

ZASADY, DEFINICJE,
OZNACZENIA 144

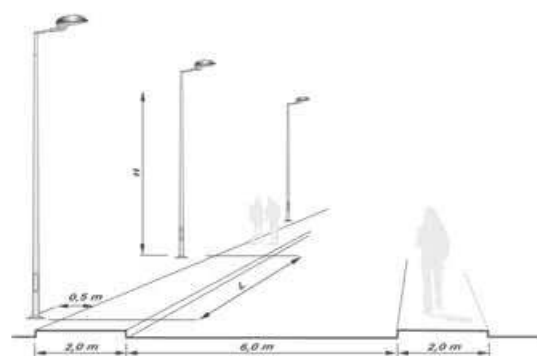
KRYTERIA WYBORU SPRZĘTU
OŚWIETLENIOWEGO 145

KRYTERIA DOBORU
I ROZMIESZCZENIE
OPRAW DROGOWYCH 146/148

NORMA OŚWIETLENIA ULIC 149/150

TECHNIKA LEDOWA 151

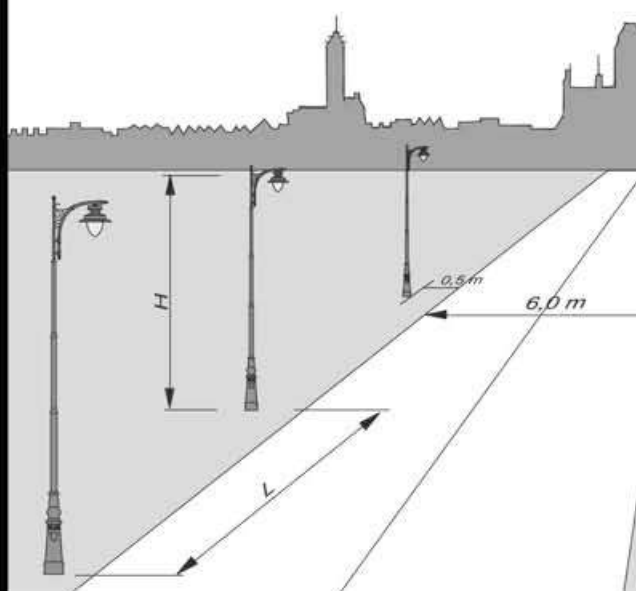
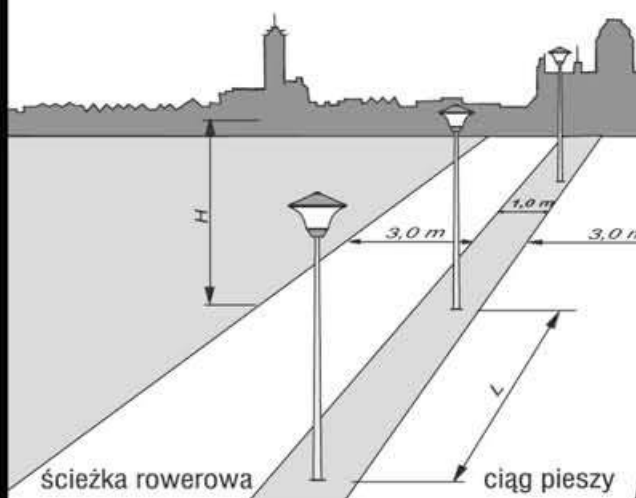
ŹRÓDŁA ŚWIATŁA 152/155



PRZYKŁAD OŚWIETLENIA ULICY PRZY UŻYCIU OPRAWY BRALLO

TYP OPRAWY	H	L	E _{br}	E _{min} /E _{br}	L _{dr}	U _o	PROPONOWANE ZASTOSOWANIE
BRALLO 150W	11,0 m	40,0 m	19 lux	0,41	1,1	0,6	DROGI PUBLICZNE ZBIORCZE DOJAZDOWE (poza kwartałami)
BRALLO 150W	9,0 m	40,0 m	16 lux	0,32	0,88	0,5	
BRALLO 150W	9,0 m	35,0 m	18 lux	0,31	1,0	0,5	ULICE WEWNĘTRZNE DOJAZDOWE
BRALLO 70W	6,0 m	30,0 m	14 lux	0,3	0,8	0,4	

Obliczenia przeprowadzono dla źródła HST 150 W o strumieniu 15000 lm w programie Dialux 4.2.



Oświetlenie jest nieodłącznym elementem środowiska w którym żyjemy, pracujemy, odpoczywamy. Od jakości oświetlenia zależy bezpieczeństwo i efektywność pracy, również odprężenie i dobre samopoczucie.

Jakość światła musi uwzględniać równocześnie trzy aspekty:

potrzeby człowieka, warunki ekonomiczne, standardy architektoniczne.



DEFINICJE

Strumień świetlny Φ (lm) jest całkowitą ilością światła wysyłaną ze źródła światła.

Światłość I (cd) określa ilość światła wysłaną w konkretnym kierunku. Jest to gęstość kątowna strumienia świetlnego. Przy pomocy światłości tworzy się krzywe rozsyłu światła dla oprawy.

Natężenie oświetlenia E (lx) jest to ilość światła, która wysłana z oprawy dociera do powierzchni oświetlanej.

Luminancją L (cd/m²) nazywamy to światło, które odbije się od powierzchni i dotrze do oka obserwatora. (Luminancję posiada wszystko to co widzimy).

Również źródło światła ma swoją luminancję gdyż światło jest wysyłane zawsze z określonej powierzchni czasami bardzo małej, wówczas jest to luminancja o dużej wartości, która razi w oczy. Jest to tzw. zjawisko **oślnienia**.

Krzywa światłości jest to powierzchnia utworzona przez zbiór punktów będących zakończeniami wektorów światłości „zaczepionych w środku oprawy”. „Długość wektora” – wartość światłości. Położenie wektora w przestrzeni odpowiada kierunkowi, w którym dana światłość występuje. Inaczej jest to krzywa we współrzędnych biegunowych lub prostokątnych przedstawiająca zależność światłości od kąta wypromieniowania.

Wskaźnik oddawania barw (Ra) jest miarą określającą właściwości oddawania barw w danym świetle. Maksymalna wartość wynosi 100 i przyjmuje się ją dla światła słonecznego (100–80 bardzo dobry, 80–60 dobry, 60–40 dostateczny).

Temperatura barwowa wyrażona w Kelwinach K określa barwę emitowanego światła. Temperaturę zimnego światła dziennego przyjmuje się 6500 K, dla świecy 1800 K, a dla żarówki 2700 K.

