczony do pomiaru wielkości świetlnych.

**Fotometria** - nauka zajmująca się pomiarami wielkości charakteryzujących promieniowanie widzialne.



**Fotosynteza** - proces, w którym rośliny przy udziale chlorofilu zamieniają energię świetlną na energię chemiczną, potrzebną do wytworzenia glukozy z dwutlenku węgla i wody. Powstały przy tym tlen wydalany jest na zewnątrz.

**Goniofotometr** - przyrząd przeznaczony do pomiaru rozkładu przestrzennego wielkości świetlnych, np. źródła światła.

**Helioterapia** - leczenie za pomocą promieniowania słonecznego.

**Iluminacja** - pojęcie stosowane na określenie artystycznego oświetlenia budowli światłem sztucznym.

**Jaskra** - choroba oczu wynikająca ze zwiększonego ciśnienia śródgałkowego; bóle oczu i zaburzenia widzenia mogą być tego objawem.

**Jaskrawość** - fizyczny odpowiednik luminancji.

**Kąt rozwarcia wiązki** - kąt w płaszczyźnie przechodzącej przez oś wiązki, w zakresie którego światłość spada do określonej wartości procentowej swojej maksymalnej wartości. Przeważnie jest to 50%.

**Kontrast luminancji** - stosunek różnicy luminancji obserwowanego obiektu  $L_o$  i luminancji tła  $L_t$  do luminancji tła:

$$K = \frac{L_o - L_t}{L_t}$$

**Lampa** (źródło światła) - urządzenie elektryczne wykonane w celu wytwarzania światła.  
*słowo angielskie: lamp*

**Lampa fluorescencyjna** - patrz świetlówka.

**Lampa halogenowa** - lampa żarowa wypełniona gazem, zawierająca włókno (skrętkę) wolframowe i małą ilość halogenków.  
*słowo angielskie: halogen lamp*

**Lampa indukcyjna** - lampa o oznaczeniu QL działająca w oparciu o zasadę funkcjonowania niskoprężnej lampy rtęciowej, jednak bez zastosowania elektrod. Jonizacja gazu w przestrzeni wyładowczej uzyskiwana jest w procesie indukcji elektromagnetycznego pola wysokiej częstotliwości.  
*słowo angielskie: induction lamp*

**Lampa metalohalogenkowa** - lampa wyładowcza, w której światło powstaje w wyniku promieniowania mieszaniny par metalu (np. rtęci) i produktów rozkładu halogenków (np. halogenków talu, indu albo sodu).  
*słowo angielskie: metal halide lamp*

**Lampa o gorącym zapłonie** - lampa o gorącej katodzie, w której zaświecenie wymaga uprzednio podgrzania elektrod.

*słowo angielskie: hot-start lamp*

**Lampa o zimnym zapłonie** - lampa wyładowcza o konstrukcji nie wymagającej podgrzania elektrod w celu zapłonu.

*słowo angielskie: cold-start lamp*

**Lampa rtęciowa** - patrz niskopiętna lampa rtęciowa lub wysokopiętna lampa rtęciowa.

**Lampa rtęciowo-żarowa** - lampa zawierająca w tej samej bańce rurkę wyładowczą wysokopiętnej lampy rtęciowej oraz skrętkę lampy żarowej, połączone szeregowo.

**słowo angielskie: blended lamp**

**Lampa sodowa** - patrz niskopiętna lampa sodowa lub wysokopiętna lampa sodowa.

**Lampa żarowa** - lampa, w której światło wytwarzane jest poprzez podgrzanie jednego elementu (najczęściej jest to skrętka wolframowa) do momentu żarzenia. Podgrzanie jest skutkiem przepuszczenia przez skrętkę prądu elektrycznego. Lampa ta popularnie zwana jest żarówką.

*słowo angielskie: incandescent lamp*

**Laser** - przyrząd do wytwarzania bardzo wąskiej wiązki światła; światło lasera charakteryzuje się bardzo dużą monochromatycznością, kierunkowością rozchodzenia się i innymi szczególnymi własnościami fizycznymi.

