

Projektowanie miejsc pracy przy komputerze

Wykład: „Projektowanie oświetlenia miejsc pracy przy komputerze”

dr inż. Walery Susłow
swalover@ie.tu.koszalin.pl



Plan wykładu

- Wpływ oświetlenia na obciążenie wzroku użytkownika komputera.
- Najlepsze warunki oświetlenia monitora, klawiatury.
- Rodzaje oświetlenia.
- Stosowanie oświetlenia miejscowego.
- Regulowanie jasności i kontrastu monitora pod warunki oświetlenia.
- Aparatura oświetleniowa.



Ogólne uwagi dotyczące oświetlenia

Światło jest to część promieniowania elektromagnetycznego, która ma właściwości pobudzające receptor wzroku.

Podstawowymi wielkościami świetlnymi są:

- Światłość I , czyli ilość światła u źródła, wyrażana w kandelach (cd).
- Natężenie E , czyli ilość światła padającego na powierzchnię, wyrażana w luxach (lx).
- Luminancja L , czyli ilość światła odbitego od powierzchni wyrażana w nitach, stilbach, apostilbach (nit, sb, asb).



Ogólne uwagi dotyczące oświetlenia cd.

- Wzrok ludzki przystosowany jest do oświetlenia naturalnego, którego źródłem jest słońce.
- Skład widmowy światła słonecznego umożliwia dokładne rozróżnienie barw, natomiast korzystne rozproszenie światła przez atmosferę pozwala na dobre widzenie plastyczne przedmiotów.
- Światło dzienne stwarza najlepsze warunki widzenia dla każdej pracy, a tym samym zapewnia jej bezpieczeństwo.



Powody do poważnego traktowania oświetlenia

Właściwe oświetlenie:

- Zapobiega przedwczesnemu osłabieniu wzroku.
- Ułatwia właściwe rozróżnianie barw w otoczeniu.
- Ułatwia eksploatację urządzeń, usprawnia transport.
- Zwiększa jakość i wydajność pracy, sprawność i szybkość postrzegania.
- Zmniejsza czas reakcji, ilość błędów.
- Zmniejsza zmęczenie psychiczne i fizyczne, wprowadza dobre samopoczucie, zwiększa estetykę i wygodę.



Powody do poważnego traktowania oświetlenia cd.

Nieprawidłowe oświetlenie prowadzi do

- Bólu głowy.
- Zmniejszenia ostrości widzenia i wrażliwości na kontrast.
- Zmniejszenia szybkość spostrzegania.
- Zaczerwienienia powiek i spojówek.
- Podrażnienie i pieczenie spojówek, łzawienia.
- Podwójnego widzenia.



Zadania wzrokowe przy pracy z komputerem

- Czytanie drukowanego tekstu na dokumencie i znaków na klawiaturze.
- Czytanie znaków na monitorze (znaki mogą być jasne na ciemnym tle lub ciemne na jasnym tle).
- Praca z grafiką komputerową.

Projektowanie oświetlenia do pracy przy komputerze wymaga stosowania oświetlenia zapewniającego dobre warunki widzenia dla ww. zadań wzrokowych.



Jakość oświetlenia

Na jakość oświetlenia w danym pomieszczeniu, którą ma zapewnić określony system oświetleniowy, mają wpływ następujące parametry:

- poziom natężenia oświetlenia,
- rozkład luminancji,
- ograniczenie olśnienia,
- barwa światła (temperatura barwowa).



Jakość oświetlenia: olśnienie

Olśnienie w znaczny sposób ogranicza jakość pracy obniżając kontrast. Przeciwdziałanie olśnieniom:

- Rozplanowanie systemu oświetlenia lub rozlokowanie miejsc pracy, unikanie oświetlenia nad miejscem pracy.
- Zwiększenie strumienia świetlnego padającego z kierunków bocznych na obiekt pracy pod kątem ostrym, różnym od kąta obserwacji.
- Stosowanie opraw mających dużą, dolną powierzchnię świecąca i małą luminację.
- Projektowanie stanowisk pracy i stosowanie materiałów do pracy o powierzchniach ze zmniejszonym odbiciem.



Oświetlenie naturalne

Oświetlenie **górne** stosuje się w budynkach parterowych i na ostatnich piętrach budynków wielokondygnacyjnych.

Oświetlenie to stanowią różnego rodzaju świetliki: trapezowe, trójkątne, latarniowe, wklęsłe, szedowe.

Oświetlenie **boczne** - stosowane w pomieszczeniach o niewielkiej głębokości, w których konstrukcja umożliwia instalację okien.

Wielkość okien w stosunku do podłogi ma być w proporcji:

- 1:5 przy pracach precyzyjnych,
- 1:7 przy pracach średnio dokładnych,
- 1:10 przy pracach nie wymagających precyzji.



Oświetlenie naturalne cd.

Natężenie oświetlenia naturalnego zależy od:

- orientacji budynku, geometrii pomieszczenia i okna,
- wypełnienia na drodze: źródło światła - pole obserwacji,
- pory dnia, roku, warunków atmosferycznych,
- odległości innych budynków od badanego pomieszczenia i ich elewacji (barwa, gładkość, rodzaj użytego materiału),
- wysokości okna i jego umieszczenia w ścianie bocznej,
- stosunku powierzchni okna do powierzchni podłogi,
- kąta widzenia nieboskłonu z miejsca obserwacji.



Oświetlenie naturalne na stanowisku komputerowym

Pozwala:

- Zapewnić wystarczające natężenie oświetlenia,
- Uzyskać pożądaną kierunek padania światła,
- Uzyskać pożądaną kontakt wzrokowy pracowników z otaczającą przyrodą !

Należy:

- Zapobiec nadmiernemu przedostawaniu się bezpośredniego promieniowania słonecznego do wnętrza,



Oświetlenie sztuczne

Ze względu na sposób wytwarzania światła sztuczne źródła można podzielić na **termiczne** i **luminescencyjne**.

W zależności od sposobu rozmieszczenia źródeł w pomieszczeniu wprowadzono podział na następujące **systemy oświetlenia**:

- ogólne - równomiernie oświetla całe pomieszczenie,
- miejscowe - oświetla samo stanowisko pracy,
- zlokalizowane - oświetlana jest równomiernie cała powierzchnia stanowiska pracy,
- złożone - kombinacja poprzednich sposobów oświetlenia.