Kontrast K jest to różnica w wyglądzie dwóch części pola widzenia oglądanych jednocześnie jeden po drugim. Jest wyznaczany poprzez różnicę luminancji odniesionej do luminancji $[K=(L_2-L_1)/L_1]$, lub jako stosunek luminancji $[K=L_2/L_1]$. Istnieje kontrast luminancji i barwy.

Równomierność natężenia oświetlenia δ jest to stosunek minimalnego natężenia oświetlenia do średniego natężenia oświetlenia w rozpatrywanym polu.

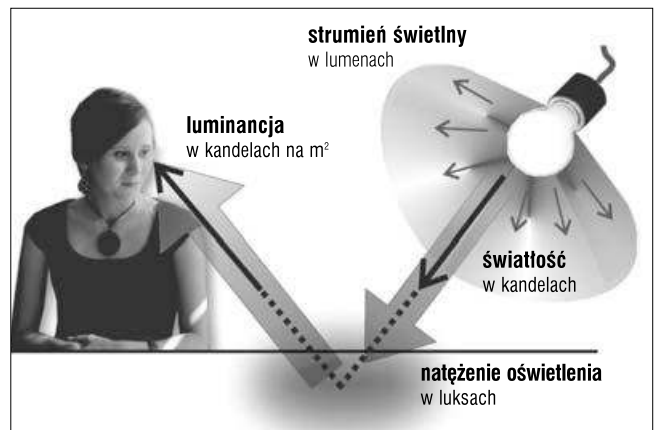
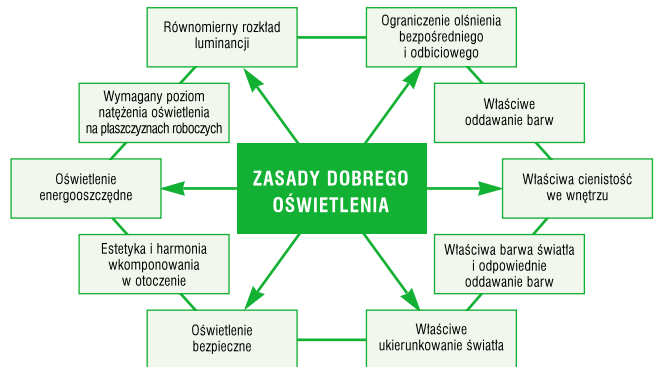
$$\delta = E_{\min}/E_{\text{sr}} \text{ niekiedy } \delta = E_{\min}/E_{\max}$$

Równomierność luminancji δ jest to stosunek minimalnej luminancji do średniej powierzchni w rozpatrywanym polu.

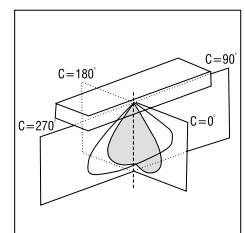
$$\delta = L_{\min}/L_{\text{sr}} \text{ niekiedy } \delta = L_{\min}/L_{\max}$$

Zastosowanie na zewnątrz	Oddawanie barw	Zastosowanie wewnątrz
BARDZO DOBRY	100–90	BARDZO DOBRY
BARDZO DOBRY	80	DOBRY
DOBRY	70–60	DOSTATECZNY
DOSTATECZNY	40	NIEDOSTATECZNY
SŁABY	20	

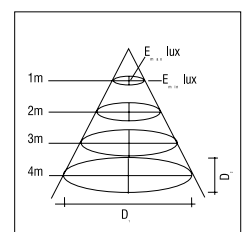
Spełnienie wszystkich zasad dobrego oświetlenia jest trudne, ale należy dążyć do spełnienia jak największej ilości warunków. Aby przybliżyć znaczenie poruszanych czynników przedstawione zostały skrócone definicje najważniejszych parametrów świetlnych.



Wykres biegunowy ilustruje dystrybucję natężenia oświetlenia na płaszczyźnie poprzecznej (0°–180°) i płaszczyźnie wzdłużnej (90°–270°) względem położenia źródła światła.



Stożek świetlny to wykres brytowy, na którym zaznacza się wartość max i śred. natężenia oświetlenia występującego na powierzchni poziomych przekrojów różnie oddalonych od oprawy.



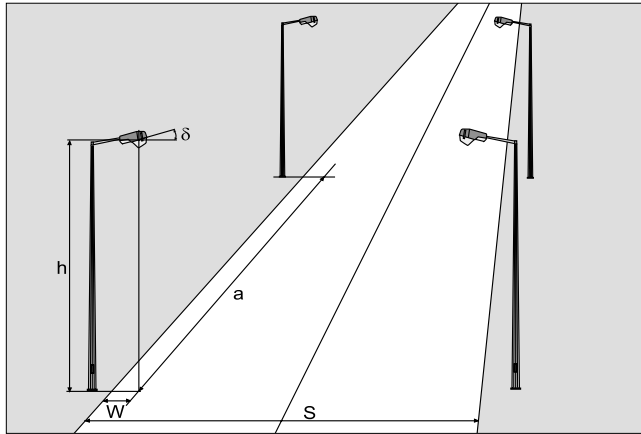
Grupy wyglądu barwy	
WYGLĄD BARWY	TEMPERATURA BARWOWA
ciepły	poniżej 3300 K
pośredni (biały)	od 3300 K do 5300 K
zimny (dzienny)	Powyżej 5300 K
DLS 26E	TC-D (G24-d3)

Dobór właściwego oświetlenia spełniającego wszystkie wymagania zamierzonych efektów, energooszczędność, trwałość jest skomplikowanym zadaniem, które należy powierzyć profesjonalistom. Chcielibyśmy jednak w przystępny sposób zapoznać Państwa z podstawami wiedzy o oświetleniu i naszej ofercie abyśmy znaleźli „wspólny język” i mogli zaspokoić oczekiwania klientów.