**Luminancja** (w określonym kierunku, w punkcie powierzchni źródła albo odbiornika promieniowania) jest to iloraz strumienia świetlnego wychodzącego, padającego lub przenikającego przez elementarne pole powierzchni, otaczające rozpatrywany punkt i rozchodzącego się w określonym stożku obejmującym ten kierunek, przez iloczyn kąta przestrzennego tego stożka i rzutu prostokątnego elementarnego pola na płaszczyznę prostopadłą do tego kierunku. Luminancja odzwierciedla ilość światła, która jest widziana przez obserwatora:

$$L = \frac{d^2\Phi}{d\omega \cdot ds \cdot \cos\alpha}$$

lub

$$L = \frac{I}{S'}$$

gdzie I jest światłością, a S' powierzchnią pozorną świecącej powierzchni widzianą przez obserwatora.

*słowo angielskie: luminance*

**Luminescencja** - zjawisko świecenia gazu lub ciał stałych bez podnoszenia ich temperatury (w przeciwieństwie do świecenia termicznego, którego przykładem są włókna żarówki).

*słowo angielskie: luminescence*

**Luminofor** - substancja wykazująca luminescencję pod wpływem oddziaływania na nią promieniowania nadfioletowego, świetlnego lub innych czynników.

*słowo angielskie: luminophor, phosphor, fluorophor*

**Majaczenie światła** - poświata, która może być zauważona na zewnątrz wiązki światła; jest ona wywołana rozproszeniem światła w atmosferze.

**Natężenie oświetlenia** - iloraz strumienia świetlnego padającego na elementarną powierzchnię  $S$ , zawierającą dany punkt, do wartości tej elementarnej powierzchni:

$$E = \frac{\Phi}{S}$$

*słowo angielskie: illuminance*

**Niskoprężna lampa rtęciowa** - lampa zawierająca pary rtęci, pokryta warstwą luminoforu lub bez niej, w której ciśnienie cząstkowe par podczas pracy nie przekracza 100 Pa.

*słowo angielskie: low pressure mercury lamp*

**Niskoprężna lampa sodowa** - lampa zawierająca pary sodu, w której ciśnienie cząstkowe par podczas pracy nie przekracza 5 Pa.

*słowo angielskie: low pressure sodium lamp*

**Odbicie** - zmiana kierunku promieniowania przez powierzchnię, bez zmiany jego częstotliwości.

**Odbicie kierunkowe** - odbicie bez rozproszenia, odpowiadające prawom optyki geometrycznej.

**Odbicie kierunkowo-rozproszone** - odbicie częściowo kierunkowe i częściowo rozproszone.

**Odbicie rozproszone** - odbicie w różnych kierunkach, przy którym odbicie kierunkowe nie występuje w skali makroskopowej.

**Olśnienie** - warunki widzenia powstałe na skutek niewłaściwego rozkładu, bądź zakresu luminancji, bądź też występowania zbyt dużych kontrastów, powodujące uczucie przykrości i niewygody, lub obniżenie zdolności rozpoznawania szczegółów, lub przedmiotów, lub oba te wrażenia jednocześnie.

*słowo angielskie: glare*

**Olśnienie bezpośrednie** - olśnienie spowodowane przez świecące powierzchnie znajdujące się w polu widzenia.

*słowo angielskie: direct glare*

**Olśnienie odbiciowe** - olśnienie spowodowane przez odbicie światła od obserwowanej powierzchni do oka obserwatora.

*słowo angielskie: glare by reflection*

**Olśnienie pośrednie** - patrz olśnienie odbiciowe.

**Olśnienie przeszkadzające** polega na zakłócaniu czynności wzrokowej i niekoniecznie związane z uczuciem niewygody.

*słowo angielskie: disability glare*

**Olśnienie przykre** - olśnienie powodujące uczucie przykrości i niewygody widzenia oraz niekoniecznie związane z zakłóceniem czynności wzrokowej.