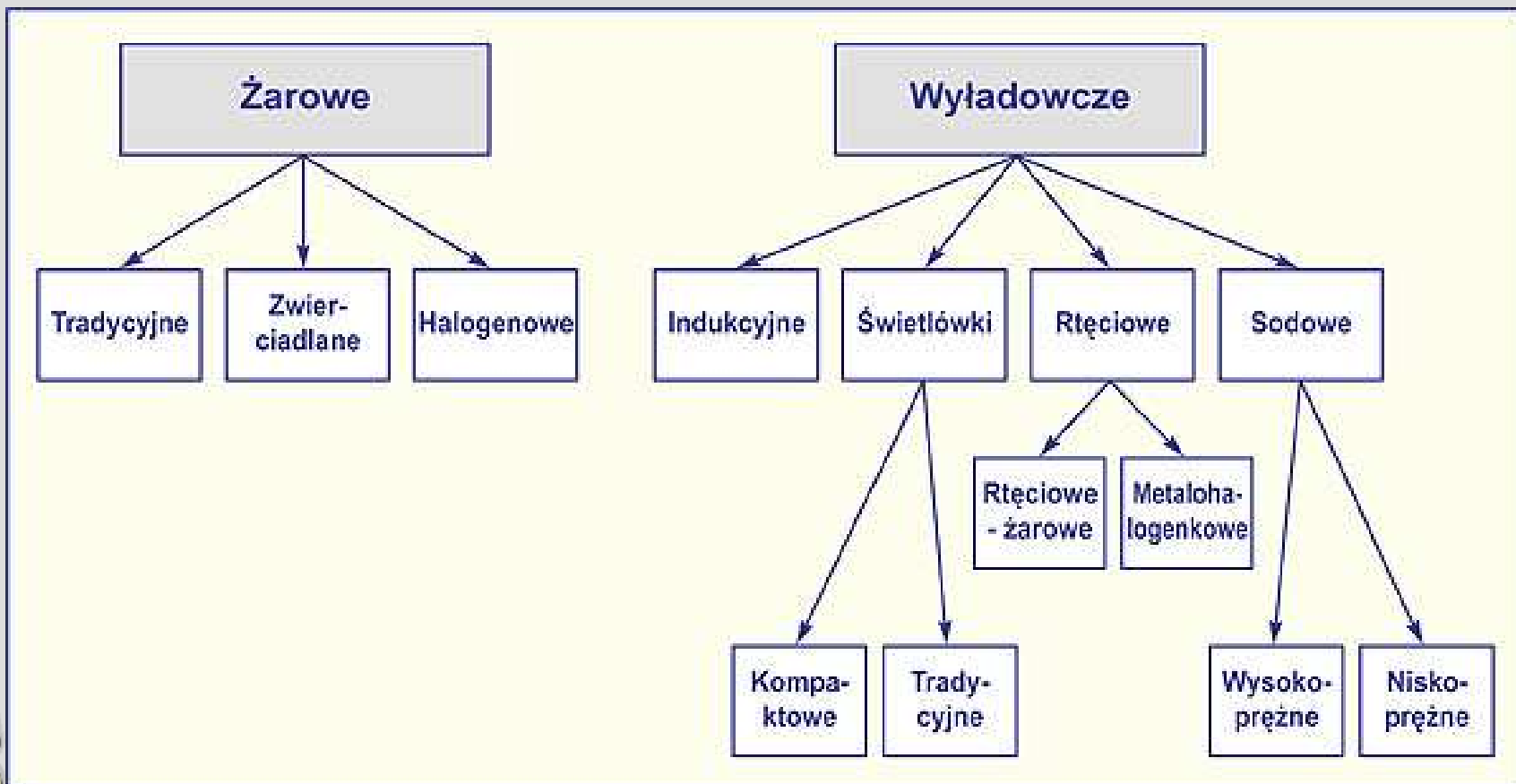


Oświetlenie sztuczne – źródła światła

- Źródła światła sztucznego -- temperaturowe **żarówki** i gazowyładowcze **świelówki** (patrz dodatek do prezentacji).
- Żarówki dają światło o barwie jasnożółtej, wpływają korzystnie na samopoczucie człowieka, ale utrudniają prawidłową ocenę barw.
 - Wadą żarówek jest ich promieniowanie cieplne.
- Świelówki mogą dostarczać światło o składzie widmowym zbliżonym do światła dziennego. Wydajność lamp jarzeniowych jest 3 do 4 razy większa od żarówek, charakteryzują się one też dużą trwałością.
 - Wadą świelówek jest tętnienie światła.



Oświetlenie sztuczne – źródła światła cd.



Oświetlenie sztuczne: barwa światła

- Wygląd określonego przedmiotu może ulegać zmianom w warunkach oświetlania różnymi typami źródeł światła.
- Właściwości oddawania barw przez źródła światła charakteryzuje się wskaźnikiem oddawania barw **Ra**
 - Jest on miarą stopnia zgodności wrażenia barwy przedmiotu oświetlonego danym źródłem z wrażeniem barwy przedmiotu oświetlonego odniesieniowym źródłem światła.
- Maksymalna możliwa wartość **Ra** wynosi 100. Przyjmuje się ją dla światła dziennego i większości źródeł żarowych (najlepsze właściwości oddawania barw).



Oświetlenie sztuczne: barwa światła, cd.

W zależności od wykonywanych czynności zaleca się stosowanie źródeł światła o wskaźniku oddawania barw Ra:

- >90, dla stanowisk pracy, na których rozróżnianie barw ma zasadnicze znaczenie, jak np. kontrola barwy, przemysł tekstylny i poligraficzny, sklepy.
- Od 80 do 90 dla biur, dla sal szkolnych i wykładowych.
- Od 40 do 80 dla innych prac, gdzie rozróżnianie barw nie ma zasadniczego lub istotnego znaczenia.



Oświetlenie sztuczne na stanowisku komputerowym

Należy unikać:

- zbyt dużych różnic między natężeniem oświetlenia stanowiska komputerowego i powierzchni otaczających;
- olśnienia, czyli stanu przemijającego niedowidzenia, przez stosowanie odpowiednich opraw oświetleniowych.

Należy dążyć do:

- prawidłowego ukierunkowania światła eliminującego odbłyski na monitorze, z przestrzeni objętej polem widzenia powinno pochodzić jedynie światło odbite,
- uzyskania prawidłowego kontrastu świetlnego między obserwowanym monitorem, powierzchnią biurka i tłem.



Oświetlenie sztuczne: tętnienie i zmiany aperiodyczne światła

- Fakt zmian strumienia świetlnego w rytm zmian prądu przemiennego, od wartości minimalnej do maksymalnej, nazwano tętnieniem światła.
- Wykorzystywane obecnie źródła światła są zasilane prądem przemiennym o częstotliwości 50 Hz. Wówczas częstotliwość zmian światła wynosząca 100 Hz jest prawie niedostrzegalna dla naszego wzroku.
- Tętnienie światła występuje w żarówkach w różnym stopniu, zależnie od grubości włókna wolframowego (bezwładność termiczna). Problem tętnień jest uciążliwy, wówczas gdy stosujemy lampy wyładowcze (świetlówki).



Oświetlenie sztuczne: tętnienie i zmiany aperiodyczne światła cd.

- W przypadku oświetlania świetlówkami stanowisk pracy z ruchomymi elementami może wystąpić efekt stroboskopowy.