KRYTERIA WYBORU SPRZĘTU OŚWIETLENIOWEGO

	KRYTERIUM JAKOŚCI	KORZYŚCI	UWAGI
ŹRÓDŁA ŚWIATŁA	współczynnik oddawania barw, temperatura barwowa	naturalne oddawanie barw	
	wysoka skuteczność świetlna	oszczędność energii, zmniejszenie kosztów eksploatacji	
	trwałość źródła światła	niskie koszty wymiany i konserwacji	
UKŁADY ZAPŁONOWE	elektroniczny układ stabilizacyjny (EVG) zamiast niskostratnego (VVG) lub konwencjonalnego (KVG)	zmniejszenie kosztów energii o ok.: 13% w stosunku do VVG 20% w stosunku do KVG = oszczędność kosztów, wyższy komfort oświetlenia	
	układ zapłonowy niskostratny (VVG) zamiast konwencjonalnego	oszczędność kosztów o ok. 8%	
	transformator elektroniczny zamiast konwencjonalnego	oszczędność energii, zmniejszenie strat o 1/3, wyższa trwałość źródła światła	
OPRAWY OŚWIETLENIOWE	kompletność dokumentacji i certyfikatów oprav w formie tekstowej i graficznej	przegląd właściwości (cech) różnych produktów, możliwość porównania	
	znak biura badania jakości (np. VDE)	cech i udokumentowanie, pewność spełnienia wymagań	
	komfort użytkowania	ograniczenie oślnienia	
	wysoka sprawność oprawy	korzystne dla klienta, mniejsza ilość oprav i źródeł światła przy równym poziomie natężenia oświetlenia	
	odpowiedni rozsył światła	wysoka sprawność oświetlenia, komfort widzenia	
	zastosowanie wysokiej jakości materiałów: lakier, odbłyśnik, uszczelnienie, zamknięcie	zapewnienie dużej odporności oprawy i jej poszczególnych części, zwiększenie sprawności oprawy, łatwość montażu, konserwacji i naprawy, ograniczenie kosztów instalacji, zabezpieczenie przed niekorzystnymi warunkami atmosferycznymi	
	łatwy montaż i konserwacja	małe koszty instalacji i konserwacji (eksploatacji)	
	gwarancje zabezpieczające długoletnie, bezawaryjne funkcjonowanie oprawy	pewność zabezpieczenia, gwarancje	
systemy modułowe, dostosowanie do wymogów projektowych i użytkowych	z pojedynczych elementów powstają korzystne kosztowo rozwiązania, przystosowane do wymagań klienta		
OBSŁUGA KONSERWACJA SERWIS	przyszłe zabezpieczenie wzornictwa i dostaw w zależności od miejsca i statusu inwestycji	długoletnie zabezpieczenie funkcjonalności i uzupełnień sprzętu	
	długoletnia współpraca partnerska (serwis/installacja/projektowanie)	godny zaufania partner, stabilny, małe ryzyko, pomoc w projektowaniu i planowaniu	
	propozycja serwisu i obsługi konserwacyjnej	pomoc w szkoleniu, wsparcie w reklamacjach, uwzględnienie specjalnych rozwiązań dla klienta	
	przyjazne dla środowiska	nieszkodliwe dla otoczenia produkty, bezproblemowa wysyłka i zabezpieczenie opakowań	

KRYTERIA DOBORU I ROZMIESZCZENIE OPRAW DROGOWYCH



Jezdnia – część drogi przeznaczona dla ruchu. **s** – określa szerokość.

Pas ruchu – część jezdni o szerokości wystarczającej dla ruchu jednego rzędu pojazdów dwuśladowych.

a – **odstęp** – odległość między rzutami na jezdnię środków źródeł światła umieszczonych w dwóch sąsiednich oprawach znajdujących się po tej samej stronie drogi.

w – **wysunięcie oprawy** – odległość rzutu środka źródła światła od bliższej krawędzi jezdni.

delta – **kąt nachylenia** – kąt pod jakim jest nachylona oprawa w stosunku do poziomu.

h – **wysokość zawieszenia oprawy** od poziomu jezdni.

KRYTERIA DOBORU OŚWIETLENIA DROGOWEGO

Inwestor powinien opracować charakterystykę techniczno-funkcjonalną ulicy. Charakterystyka ta powinna zawierać elementy takie jak:

- długość odcinka ulicy,
- prędkość projektowaną,
- liczbę jezdni,
- szerokość jezdni,
- przewidywane natężenie ruchu (małe, duże, średnie),
- obecność komunikacji zbiorczej (autobus, tramwaj),
- otoczenie ulicy (jasne, ciemne).

W oparciu o Polską Normę i „Wytyczne projektowania oświetlenia ulic” oraz powyższą charakterystykę, projektant może ustalić parametry wejściowe oświetlenia ulicy, takie jak:

- funkcja ulicy,
- natężenie ruchu,
- kategoria oświetlenia ulicy,
- otoczenie,
- wymagane średnie natężenie oświetlenia lub średnia luminancja,
- wymagana równomierność natężenia oświetlenia E_{min}/E_{sr} lub równomierność luminancji L_{min}/L_{sr} ,
- stopień ograniczenia oślnienia,
- współczynnik zapasu,
- nawierzchnia jezdni (ciemna, jasna),

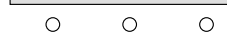
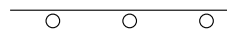
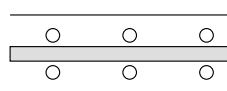
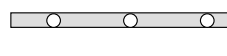
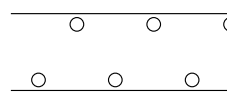
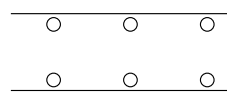
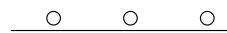
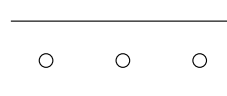
a następnie zaprojektować oświetlenie. Danymi wejściowymi będą:

- typ i moc źródła światła,
- pobór mocy oprawy,
- cena oprawy wraz ze źródłem światła,
- rodzaj słupów oświetleniowych,
- liczba słupów,
- koszt słupa z montażem,
- odstęp między oprawami,
- wysokość zamocowania, wychylenie nad jezdnię oraz nachylenie oprawy,
- współczynnik zapasu oraz system konserwacji,

a danymi wyjściowymi:

- moc całkowita,
- koszt całkowity,
- średnie natężenie oświetlenia [lx],
- równomierność natężenia oświetlenia,
- luminancja [cd/m^2],
- równomierność całkowita luminancji,
- wskaźnik wygody,
- stopień ograniczenia oślnienia,
- względny przyrost prognozy różnicy luminancji TI.

ROZMIESZCZENIE OPRAW



Poprzez **rozміszczenie środkowe**, na rozpiętych pomiędzy budynkami linkach, uzyskuje się dobrą równomierność luminancji w poprzek drogi.

Rozміszczenie jednostronne. Dla uzyskania właściwej równomierności luminancji w poprzek drogi. Wysokość zawieszenia opraw h powinna być nie mniejsza niż szerokość drogi s . Różnicę luminancji po obu stronach poprawiamy przez odpowiedni kąt nachylenia oprawy.

Rozміszczenie dwustronne naprzeciwległe jest konieczne w przypadku gdy $s/h > 1$. W tym przypadku optymalny rozkład luminancji uzyskuje się przy $W = 3/4 s/h$. Jeżeli takie wysunięcie jest niemożliwe należy dobrać kąt nachylenia d lub stosować oprawy o specjalnym rozsyłu światłości.

Rozміszczenie dwustronne naprzemianległe stosuje się w przypadku gdy $s/h > 1$. W tym przypadku trudniej jest uzyskać odpowiednią wzdłużną równomierność luminancji.