*słowo angielskie: discomfort glare*

**Oprawa** - urządzenie służące do rozsyłania, filtrowania lub przekształcania światła lampy lub lamp w niej zawartych, które zawiera niezbędne elementy do mocowania i ochrony lamp oraz przyłączenia ich do sieci zasilającej.

**Promieniowanie** - proces emisji i przenoszenia energii w postaci fal elektromagnetycznych.

**Raster** - osłona oprawy wykonana z elementów przeświecalnych lub nieprzeświecalnych i rozmieszczonych w taki sposób, aby ukryć lampy przed bezpośrednim widzeniem ich w określonym kącie.

**Reflektor** - urządzenie, w którym zjawisko odbicia zastosowane zostało w celu zmiany przestrzennej dystrybucji strumienia świetlnego ze źródła światła.

**Skuteczność świetlna** (źródła światła) - iloraz emitowanego strumienia świetlnego do zużytej mocy.

*słowo angielskie: luminous efficacy of a source*

**Spotlight** (wymowa: spotlajt) - mały projektor emitujący skoncentrowaną wiązkę światła, najczęściej o kącie nie większym niż 20 stopni.

*słowo angielskie: spotlight*

**Starter** - potoczna nazwa zapłonika do świetlówek.

*słowo angielskie: starter*

**Statecznik** - urządzenie pracujące w obwodzie elektrycznym z lampami wyładowczymi, służące głównie do stabilizowania prądu wyładowania.

*słowo angielskie: ballast*

**Strumień świetlny** - całkowita moc światła emitowanego z danego źródła. Wielkość tą wyprowadza się ze strumienia energetycznego (moc wysyłana, przenoszona lub przejmowana w postaci promieniowania tzw. moc promienista), na podstawie stopnia jego oddziaływania na oko obserwatora normalnego (odniesieniowego).

*słowo angielskie: luminous flux*

**Światłość** - iloraz strumienia świetlnego, wysyłanego przez źródło w elementarnym kącie przestrzennym zawierającym dany kierunek, do wartości tego elementarnego kąta.

*słowo angielskie: luminous intensity*

**Świetlówka** - lampa wyładowcza, w której światło wytwarzane jest przez wzbudzenie warstwy luminoforu, przy pomocy promieniowania ultrafioletowego, wytworzonego podczas wyładowania. Nazwę tę najczęściej stosuje się w odniesieniu do niskoprężnej lampy rtęciowej. Potocznie nazywana jest również jarzeniówką.

*słowo angielskie: fluorescent lamp*

**Temperatura barwowa** - temperatura ciała czarnego, w której wysyła ono promieniowanie o tej samej chromatyczności co promieniowanie rozpatrywane. Innymi słowy, jest to obiektywna miara wrażenia barwy danego źródła światła. Norma PN-EN 12464-1 wprowadza następujące przedziały: temperatura barwowa poniżej 3300 K - barwa ciepła, temperatura barwowa 3300 K – 5300 K - barwa neutralna, temperatura barwowa powyżej 5300 K - barwa chłodna.

*słowo angielskie: colour temperature*

**Tęcza** - barwny łuk, który powstaje wskutek załamania, rozszczepienia i całkowitego odbicia światła słonecznego w kropelkach wody znajdujących się w atmosferze; często nad łukiem głównym, w kolorach od czerwonego na zewnątrz do fioletowego wewnątrz można zaobserwować drugi, mniej intensywny łuk, o barwach o odwrotnej kolejności.

**Urządzenie zapłonowe** - urządzenie elektryczne, które zapewnia odpowiednie warunki potrzebne do zapoczątkowania wyładowania.

**Widmo optyczne** - obraz powstały w wyniku rozłożenia światła na składowe o różnych długościach fali.

**Widmo optyczne absorpcyjne** - widmo światła przechodzącego przez substancję pochłaniającą fale o określonych długościach.