Działania ograniczające polegają na:

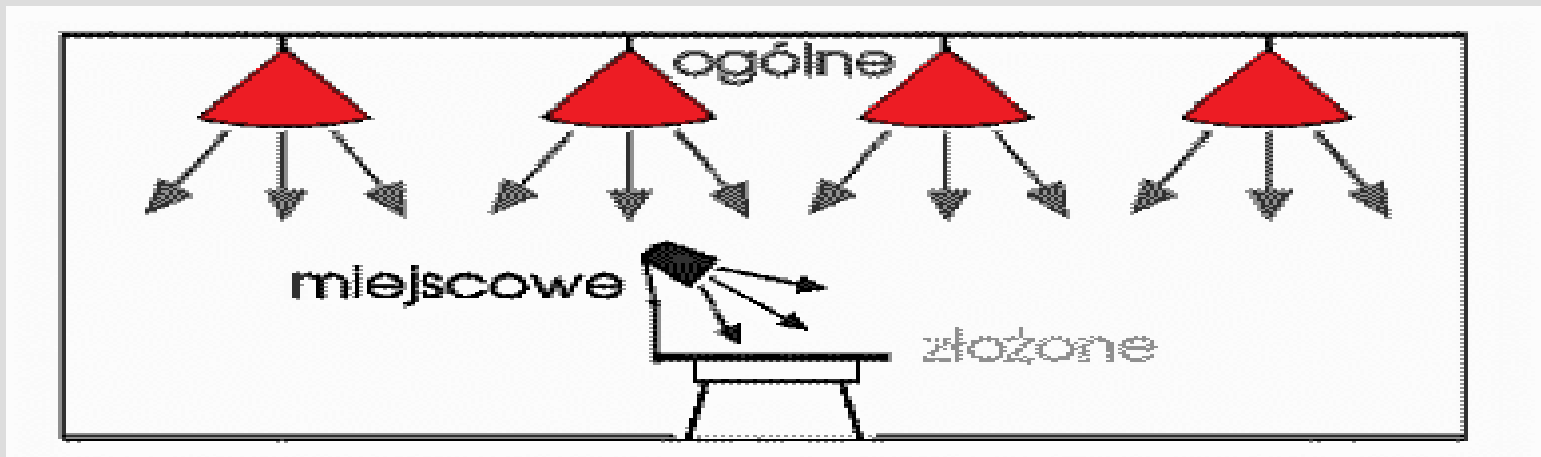
- zasilaniu sąsiednich opraw z różnych faz,
 - stosowaniu układu anty-stroboskopowego lub elektronicznego układu podwyższającego częstotliwość zasilania.
- Tętnienie światła jest zaliczane jedynie do czynników uciążliwych, jednak wymaga ograniczenia, ponieważ może niekorzystnie wpływać na samopoczucie człowieka.



Trzy podstawowe rodzaje oświetlenia

Ze względu na sposób rozmieszczania opraw oświetleniowych we wnętrzu wyróżnia się:

- oświetlenie ogólne - równomierne oświetlenie stanowiska,
- oświetlenie miejscowe - dodatkowe oświetlenie przedmiotu pracy wzrokowej (klawiatura, copyholder itd.),
- oświetlenie złożone.



Rodzaj oświetlenia 'miejscowe' – zasady ogólne

- Usuwa cieni, olśnienia, powiększa kontrast.
- Nie wolno go stosować bez oświetlenia ogólnego, ze względu na szkodliwość dla oczu (zbyt duży stosunek luminancji pomiędzy obserwowanym przedmiotem a otoczeniem).
- Kierunkowe źródła światła należy tak umieszczać, by nie powodowały odbić w kierunku linii wzroku.
- Światło nie powinno padać na ekran monitora.
- Zalecane jest stosowanie regulatora natężenia oświetlenia.



Rodzaj oświetlenia 'miejscowe' – sprzęt

- LAMPY BIUROWE Z REGULOWANYM RAMIENIEM.
- GÓRNE OŚWIETLENIE Z LAMPAMI O KIERUNKOWYM STRUMIENIU PADANIA ŚWIATŁA (ŚWIATŁO NIE MOŻE PADAĆ BEZPOŚREDNIO NA EKRAŃ MONITORA).
- LAMPY STOJĄCE SKIEROWANE KU SUFITOWI.



Charakterystyczne sposoby oświetlenia miejscowego

Sposoby oświetlenia miejscowego polegają na zróżnicowaniu umieszczania opraw:

- układ 'a' doświetlający, zapewnia równomierne doświetlenie pola pracy wzrokowej lub uwidocznienie szczegółów o małym kontraście. Kierunek padania strumienia świetlnego w tym układzie nie odgrywa znaczącej roli;
- układ 'b' odbijający do oczu, zapewnia uwidocznienie szczegółu przez postrzeganie odbicia od przedmiotu pracy wzrokowej o zróżnicowanych własnościach odbijających światło.



Charakterystyczne sposoby oświetlania miejscowego cd.

- Układ c odbijający kierunkowo, umożliwia ujawnienie nierównomierności powierzchni przez zauważenie cieni powstałych od tych nierównomierności na skutek skierowania światła pod małym kątem względem powierzchni obserwowanego przedmiotu.
- Układ d ujawniający szczegóły w świetle przychodzącym (z oprawą rozpraszającą), umożliwia prześwietlenie przedmiotu.



Rodzaj oświetlenia 'miejscowe' – sposoby oświetlenia c.d.

Sposoby oświetlania miejscowego polegają na doborze oprawy oświetlenia ze względu na jej średnią luminancję i wielkość powierzchni świecącej oraz odpowiednim jej umieszczeniu w stosunku do oka obserwatora.

- Umieszczenie to wynika z charakterystyki odbiciowej przedmiotu pracy wzrokowej oraz wymagań dotyczących oświetlenia.
- Charakterystyka przedmiotu pracy wzrokowej zależy od jego wartości współczynników odbicia i przepuszczania oraz od faktury jego powierzchni.



Oprawy oświetleniowe

Najkorzystniejsze o rozsyłe światłości kształowanym przez głębokie zwierciadlane odbłyśniki paraboliczne oraz metalizowane, paraboliczne rastry dark-light, ich zalety :

- kierunki promieniowania leżą w płaszczyźnie prostopadłej do osi obserwacji (ograniczenie odbić od przedmiotów znajdujących się na biurku),
- większe natężenie oświetlenia,
- intensywniejsze oświetlenie stanowisk pracy z boku w porównaniu z innymi kierunkami.



Oprawy oświetleniowe c.d.

Oprawy oświetleniowe, umożliwiające racjonalne wykorzystanie strumienia świetlnego:

- Lampy do oświetlenia bezpośredniego (wysyłają 90% lub więcej światła), zbudowane są w kształcie stożka skierowanego na oświetloną powierzchnię. Lampy te można stosować wówczas gdy oświetlenie ogólne zmniejsza kontrasty i cienie.
- Lampy do oświetlenia rozpraszającego mają zazwyczaj postać kuli mleczej, wysyłają równomierne oświetlenie we wszystkich kierunkach. Stosowane są jako oświetlenie ogólne gdyż dają cienie o nieostrych brzegach, dobrze oświetlają płaszczyzny pionowe.



Oprawy oświetleniowe c.d.

- Lampy do oświetlenia wielokierunkowego. Typowym przykładem są kule ze szkła opalizującego. Dają one równomierne oświetlenie we wszystkich kierunkach, a światło tych lamp powoduje często olśnienie i dlatego nie należy ich stosować do pracy przy komputerze.
- Lampy do oświetlenia pośredniego - kierują 90% strumienia świetlnego na sufit. Dają one równomierne oświetlenie płaszczyzn zarówno poziomych jak i pionowych, nie tworząc cieni. Nie zaleca się stosowania tych lamp w pomieszczeniach do pracy jeśli nie zainstalowano tam dodatkowego oświetlenia stanowisk roboczych.