Rozміszczenie środkowe w pasie dzielącym. Zasady stosowania tego rozmieszczenia dla każdej jezdni są zbliżone do rozmieszczenia jednostronnego. Stosowane są oprawy o głównej płaszczyźnie wypromieniowania prostopadłej do osi jezdni. Dla uzyskania odpowiedniej wartości wzdłużnej równomierności luminancji należy zastosować mniejsze odstępy pomiędzy oprawami niż w przypadku opraw o głównej płaszczyźnie wypromieniowania równoległej.

Rozміszczenie dwurzędowe przy pasie dzielącym. Przy tym rozmieszczeniu mają zastosowanie zasady omówione przy rozmieszczeniu jednostronnym.

Rozміszczenie dwurzędowe przy zewnętrznych krawędziach jezdni. Dobierając odpowiedni stosunek s/h oraz rozsył światłości opraw, można uzyskać przy tym rozmieszczeniu rozkład luminancji jak dla rozmieszczenia dwustronnego naprzeciwległego. Większa luminancja przy prawych krawędziach jezdni może być korzystna z punktu widzenia ruchu drogowego.

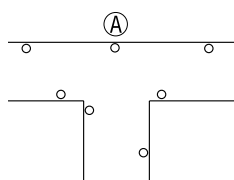
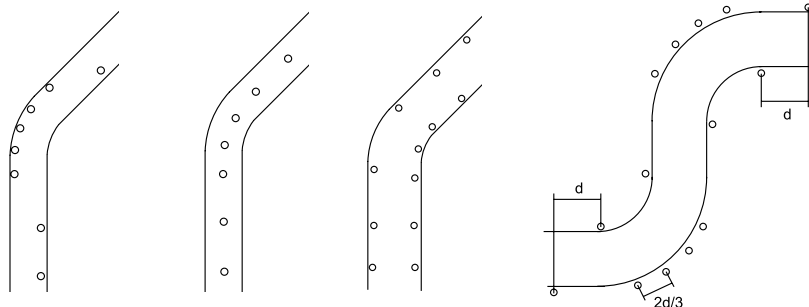
ROZMIESZCZENIE OPRAW DROGOWYCH

Łuki o promieniu większym od 750 m można traktować jak proste odcinki drogi. W łukach o promieniu mniejszym od 750, dla uzyskania równomiernego rozkładu luminancji konieczne jest zmniejszenie odstępu między oprawami. Odstęp pomiędzy oprawami powinien być tym mniejszy im mniejszy jest promień łuku. Tam gdzie pozwala na to szerokość jezdni korzystniej jest stosować rozmieszczenie jednostronne przy zewnętrznej stronie łuku.

Kiedy jest stosowane rozmieszczenie środkowe to należy je zachować również na łuku.

Jeśli szerokość jezdni na łuku jest 1,5 razy większa od wysokości zawieszenia opraw należy stosować rozmieszczenia dwustronne naprzeciwległe.

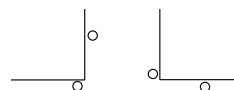
Na łukach klasy S oświetlenie powinno być umieszczane po zewnętrznej stronie łuku i odstępy pomiędzy oprawami zmniejszone do $\frac{2}{3}$ wartości w stosunku do wartości na prostym odcinku.



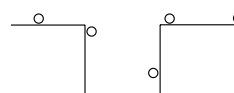
Prawidłowe oświetlenie skrzyżowania lub ronda pozwala je dostrzec wystarczająco wcześniej, rozpoznając jego układ oraz pojazdy poruszające się po nim.

Zapewnia to:

- właściwy poziom natężenia na poziomie 15–30 lx;
- równomierność $>0,4$;
- brak oślnienia;
- wyróżniająca barwa światła na przykład metalohalogenek;
- odpowiedni kontrast;
- horyzontalne natężenie oświetlenia o 50% wyższe od poziomu na drogach dojazdowych.

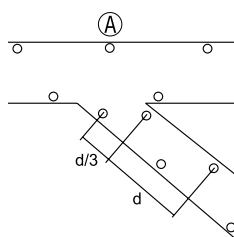


Na skrzyżowaniach typu T zaleca się stosowanie światła A w miejscu naprzeciwko zbiegu ciągów ruchu.



Na skrzyżowaniach typu X klasycznym rozwiązaniem jest umieszczenie światła bezpośrednio przy skrzyżowaniu dla każdego kierunku ruchu.

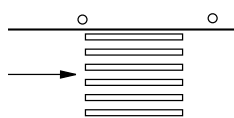
Skrzyżowania typu Y zawierają wszystkie rodzaje wlotów i zjazdów zaleca się używanie lamp o różnej barwie i ustawienie jak na rysunku.



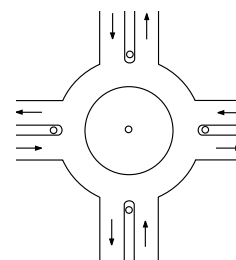
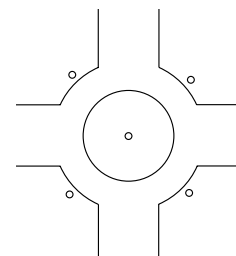
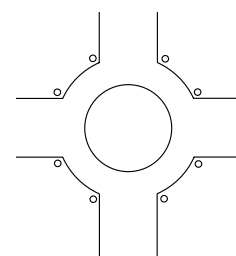
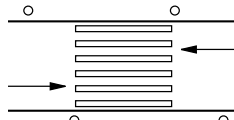
Różne są propozycje oświetlenia ronda.

W przypadku trawnika o średnicy poniżej 3 m w środku nie powinny być instalowane latarnie, powyżej 3 m w środku mogą być instalowane latarnie.

Obszar pobocza drogi przeznaczony dla ruchu pieszych musi być oświetlony na swojej całej długości aż do 5 m odległości od jezdni na wysokości nie mniejszej niż połowa wysokości na jakiej znajduje się oświetlenie jezdni.



Poziom luminancji jezdni od opraw oświetlenia ulicznego powinien zapewnić widoczność pieszych w ujemnym kontraście z tłem (ciemne sylwetki na jasnym tle). W innych przypadkach oświetlenia przejść należy rozwiązać za pomocą dodatkowych opraw oświetlających pieszych na przejściu i w jego obrębie. W tym celu należy dobrać typ oprawy i miejsce usytuowania aby osiągnąć ujemny kontrast oraz uniknąć oślnienia kierowców. Zaleca się usytuowanie oprawy przed przejściem od strony nadjeżdżających pojazdów. W przypadku ulic bez rozdzielnych kierunków ruchu oprawa powinna znajdować się nad pasem odpowiedniego kierunku jazdy. Przeznaczone są do tego celu oprawy o asymetrycznym rozsyłu światłości. Na przejściu oraz w strefie oczekiwania pionowe natężenie oświetlenia powinno zdecydowanie przewyższać wartość oświetlenia ulicznego.