**Widmo optyczne ciągłe** - widmo promieniowania temperaturowych źródeł światła np. żarówki.

**Widmo optyczne emisyjne** - widmo emitowane przez źródło światła.

**Widmo optyczne pasmowe** - widmo charakteryzujące cząsteczki związku chemicznego; emitowane jest przez lampy wyładowcze działające na zasadzie pobudzania cząstek chemicznych do świecenia.

**Wskaźnik oddawania barw** - oznaczany jako  $R_a$  lub CRI, niesie informacje o tym, w jakim stopniu dane źródło światła umożliwia obserwację kolorów.

*słowo angielskie: colour rendering index*

**Wskaźnik statecznikowy strumienia** - stosunek strumienia świetlnego wypromieniowanego przez lampę odniesienia, działającą ze statecznikiem badanym, do strumienia świetlnego wypromieniowanego przez tę samą lampę, gdy działa ze statecznikiem odniesienia (definicja z PN-90/E-01005).

*słowo angielskie: ballast lumen factor*

**Współczynnik oddawania kolorów** - patrz „wskaźnik oddawania barw”.

**Wysokoprężna lampa rtęciowa** - lampa zawierająca pary rtęci, pokryta warstwą luminoforu lub bez niej, w której ciśnienie cząstkowe podczas pracy dochodzi do  $10^5$  Pa.

*słowo angielskie: high pressure mercury lamp*

**Wysokoprężna lampa sodowa** - lampa zawierająca pary sodu, w której ciśnienie cząstkowe podczas pracy jest rzędu  $10^4$  Pa.

*słowo angielskie: high pressure sodium lamp*

**Załamanie światła** - zmiana kierunku promienia świetlnego podczas jego przejścia z jednego ośrodka do drugiego.

**Zapłonnik** - urządzenie służące do zapłonu lamp wyładowczych poprzez podgrzanie elektrod lub przepięcie w obwodzie ze statecznikiem.

*słowo angielskie: ignitor*

## 6. Literatura

- [1] „Katalog źródeł światła i baterii”, Philips Lighting Poland S.A., 1996
- [2] materiały prezentacyjne Philips Lighting dzięki uprzejmości firmy Philips Lighting Poland S.A. O/Kętrzyn
- [3] materiały udostępnione przez dr inż. Małgorzatę Górczewską
- [4] „Correspondence Course Lighting Application”, Philips Lighting B.V., 1985
- [5] „BASICS OF LIGHT” materiały szkoleniowe z kursu Philips Lighting B.V.
- [6] „Lighting manual”, Philips Lighting B.V., 1993
- [7] „Technika Świetlna ‘98”, artykuł Agnieszki Wolskiej „Psychofizjologia widzenia” s. 135, Polski Komitet Oświetleniowy, Stowarzyszenie Elektryków Polskich, Warszawa 1998
- [8] Jerzy Bąk „Obliczanie oświetlenia ogólnego wewnątrz”, WNT, Warszawa 1983
- [9] Wiesław Demidow “Patrzeć i widzieć”, NOT-SIGMA, Warszawa 1989
- [10] Ignacy Baran „Racjonalne oświetlenie pomieszczeń pracy”, Instytut Wydawniczy CRZZ, Warszawa 1972
- [11] Przemysław Oziemblewski „Podstawy Techniki Świetlnej”, Philips Lighting Poland S.A., Piła 1996
- [12] magazyn „[Widzieć więcej](#)”, Philips Lighting Poland S.A. O/Kętrzyn, lata 2003-2005
- [13] Multimedialna Encyklopedia Powszechna „Wiem 2001”, [www.wiem.onet.pl](http://www.wiem.onet.pl)
- [14] PN-90/E-01005 - Technika świetlna. Terminologia.

Zainteresowanych literaturą z zakresu Techniki Świetlnej odsyłam do sekcji [Literatura](#) internetowego serwisu „Światło i oświetlenie”. Dostępna jest tam lista [czasopism](#), [ksiązek](#), oraz [norm](#) poruszających zagadnienia związane z oświetleniem.

Pobrano ze strony wydawnictwa Escape Magazine

<http://www.escapemag.pl>