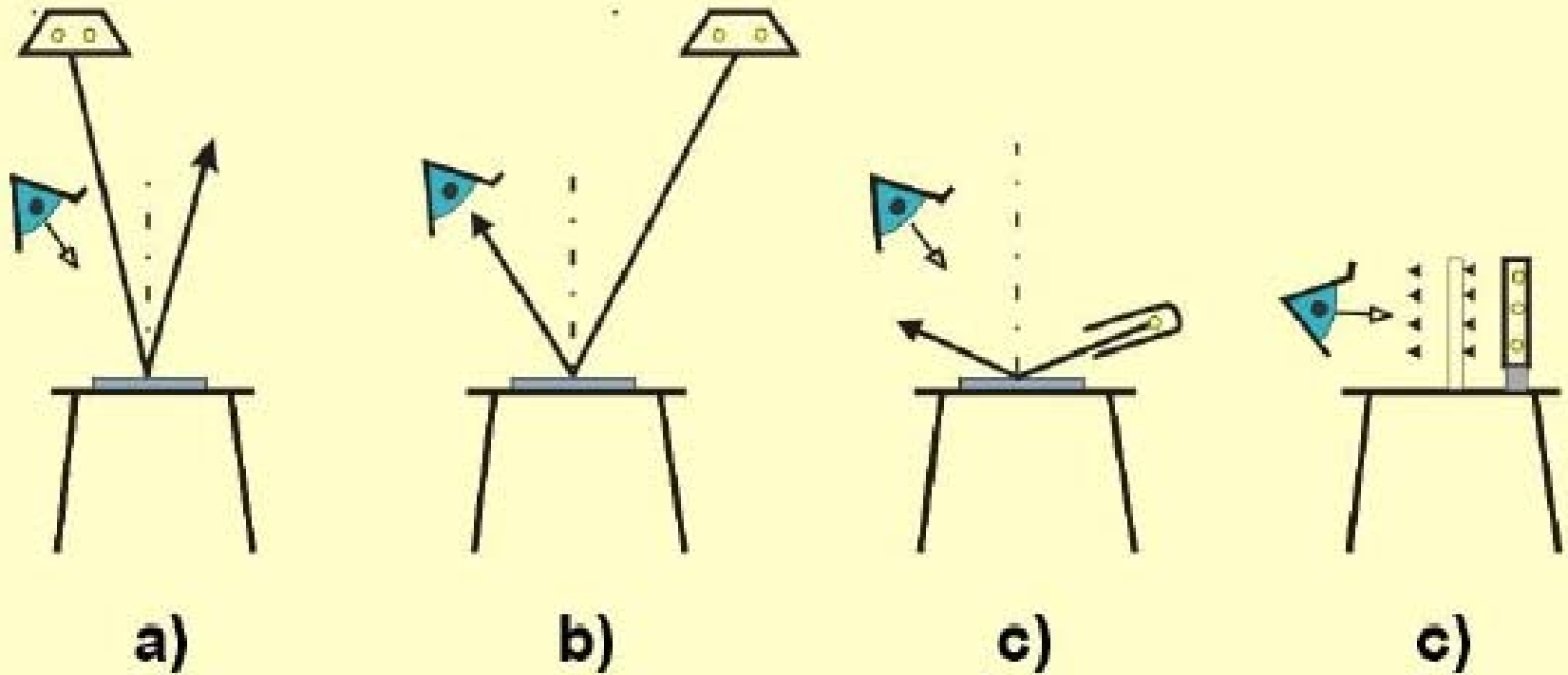
Oprawy oświetleniowe do oświetlenia miejscowego

- Oprawy skupiające - źródło punktowe z odbłyśnikiem skupiającym.
- Oprawy rozpraszające o dużej luminancji - źródło punktowe z odbłyśnikiem rozpraszającym, nieprzeświecalnym, bez klosza rozpraszającego.
- Oprawy rozpraszające o silnej luminancji - źródło liniowe z odbłyśnikiem rozpraszającym, nieprzeświecalnym.

Odpowiedni układ umieszczania i typu oprawy oświetlenia miejscowego dobiera się po uwzględnieniu występujących na stanowisku pracy warunków pracy wzrokowej.



Układy umieszczania opraw oświetlenia miejscowego



Oświetlenie monitora i klawiatury

Zgodnie z polską normą wymagany minimalny poziom natężenia oświetlenia dla stanowisk pracy z monitorem ekranowym wynosi:

- 500 lx - dla pracy ciągłej, trudnych zadań wzrokowych,
- 300 lx - dla pracy dorywczej, prostych zadań wzrokowych.

Najważniejszą rzeczą jest ochrona monitora przed olśnieniem, czyli przed odbijającym się od ekranu światłem. Aby uniknąć efektu olśnienia należy ustawić monitor tak aby stał bokiem do okna. Okno zaś powinno być przysłonięte żaluzjami bądź roletami.

Źródło światła powinno pochodzić z tyłu monitora co dodatkowo wyrównuje kontrast między obrazem wyświetlanym a otoczeniem.



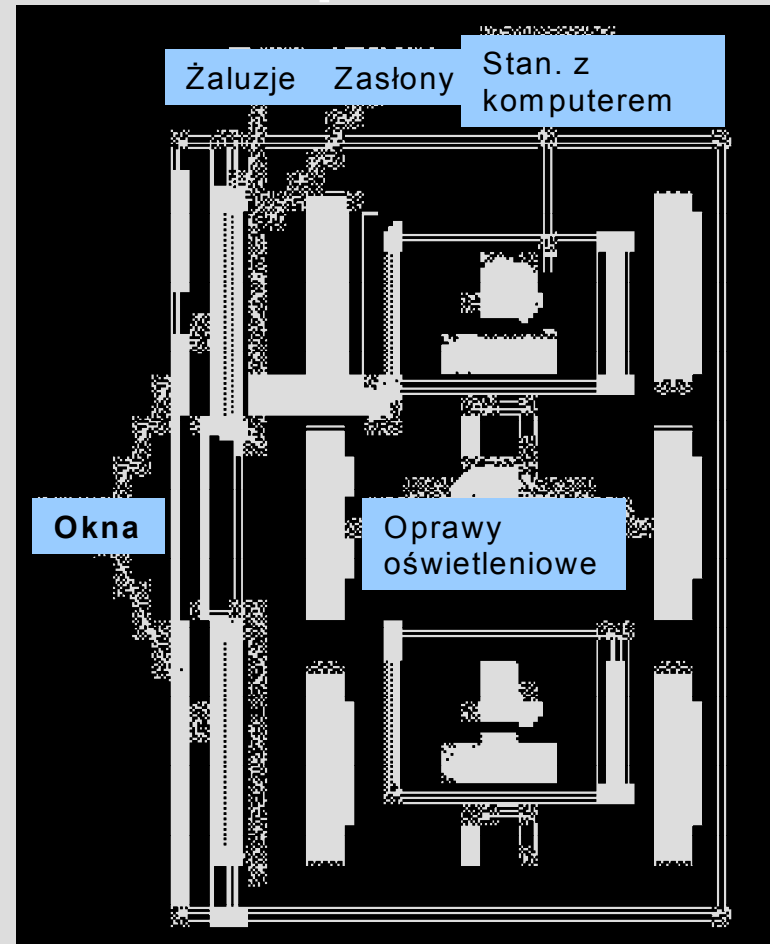
Oświetlenie stanowisk pracy z monitorami LCD TFT

- Przy pracach wymagających dużego skupienia uwagi na informacjach wyświetlanych na ekranie przez dłuższy czas zaleca się stosowanie systemu oświetlenia bezpośredniego z oprawami typu dark-light.
- Przy pracach wymagających częstego korzystania z różnej jakości dokumentów preferuje się stosowanie oświetlenia złożonego. Warunkiem stosowania tego oświetlenia jest wyposażenie stanowiska w odpowiednią, niskoluminacyjną oprawę oświetlenia miejscowego.
- W dużych pomieszczeniach biurowych z wieloma stanowiskami pracy zaleca się stosowanie systemu oświetlenia złożonego realizowanego przez oprawy oświetlenia pośredniego i odpowiednią oprawę oświetlenia miejscowego.