KRYTERIA OŚWIETLENIA DROGOWEGO

WYMAGANIA OŚWIETLENIOWE			
	Poziom luminancji	Równomierność luminancji	Ośnienie
Wydolność wzrokowa	Średnia luminancja nawierzchni L_{sr}	Całkowita równomierność luminancji $U_0 = L_{\text{min}}/L_{\text{sr}}$	Przyrost progowy TI
Wygoda widzenia	Średnia luminancja nawierzchni L_{sr}	Równomierność wzdłużna $U_1 = L_{\text{min}}/L_{\text{max}}$	Wskaźnik ograniczenia ośnienia G

Tab. 1. Grupy sytuacji oświetleniowych

Typowe prędkości głównych użytkowników	Typy użytkowników w obrębie rozważanej powierzchni			Sytuacje oświetleniowe
	Główny użytkownik	Inni dopuszczeni użytkownicy	Wykluczeni użytkownicy	
>60 km/godz.	ruch motorowy		wolno jadące pojazdy, rowerzyści, piesi	A1
		wolno jadące pojazdy	rowerzyści, piesi	A2
		wolno jadące pojazdy, rowerzyści, piesi		A3
>30<60 km/godz.	ruch motorowy, wolno jadące pojazdy	rowerzyści, piesi		B1
	piesi, rowerzyści, wolno jadące pojazdy	piesi		B2
	rowerzyści	piesi	ruch motorowy, wolno jadące pojazdy	C1
>5<30 km/godz.	ruch motorowy, piesi		rowerzyści, wolno jadące pojazdy	D1
		wolno jadące pojazdy, rowerzyści		D2
	ruch motorowy, rowerzyści	wolno jadące pojazdy, rowerzyści, piesi		D3
	ruch motorowy, wolno jadące pojazdy, rowerzyści, piesi			D4
Bardzo niska	piesi		ruch motorowy, wolno jadące pojazdy, rowerzyści	E1
		ruch motorowy, wolno jadące pojazdy, rowerzyści		E2

Tab. 2. Specyfikacje parametrów

	Parametry	Opcje		
Powierzchnia (geometryczna)	Rozdzielność pasów ruchu	Tak	Nie	
	Rodzaj skrzyżowań	Wjazd	Skrzyżowanie	
	Odstęp między wjazdami, mostami	>3km	<=3km	
	Gęstość skrzyżowań	<3 skrzyżowań/km	>= 3 skrzyżowań/km	
	Strefa konfliktowa	Nie	Tak	
	Środki do uspokojenia ruchu	Nie	Tak	
	Strumień ruchu pojazdów		<4000	4000 do 7000
			7000 do 15000	15000 do 25000
		25000 do 40000	>40000	
Występujący ruch	Strumień ruchu rowerzystów	Normalny	Wysoki	
	Strumień ruchu pieszych	Normalny	Wysoki	
	Trudność zadania jazdy	Normalny	Wyższy niż normalny	
	Zaparkowane pojazdy	Nie istnieją	Istnieją	
	Rozpoznawalność twarzy	Niekonieczna	Konieczna	
	Ryzyko przestępczości	Normalne	Wyższe niż normalne	
Wpływ otoczenia	Kompleksowość pola widzenia	Normalna	Wysoka	
	Poziom jasności otoczenia	Wiejski, miejski	Centrum miasta	
	Główny typ pogody	Sucho	Mokro	

Poprawnie zaprojektowane oświetlenie drogowe powinno zapewnić użytkownikom warunki wygodnego i bezpiecznego poruszania się.

Norma europejska EN 13201 „Oświetlenie ulic” podaje wytyczne dla oświetlenia ulic przeznaczonych dla różnych użytkowników począwszy od szybkiego ruchu pojazdów do ruchu pieszych. Każdy z tych użytkowników w określonych sytuacjach drogowych potrzebuje oświetlenia o odpowiednich parametrach. Aby można było właściwie dobrać parametry wprowadzona została klasyfikacja sytuacji oświetleniowych, które zależą od głównego użytkownika drogi i jego prędkości, a także od dopuszczonych bądź wykluczonych użytkowników drogi. W tym celu w cz. 1 normy została sformułowana następująca procedura wyboru klas oświetleniowych:

1. Zdefiniowanie publicznej powierzchni ruchu, lub kilku sąsiadujących powierzchni i wybór zestawu sytuacji oświetleniowych;
2. Wybór tablicy, która odpowiada tej sytuacji;
3. Szczegółowa definicja rozważanej powierzchni;
4. Wybór przedziału klas oświetleniowych;
5. Wybór jednej klasy oświetleniowej z przedziału;
6. Znalazienie cech jakościowych dla wybranej klasy oświetleniowej;
7. Uwzględnienie wymagań ogólnych.

Klasyfikacja sytuacji oświetleniowych podana została w **tab. 1**. Jak wynika z tabeli określonych zostało dwanaście sytuacji oświetleniowych.

Zalecenia oświetlenia zależą od geometrii rozważanej powierzchni ruchu drogowego i czasu występujących okoliczności. To jest pomocne dla zarządu dróg dla opisanie tych okoliczności dla rozważanej powierzchni i dobrania właściwych parametrów.

KLASY OŚWIETLENIOWE

Sytuacjom oświetleniowym podanym w tabeli 1 zostały przyporządkowane **klasy oświetleniowe ME, S i CE, alternatywna A oraz dodatkowe ES i EV**.

Dla każdej sytuacji oświetleniowej podane są sposoby szczegółowego wyboru danej klasy oświetleniowej (załącznik A części 1 normy tablice A1–A20).

Dla każdej sytuacji oświetleniowej przypisane są dwie tablice. W tablicach ponumerowanych nieparzyste ze względu na właściwy parametr i w zależności od sytuacji oświetleniowej zalecany jest zakres określany przez trzy klasy oświetleniowe.

Opis tablic:

1. Strzałka wskazująca w lewo pokazuje, znajdującą się po lewej stronie wybranej komórki, podaną tam klasę oświetleniową;
2. Strzałka wskazująca w prawo pokazuje, znajdującą się po prawej stronie wybranej komórki, podaną tam klasę oświetleniową;
3. Zero wskazuje, znajdującą się w środku wybranej komórki, podaną tam klasę oświetleniową.

NORMA OŚWIETLENIA ULIC PN-EN13201 – KOMENTARZ

Jako przykład podany jest sposób wyboru klasy oświetleniowej z grupy sytuacji oświetleniowych B1.

Założmy, że dla wybranej sytuacji oświetleniowej B1 (tabela 1) przyjmijmy na podstawie tabeli 4 główny typ pogody „sucho”, gęstość skrzyżowań mniejszą od 3/km, trudność zadania jazdy „normalna”, oraz liczbę pojazdów na dobę <7000. Wtedy zakres klas oświetleniowych wybranych z tabeli jest ME6, ME5, ME4b. Dla wyboru jednej spośród tych trzech klas posługujemy się **tablicą 3**. Przykładowo jeżeli nie występuje strefa konfliktowa, kompleksowość pola widzenia jest normalna, zaparkowane pojazdy istnieją, a strumień rowerzystów jest wysoki to należy wybrać klasę oświetleniową ME4b.

PARAMETRY WEDŁUG PROCEDURY EN

Klasa oświetleniowa jest definiowana przez szereg wymagań fotometrycznych, które zależą od wizualnych potrzeb specjalnych użytkowników dróg na określonych powierzchniach ruchu i ich otoczeniu. Po ustaleniu dla rozpatrywanej powierzchni ruchu klasy oświetleniowej, w odpowiedniej tablicy drugiej części normy znaleźć należy wartości parametrów oświetleniowych, które powinny być utrzymane w całym okresie użytkowania instalacji oświetleniowej. Klasy oświetleniowe ME przewidziane są do stosowania na drogach przeznaczonych do ruchu samochodowego ze średnią lub wysoką prędkością. Wymagania i zalecenia oświetleniowe dla tych klas oparte są na kryterium luminancji.

Szczegółowe zalecenia podane są w **tabeli 5**.

Klasy oświetleniowe MEW przewidziane są do stosowania na drogach przeznaczonych dla ruchu samochodowego ze średnią lub wysoką prędkością, kiedy powierzchnia drogi jest przez dużą część godzin nocnych mokra lub wilgotna. Dlatego też całkowita równomierność luminancji U_0 dla drogi mokrej jest dodana dodatkowo do kryteriów jakościowych dla drogi suchej.

Klasy oświetleniowe CE są stosowane w strefach konfliktowych: ulice handlowe, skrzyżowania, ronda, przejścia dla pieszych, na drogach z ruchem samochodowym, a także z ruchem rowerzystów i pieszych.

Klasy CE są głównie przewidziane w przypadkach gdy technika luminacyjna nie znajduje zastosowania np. ze względu na to, że odległość widzenia jest mniejsza niż 60 m i gdy należy uwzględnić więcej pozycji obserwacji. Klasy CE są również przewidziane dla innych użytkowników w strefie konfliktowej (piesi i rowerzyści).

Dla klas oświetleniowych przewidzianych do stosowania w strefach konfliktowych ograniczenie ośnienia przeszkadzającego może być osiągnięte poprzez dobór opraw oświetleniowych posiadających ograniczone wartości światłości w określonych strefach. W zależności od tego oprawy oświetleniowe posiadają określoną **klasę rozsyłu światłości G**. Szczegółowe wymagania dotyczące rozsyłu światłości opraw należących do danej klasy podane zostały w **tabeli 7**.

Tab. 3. Specyfikacja parametrów

Strefa konfliktowa	Kompleksowość pola widzenia	Zaparkowane pojazdy	Poziom jasności otoczenia					
			Mały		Średni		Wysoki	
			Strumień rowerzystów		Strumień rowerzystów		Strumień rowerzystów	
			Normalny	Wysoki	Normalny	Wysoki	Normalny	Wysoki
Nie	Normalna	Nie istnieją	←	0	←	0	0	0
		Istnieją	0	→	0	0	→	→
	Wysoka	Nie istnieją	0	0	0	0	0	0
		Istnieją	0	0	→	→	→	→
Tak			→					

W strefach konfliktowych jest zalecana luminancja jako kryterium do projektowania. Natężenie oświetlenia może być zastosowane jako kryterium, jeśli luminancja wskutek małej odległości widzenia albo innych czynników nie jest do zastosowania. Wtedy zalecanym klasom ME dane są równorzędne klasy CE.

Tab. 4. Zalecany zakres klas oświetleniowych grupa B1

Główny typ pogody	Środki do uspokajania ruchu	Gęstość skrzyżowań ilość/km	Trudność zadania jazdy	Strumień ruchu – pojazdów/dobę*					
				<7000			>7000		
				←	0	→	←	0	→
Sucho	Nie	<3	Normalna	Me6	Me5	Me4b	Me5	Me4b	Me3c
			Wyższa niż normalna	Me5	Me4b	Me3c	Me5	Me4b	Me3c
			Normalna	Me5	Me4b	Me3c	Me4b	Me4b	Me3c
			Wyższa niż normalna	Me4b	Me3c	Me2	Me3c	Me3c	Me2
Tak			J. w., tylko przy ruchu uspokojonym na powierzchni do wyboru „-1”						
Mokro	Jak wyżej, ale do wyboru klasy MEW								

*Jeśli luminancja jako kryterium projektowe nie może być zastosowana, to może być zastosowane natężenie oświetlenia. Wtedy zalecanym klasom ME dane są równorzędne klasy CE.

Tab. 5. Zalecane parametry oświetlenia dla klas ME

Klasa	Luminancja jezdni przy suchej nawierzchni			Przyrost wartości progowej	Stosunek natężenia oświetlenia otoczenia
	L [cd/m ²] (wartość najniższa, wartość oczekiwana)	U ₀ (wartość najniższa)	U ₁ (wartość najniższa)	Tl [%]* (wartość największa)	Średnio** (wartość najniższa)
ME 1	2,00	0,40	0,70	10	0,50
ME 2	1,50	0,40	0,70	10	0,50
ME 3a	1,00	0,40	0,70	15	0,50
ME 3b	1,00	0,40	0,60	15	0,50
ME 3c	1,00	0,40	0,50	15	0,50
ME 4a	0,75	0,40	0,60	15	0,50
ME 4b	0,75	0,40	0,50	15	0,50
ME 5	0,5	0,35	0,40	15	0,50
ME 6	0,3	0,35	0,40	15	0,50

* Dodatkowy wzrost Tl o 5%, może być dopuszczony przy stosowaniu źródeł światła o małej luminancji

** To kryterium jest tylko do zastosowania, gdy nie graniczy z jezdnią zadrą powierzchnia ruchu ze swoimi wymaganiami.

Tab. 6. Zalecane parametry oświetleniowe dla klas CE

Klasa	Poziome natężenie oświetlenia	
	E _{sf} [lx] (wartość najniższa)	U ₀ (wartość najniższa)
CE 0	50,0	0,40
CE 1	30,0	0,40
CE 2	20,0	0,40
CE 3	15,0	0,40
CE 4	10,0	0,40
CE 5	7,5	0,40