Oświetlenie pomieszczeń z komputerami

- Wymaga się dobre warunki widzenia tak dla czytania drukowanego tekstu na dokumencie i znaków na klawiaturze jak i dla czytania znaków na monitorze.
- Wysoki poziom natężenia oświetlenia jest niezbędny na płaszczyźnie klawiatury i stołu, natomiast w płaszczyźnie ekranu jest niekorzystny ze względu na obniżenie kontrastu jaskrawości znaków i tła na ekranie.



**Przykładowe
rozmieszczenie stanowisk
pracy z komputerem**

Oświetlenie pomieszczeń z komputerami cd.

W normie PN 84/E-02033:

- określono wymaganie dotyczące wartości najmniejszego dopuszczalnego średniego natężenia oświetlenia w pomieszczeniach komputerów, które powinno wynosić 500 lx,
- zaleca się unikania kierunkowych odbić opraw oświetleniowych i ograniczenia oświetlenia na ekranach monitorów,
- zaleca się aby luminancja powierzchni pracy nie była większa od 3-krotnej wartości luminancji dalszych powierzchni w peryferyjnym polu widzenia (np. ściany, sufit, podłoga).



Oświetlenie pomieszczeń z komputerami c.d.

W celu ograniczenia olśnienia odbiciowego od opraw na stanowiskach pracy z komputerami luminancja opraw powinna być nie większa niż 200 cd/m^2 dla kąta wypromieniowania oprawy powyżej $45\text{-}55^\circ$.

- Oprawy takie mają uwydatnione kierunki promieniowania leżące w płaszczyźnie prostopadłej do osi obserwacji, co ogranicza wpływ składowej kierunkowej odbicia strumienia od biurka.
- Nieobrotowa bryła fotometryczna umożliwia intensywniejsze oświetlenie stanowisk pracy z boku.
- Na stanowiskach zlokalizowanych między dwoma liniami opraw świetlówkowych uzyskuje się większe natężenie oświetlenia niż pod oprawami w przejściach komunikacyjnych.



Regulowanie jasności i kontrastu monitora pod warunki oświetlenia

- Znaki na ekranie powinny być wyraźne i czytelne, a obraz stabilny.
- Jaskrawość i kontrast znaku - łatwe do regulowania w zależności od oświetlenia. Gdy oświetlenie jest gorsze, możemy zwiększyć kontrast, pamiętając o proporcji względem jaskrawości.
- Niedopuszczalne jest maksymalne zwiększenie kontrastu i jaskrawości, co może powodować uszkodzenie wzroku.

Warto bez względu na stan wzroku, sprawić sobie okulary z powłoką antyrefleksyjną i barwionymi szklami, które podniosą kontrast i ograniczą męczenie się oczu.



Barwa w kształtowaniu warunków pracy

Barwy mogą spełniać następujące funkcje:

- Ułatwiać przekazywanie informacji w różnych zakresach.
- Wpływać na jakość obsługi urządzeń komputerowych poprzez przeciwdziałanie zmęczeniu, kształtowanie klimatu psychicznego oraz kształtowanie kultury w miejscu pracy
- Wpływać na efektywność pracy poprzez zmniejszenie błędów i braków, zwiększenie efektywności działań organizatorskich, pozytywne oddziaływanie na obsługę.



Barwa w kształtowaniu warunków pracy c.d.

- Zaleca się wykorzystanie takich cech barw jak **jasność** (sprawia, że powierzchnia zdaje się wysyłać więcej lub mniej światła) oraz **kontrast** (ocena różnic w wyglądzie części pola oglądanych równocześnie lub kolejno).
- **Nasylenie** - właściwość wrażenia wzrokowego, pozwalająca ocenić udział czystej barwy zawartej w całkowitym wrażeniu.
- Stosunek powierzchni poszczególnych barw określa się przez: wielkość, odległość, kształt i ogólny ton barwy górujący w całym zestawie (kompozycji).



Barwa w kształtowaniu warunków pracy c.d.

Barwy wykorzystuje się do subiektywnego kształtowania ocen środowiska.

- Barwy zimne łagodzą odczuwanie hałasu i wysokiej temperatury. Jasne, zimne barwy, zwłaszcza jasnoniebieskie, podnoszą jakby sufit w pomieszczeniach niskich. Barwy ciepłe dają złudzenie wręcz przeciwne.
- Odpowiednio użyta barwa może wywołać odmienne wrażenie co do kształtu, ciężaru przedmiotów, ich usytuowania itp. Lżejsze, a zarazem większe wydają się te przedmioty, które pomalowane są barwą jasną, cięższe i mniejsze, gdy są w kolorze ciemnym. Pozornie bliższe są przedmioty o barwie cieplej i ciemnej.



Przepisy regulujące oświetlenie stanowiska komputerowego

Rozporządzenie z dnia 1 grudnia 1998 (Dz. U. Nr 148, poz. 973)

9.1. Oświetlenie powinno zapewniać komfort pracy wzrokowej, a szczególnie:

a) poziom natężenia oświetlenia powinien spełniać wymagania określone w Polskich Normach PN-84/E-02033

b) należy ograniczyć olśnienie bezpośrednie od opraw, okien, przezroczystych lub półprzezroczystych ścian albo jasnych płaszczyzn pomieszczenia oraz olśnienie odbiciowe od ekranu monitora, w szczególności przez stosowanie odpowiednich opraw oświetleniowych, instalowanie żaluzji lub zasłon w oknach.

9.2. Dopuszcza się stosowanie opraw oświetlenia miejscowego, pod warunkiem że będą to oprawy nie powodujące olśnienia.



Wytyczne UE do oświetlenia na skomputeryzowanym stanowisku pracy

- „Oświetlenie stanowisk pracy należy tak zaprojektować, żeby pracownik podczas całego czasu pracy miał zapewnione optymalne warunki oświetleniowe do wykonania różnorodnych zadań obciążających wzrok. Zakłócenia na stanowisku pracy w postaci oślepiającego źródła światła, refleksów świetlnych i odbić należy wyeliminować, aby zapobiec pogorszeniu widzenia i szybkiemu zmęczeniu pracownika.”
- „Oświetlenie musi być dostosowane do rodzaju wykonywanego zadania i wzroku pracownika; przy tym należy zapewnić właściwy kontrast między ekranem monitora i otoczeniem w pomieszczeniu. Zakłócenia na ekranie monitora w postaci oślepiającego światła, refleksów świetlnych i odbić należy wyeliminować poprzez odpowiednie urządzenie stanowiska pracy oraz właściwie rozmieszczone oświetlenie.”