Tab. 7. Klasy rozsyłu światłości opraw oświetleniowych

Klasa	Światłości (wartości najwyższe) L [cd/km] przy			Inne wymagania
	70°	80°	90°	
G 1	–	200	50	Żadne
G 2	–	150	30	Żadne
G 3	–	100	20	Żadne
G 4	500	100	10	Światłość=0 cd>95°
G 5	350	100	10	Światłość=0 cd>95°
G 6	350	100	0	Światłość=0 cd>90°

Tab. 8. Zalecane parametry oświetlenia dla klas S

Klasa	Poziome natężenie oświetlenia	
	E_{sr} [lx] (wartość najniższa)	E_{min} (wartość najniższa)
S 1	15,0	5,0
S 2	10,0	3,0
S 3	7,5	1,5
S 4	5,0	1,0
S 5	3,0	0,6
S 6	2,0	0,6
S 7	Nie wymaga się	Nie wymaga się

Tab. 9. Zalecane parametry oświetleniowe dla klas A

Klasa	Półsferyczne natężenie oświetlenia	
	E_{sr} [lx] (wartość najniższa)	U_0 (wartość najniższa)
A 1	5,0	0,15
A 2	3,0	0,15
A 3	2,0	0,15
A 4	1,5	0,15
A 5	1,0	0,15
A 6	Nie wymaga się	Nie wymaga się

Alternatywnie mogą być zastosowane zalecenia z **tab. 5** dotyczące przyrostu wartości progowej TI dla wszystkich kombinacji kierunków jazdy i pozycji obserwowanych jest praktycznie możliwe.

Klasy oświetleniowe S (**tab. 8**) i klasy A (**tab. 9**) przewidziane są dla warunków widzenia na drogach dla pieszych, rowerzystów, na pasach postojowych i innych powierzchniach położonych wzdłuż jezdni jak również na ulicach mieszkaniowych, strefach dla pieszych, parkingach, dziedzińcach szkolnych.

Tab. 10. Zalecane parametry oświetleniowe dla klas ES

Klasa	Pionowe natężenie oświetlenia
	E_{min} [lx] (wartość oczekiwana)
Es 1	10,00
Es 2	7,50
Es 3	5,00
Es 4	3,00
Es 5	2,00
Es 6	1,50
Es 7	1,00
Es 8	0,75
Es 9	0,50

Tab. 11. Zalecane parametry oświetleniowe dla klas EV

Klasa	Pionowe natężenie oświetlenia
	E_{min} [lx] (wartość oczekiwana)
Ev 1	50,0
Ev 2	30,0
Ev 3	10,0
Ev 4	7,5
Ev 5	5,0
Ev 6	0,5

W obszarach zagrożonych przestępczością wymaga się uzupełnienia wymagań dotyczących horyzontalnego natężenia oświetlenia przez półcylicylniczne natężenie oświetlenia ze względu na konieczność rozróżnienia twarzy przechodniów. Zalecane wartości półcylicylniczne natężenia oświetlenia dla uzupełniających klas ES podane zostały w **tab. 10**.

Na rozjazdach w celu polepszenia widoczności pojazdów celowe jest ustalenie wartości pionowego natężenia oświetlenia na wysokości 1,5 m od ziemi i pozycji obserwatora. W tym celu stosuje się uzupełniające klasy EV do klasy CE. Zalecane wartości pionowego natężenia oświetlenia dla klas EV podane są w **tabeli 11**.

Tab. 12. Klasy Ce i S uzupełnione klasami ES i EV

Klasa referencyjna	Ce 0	Ce 1	Ce 2	Ce 3	Ce 4	Ce 5	S 4	S 5	S 6
Klasa porównywalna	Es 1	Es 2 Ev 3	Es 3 Ev 4	Es 4 Ev 5	Es 5 E	Es 6	Es 7	Es 8	Es 9

Klasy uzupełniające ES i EV zależą od klas CE i S co jest zilustrowane w **tabeli 12**.

Tab. 13. Klasy oświetleniowe z porównywalnymi poziomami oświetlenia

	Me 1	Me 2	Me 3	Me 4	Me 5	Me 6			
	MEW 1	MEW 2	MEW 3	MEW 4	MEW 5				
Ce 0	Ce 1	Ce 2	Ce 3, S 1	Ce 4, S 2	Ce 5, S 3	S 4	S 5	S 6	

W normie przyjęto wymaganie, że sąsiadujące obszary pod względem klas oświetleniowych nie różnią się o dwie klasy oświetleniowe. W **tab. 13** zestawiono odpowiadające sobie klasy. Klasy MEW dotyczą powierzchni mokrych.

Tab. 14. Klasy wskaźników oświetlenia

Klasa	D 0	D 1	D 2	D 3	D 4	D 5	D 6
Max wskaźnik ośnienia	–	7000	5500	4000	2000	1000	500

Średnie natężenie oświetlenia na płaszczyźnie poziomej E , minimalne natężenie oświetlenia E_{min} , średnie półsferyczne natężenie oświetlenia E_{hs} , całkowita równomierność natężenia oświetlenia U_0 minimalnie półcylicylniczne natężenie oświetlenia E_{scmin} i minimalne pionowe natężenie oświetlenia E_{vmin} oblicza się według EN13201-3, natomiast pomiary sprawdzające wykonuje się według EN 13201-4.

Tab. 15. Klasy A zastępujące klasy S

Klasa referencyjna	S 1	S 2	S 3	S 4	S 5	S 6	S 7
Klasa porównywalna	–	A 1	A 2	A 3	A 4	A 5	A 6

W przypadku gdy korzystniejsze jest zastosowanie półsferycznego natężenia oświetlenia, wtedy klasy S należy zastąpić alternatywnymi klasami A. Klasy S odpowiadające klasom podane zostały w **tabeli 9**.

Tab. 16. Wymagania oświetleniowe wg publikacji CIE nr 12.2

Kategoria drogi	Tło (otoczenie drogi)	Poziom luminancji nawierzchni jezdni L [cd/m ²]	Równomierność luminacji		Ograniczenie ośnienia	
			Ogólna U_0	Wzdłużna U_1	Wskaźnik wygody G	Wskaźnik wzrostu progę kontrastu TI [%]
A	Każde	2,0	0,40	0,70	6	10
B	Jasne	2,0	0,40	0,70	5	10
	Ciemne	1,0	0,40	0,70	6	10
C	Jasne	2,0	0,40	0,50	5	20
	Ciemne	1,0	0,40	0,50	6	10
D	Jasne	2,0	0,40	0,50	4	20
E	Jasne	1,0	0,40	0,50	4	20
	Ciemne	0,5	0,40	0,50	5	20

*Obowiązywała od lat siedemdziesiątych dla dróg: $v > 30$ km/godz. i $v > 60$ km/godz.