Zasady uzyskania efektywnego oświetlenia

- W urządzeniu oświetleniowym należy dążyć do użycia najbardziej wydajnych źródeł światła.
- Źródła światła należy eksploatować w warunkach znamionowych (nie obniżając ich strumienia świetlnego).
- W ciągu dnia należy w pełni wykorzystać światło dzienne przez ustawienie stanowisk pracy w pobliżu okien.
- W przypadku konieczności doświetlania stanowisk pracy światłem elektrycznym, należy włączać tylko niezbędne sekcje oświetlenia.



Rozmieszczenie stanowisk komputerowych pod względem prawidłowego oświetlenia

- Stołów czy biurek nie można stawiać bezpośrednio pod oprawami lamp (przeciwdziałania odbiciom).
- Stanowisko pracy nie może być usadowione w pobliżu okien tak aby pracownik był zwrócony twarzą do okna.
- Monitor ma być ustawiony bokiem do okna (odbicia kierunkowe).
- Ustawienie stanowiska tak aby pracownik nie był zwrócony tyłem do okna (odbicia o dużej luminacji).
- W oknach powinny być żaluzje lub rolety.



Polskie normy oświetlenia sztucznego

L.p	Rodzaj pomieszczenia i wykonywanej pracy.	Oświetlenie, lx
1	Pomieszczenia, w których w zasadzie nie wykonuje się pracy wzrokowej (składy dużych przedmiotów, klatki schodowe, korytarze)	10, 20
2	Pomieszczenia, w których wykonuje się prace nie wymagające rozróżniania szczegółów (odlewnie żeliwa, walcownie grube, schody i korytarze o dużym ruchu)	20, 50
3	Pomieszczenia, w których wykonuje się prace wymagające rozróżniania grubszych szczegółów (proste formowanie, prace ciesielskie, mniej dokładna obróbka maszynowa)	50, 100



Polskie normy oświetlenia sztucznego cd.

Lp.	Rodzaj pomieszczenia i wykonywanej pracy	Oświetlenie, lx
4	Pomieszczenia, w których wykonuje się prace wymagające rozróżniania szczegółów średniej wielkości (toczenie średnio dokładne, obsługa automatów, roboty stolarskie, krawieckie, biurowe i kreślarskie, linotypy, skład drukarski ręczny)	100, 200
5	Pomieszczenia, w których wykonuje się prace wymagające rozróżniania mniejszych szczegółów (dokładna obróbka metali, montowanie drobnych części, sortowanie wełny, tkanie bawełny)	200, 500
6	Pomieszczenia, w których wykonuje się bardzo dokładne prace (polerowanie szkieł optycznych, sprawdzanie drobnych części, grawerstwo, korekta drukarska, brakowanie tkanin)	500, 1000



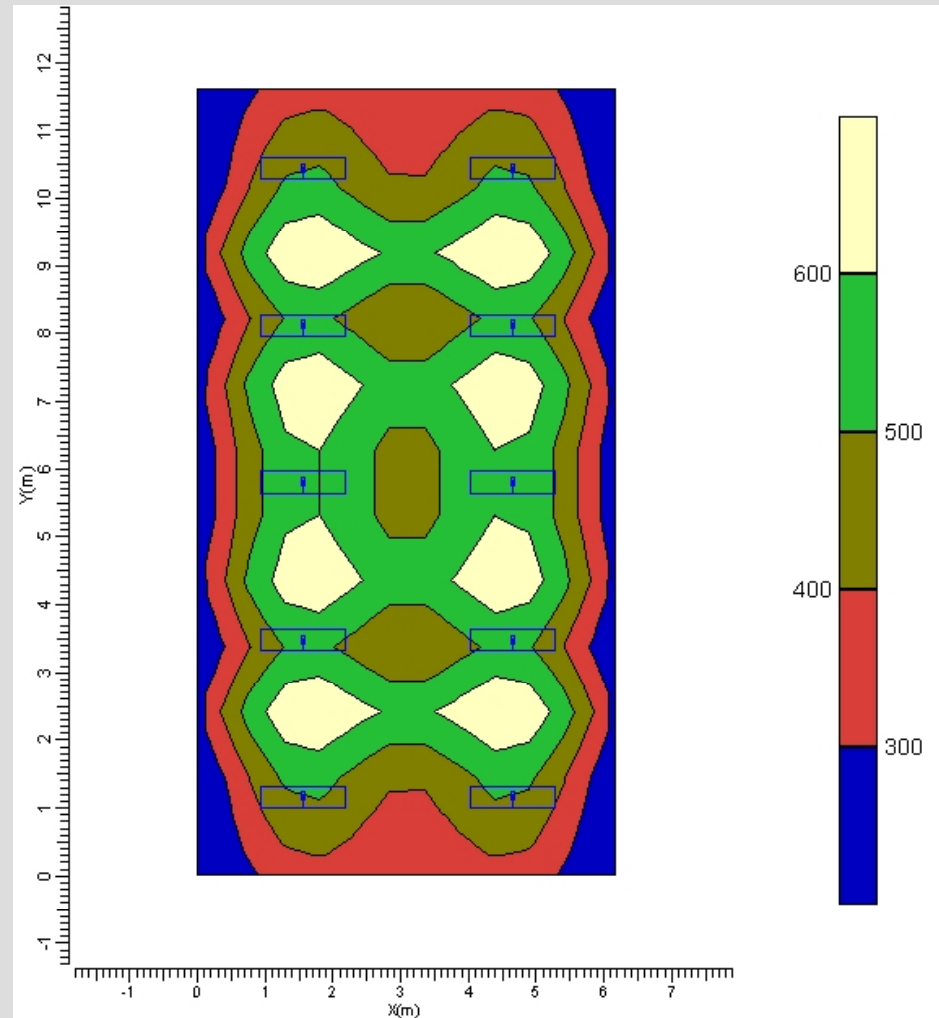
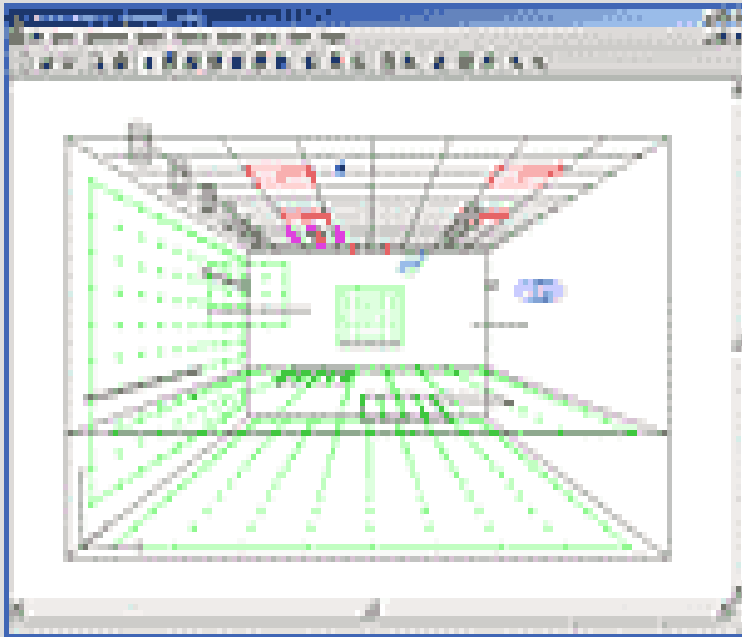
Wytyczne do oceny siły oświetlenia.

Zadania wzrokowe	Kontrast między obserwowanym przedmiotem a bezpośrednim otoczeniem w lx		
	duży	średni	słaby
Najbardziej precyzyjne	500, 1000	1500, 3000	5000, 10000
Bardzo precyzyjne	200, 500	500, 1500	2000, 5000
Precyzyjne	100, 200	300, 500	1000, 2000
Średnio precyzyjne	50, 100	150, 300	500, 1000
Średnio proste	20, 50	50, 150	200, 500
Proste	10, 20	30, 50	100, 200



Projektowanie oświetlenia w programie CalcuLux

Siatka kalkulacyjna –
Izopola



Dodatek

Lampy oświetleniowe



Lampy do oświetlenia

Lampy żarowe:

- żarówki konwencjonalne (tradycyjne).
- żarówki halogenowe:
 - zasilane napięciem sieciowym,
 - zasilane napięciem obniżonym.

Lampy wyładowcze:

- lampy fluorescencyjne – świetlówki,
- lampy rtęciowe.



Budowa żarówki

- żarnik z drutu wolframowego w postaci skrętki
- próżniowa lub gazowa szklana bańka zewnętrzna
- gwintowany lub bagnetowy trzonek
- stopka i łuska trzonka
- metalowy przewód doprowadzający prąd



Zasada działania żarówki

Przepływ prądu przez wolframowy żarnik rozgrzewa go do temperatury, przy której następuje emisja promieniowania świetlnego. Im wyższa temperatura skrętki żarnika (temperatura topnienia ok. 3665 K), tym więcej energii zostanie wyemitowanej w widzialnym zakresie widma promieniowania.

Możliwości zwiększania temperatury pracy żarnika ograniczone są zjawiskiem parowania jego materiału. Parowanie wolframu powoduje, że trwałość tradycyjnych żarówek wynosi około 1000 godzin.

Parowanie prowadzi do stopniowego czernienia bańki i ostatecznie do przerwania wolframowej spirali. Strumień świetlny w czasie świecenia żarówki maleje.

Zastosowanie gazów szlachetnych do wypełnienia bańki jest w stanie częściowo zahamować ubytek wolframu z żarnika.



Żarówki głównego szeregu

Bańki konwencjonalnych żarówek głównego szeregu wypełnione są argonem.

Żarówki matowane dzięki większej powierzchni świecącej o mniejszej luminancji, powodują mniejsze olśnienie, powinny być stosowane kiedy źródło światła jest widoczne dla oka.



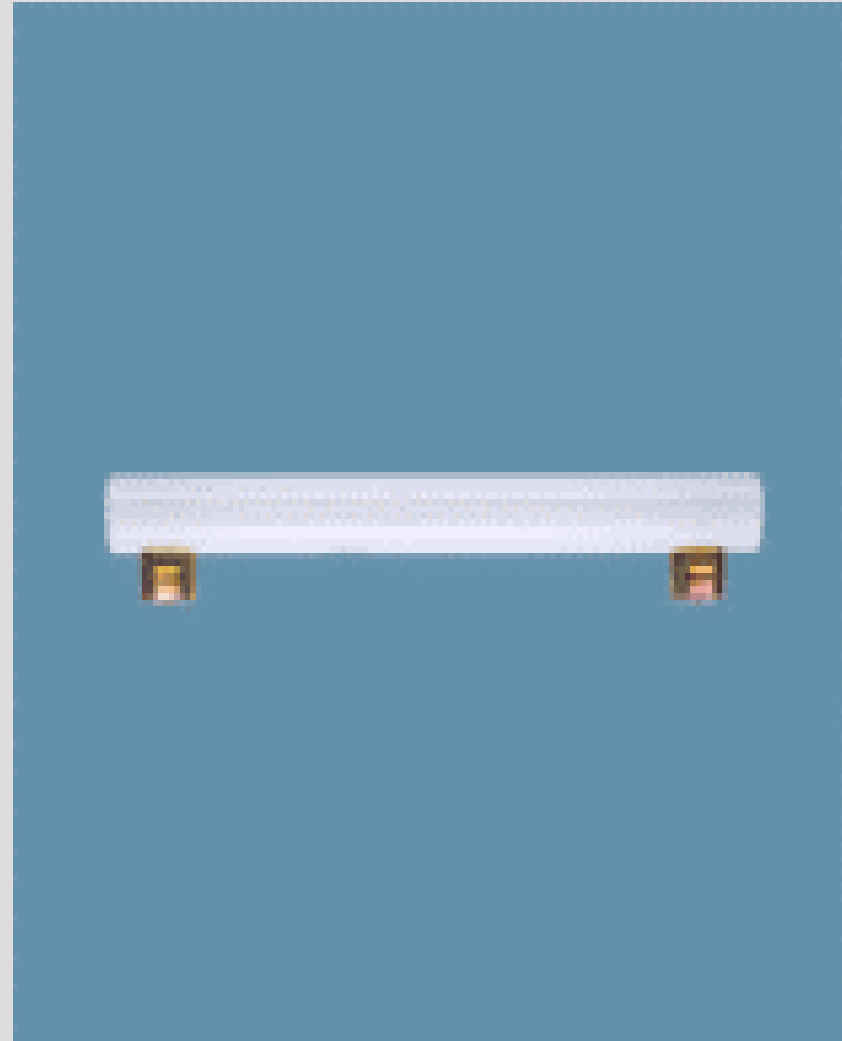
Żarówki małogabarytowe

Stosuje się je do wszelkiego typu opraw dekoracyjnych oraz do małych opraw oświetlenia miejscowego. Również i tu w przypadku opraw z odkrytym źródłem światła zaleca się stosowanie matowanej wersji żarówki.



Żarówki liniowe

Przypominają swoim kształtem świetlówki liniowe. Wewnętrzne matowanie szklanej rury sprawia, że ich światło jest "miękkie". Żarówki te świecą dużą powierzchnią nie powodując olśnienia.



Żarówki kryptonowe

Dzięki zastosowaniu kryptonu zamiast argonu żarówki osiągają skuteczność świetlną większą o 10%. Możliwe jest też zmniejszenie ich wymiarów dzięki czemu mogą być stosowane w szczególnie małych oprawach oświetleniowych.



Żarówki kolorowe

Dzięki pastelowym barwom są to doskonałe źródła światła tworzące dobry nastrój i atrakcyjne akcenty świetlne we wnętrzu.



Żarówki z odbłyśnikiem na kopule

Przeznaczone są do opraw oświetleniowych typu reflektorowego. Promieniowanie odbite od lustra na kopule żarówki kierowane jest do tyłu na odbłyśnik oprawy oświetleniowej aby po odbiciu od niego wyjść na zewnątrz oprawy. Oprawy odbłyśnikowe z żarówkami tego typu ograniczają znacznie efekt olśnienia.



Żarówki z odbłyśnikiem na szyjce bańki

Odbłyśnik odbija światło do przodu wzdłuż osi żarówki. Daje to możliwość precyzyjnego kierowania strumienia światła i jego efektywnego wykorzystania do oświetlenia miejscowego. Żarówki tego typu bywają produkowane z kątami rozsyłu światła 35° , 40° i 80° . Są one przeznaczone do opraw bez odbłyśników.



Żarówki reflektorowe w bańce typu PAR

Odbłyśnik paraboliczny odbija światło w wąskim kącie rozsyłu 12° i 30° .

Żarówki mogą być używane w oświetleniu wewnątrz i w oświetleniu zewnętrznym.



Żarówki halogenowe

Różnią się od konwencjonalnych:

- Podwyższonym ciśnieniem wewnątrz bańki.
- Zmniejszeniem wymiarów.
- Szkłem o wysokiej temperaturze mięknięcia odpornym na szoki termiczne.
- Wprowadzeniem do bańki domieszek halogenu (fluoru, chloru, bromu, jodu).

Halogeny krążąc we wnętrzu bańki łączą się z odparowanym wolframem w okolicach chłodniejszej bańki przenoszą go z powrotem na gorący żarnik (regeneracyjny cykl halogenowy).



Żarówki halogenowe cd.

Dzięki stosowaniu cyklu halogenowego żarówki halogenowe w porównaniu z tradycyjnymi charakteryzują:

- znacznie lepsza skuteczność świetlna
- wyższa trwałość
- małe wymiary
- lepsze oddawanie barw
- mały spadek strumienia świetlnego w okresie eksploatacji.



Żarówki halogenowe zasilane napięciem sieciowym

Mogą zastępować konwencjonalne dając:

- zwiększony strumień świetlny,
- dwukrotnie dłuższy czas pracy,
- wyższą temperaturę barową światła (barwy przedmiotów oświetlanych są bardziej nasycone i intensywniejsze).



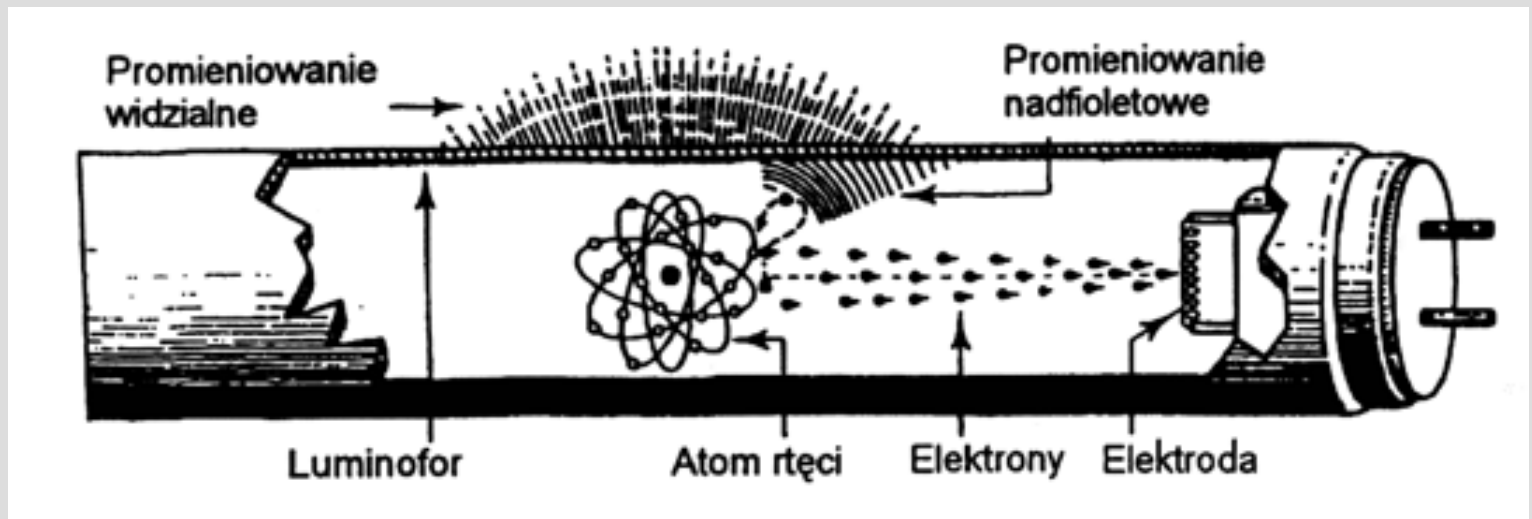
Żarówki halogenowe zasilane napięciem obniżonym

Niskonapięciowe żarówki halogenowe (12v lub 24v) muszą być stosowane w specjalnie do nich przeznaczonych oprawkach i zasilane przez transformatory lub specjalne układy elektroniczne obniżające napięcie.



Lampy wyładowcze fluorescencyjne - świetlówki

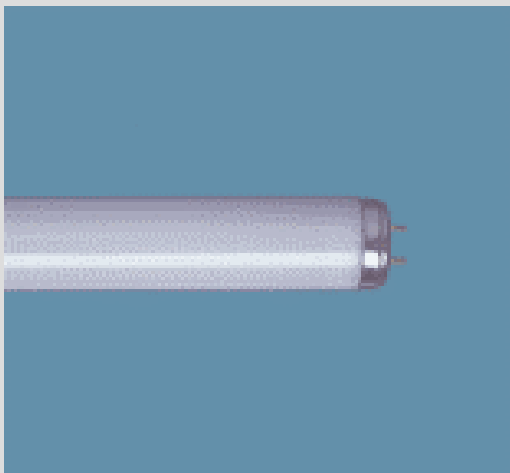
Budowa: rura szklana, niewielka ilość rtęci, gaz szlachetny, warstwa luminoforu, wolframowe elektrody.



Lampy wyładowcze fluorescencyjne – świetlówki cd.

Świetlówki liniowe (rurowe) wyposażone w trzonki na obu końcach.

Obecnie używanych jest kilka standardowych średnic rur: 38, 26 16 mm, oraz najnowsza generacja świetlówek 12 i 7 mm



Świetlówki kompaktowe

Dzięki podzieleniu rurki szklanej na kilka części, odpowiedniemu ich połączeniu i ukształtowaniu, udało się osiągnąć takie wymiary świetlówki, że stała się ona porównywalna ze standardową żarówką.



Lampy wyładowcze rtęciowe

W szklanej bańce zewnętrznej umieszczono jarznik wykonany w postaci zamkniętej rurki.

Jarznik wyposażono w dwie elektrody główne znajdujące się na przeciwległych końcach rurki oraz, w zależności od mocy lampy, jedną lub dwie elektrody zapłonowe usytuowane, po jednej, w pobliżu każdej z elektrod głównych.



Lampy wyładowcze rtęciowe cd.

Lampy mogą być wykonane w dwóch wersjach: z bańką przezroczystą lecz znacznie częściej z wewnętrzną powierzchnią bańki pokrytą luminoforem. Bańka zewnętrzna izoluje jarznik od wpływu otoczenia. Jej izotermiczny, elipsoidalny kształt zapewnia także utrzymanie optymalnej temperatury luminoforu.