DLACZEGO LED W OŚWIETLENIU?

ZALETY

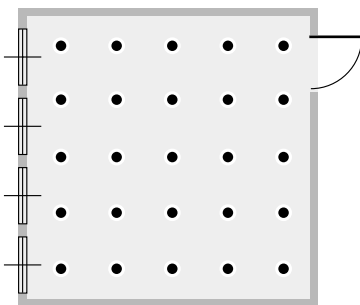
- + wysoka skuteczność świetlna (dziś na poziomie świetlówki)
- + długa żywotność – do 50.000 godzin, przy spełnieniu wymogów odpowiedniej pracy
- + małe wymiary
- + wysoka odporność mechaniczna
- + doskonałe oddawanie kolorów
- + brak promieniowania UV/IR
- + niskie napięcie zasilania
- + odporność na cykle włącz/wyłącz
- + łatwość sterowania natężeniem – DALI
- + łatwość sterowania barwą DMX
- + dowolność w kształtowaniu kąta rozsyłu światła
- + możliwość pracy w niskich temperaturach
- + odporność na wibracje i wstrząsy

WADY

- trudności z utrzymaniem wierności barwy
- trudności z utrzymaniem właściwej temperatury pracy a więc i zakładanej żywotności

KALKULACJA MODELOWA oświetlenie wewnętrzne

Lokal 5 x 5 m



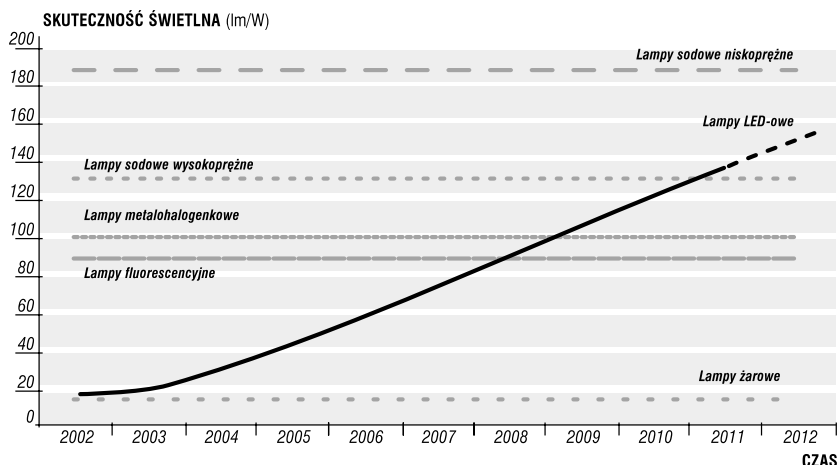
LED 9 W x 25 sztuk = 225 W 3200 K
 np. Elmarco LED-Spot, oszczędność 65%

TYP	E_{max}	E_{min}	E_{sr}	$E_{m/sr}$
	lx	lx	lx	
pow. pracy	477	137	370	0,356
podłoga	400	147	348	0,422
sufit	54	39	48	0,800
ściany	117	45	75	

HALOGEN 50 W x 25 sztuk = 1250 W 3200 K
 np. Elmarco HALO-Spot

TYP	E_{max}	E_{min}	E_{sr}	$E_{m/sr}$
	lx	lx	lx	
pow. pracy	429	174	348	0,500
podłoga	392	160	313	0,513
sufit	68	45	58	0,782
ściany	185	55	113	

ROZWÓJ SKUTECZNOŚCI ŚWIETLNEJ LED NA TLE INNYCH ŹRÓDEŁ ŚWIATŁA



BARWA ŚWIATŁA

Zimna barwa

5000–7000 K (5600 K); CRI 70
 zastosowanie na zewnątrz (parki, ogrody, tereny zielone)

Naturalna barwa

3400–5000 K (4100 K); CRI 75
 kombinacje różnych źródeł np. sklepy

Ciepła barwa

2800–3400 K (3200 K); CRI 80
 wnętrza, gdy ważne jest oddawanie kolorów

Wielokolorowy RGB system

ŻYWOTNOŚĆ – 50 000 GODZIN

24 godzin na dobę = 5,7 lat
 18 godzin na dobę = 7,6 lat
 12 godzin na dobę = 11,4 lat
 8 godzin na dobę = 17,0 lat

ENERGOOSZCZĘDNOŚĆ

Przybliżone wartości

Halogen 15 W ~ LED 3,6 W
 TLC 36 W ~ LED 18 W
 TLC 40 W ~ LED 24 W
 MH 70 W ~ LED 40 W
 MH 35 W ~ LED 28 W

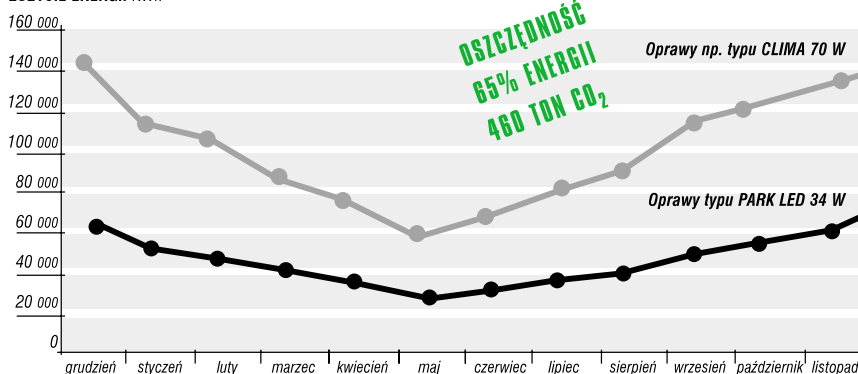
ELASTYCZNOŚĆ

Sterowanie – regulacja natężenia i zmiany kolorów światła i rytmu pulsowania, migotania aż po efekt stroboskopowy. W standardzie DMX lub możliwość poprzez konwerter za pośrednictwem PC.

KALKULACJA MODELOWA oświetlenie zewnętrzne

Porównanie opraw parkowych konwencjonalnych i ledowych – przykład miasto Lipstadt, Niemcy

ZUŻYCIENIE ENERGII kWh



**OSZCZĘDNOŚĆ
 65% ENERGII
 460 TON CO₂**



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Żarówki standardowe							
A60	40	E27	1000	420	CLASS A FR 40W	GLS STANDARD A 40W	STANDARD GLS 60A1/CL
Aled	4	E27	50 000	360	–	–	–
Aled	6	E27	50 000	540	–	–	–
Aled	9	E27	50 000	810	–	–	GLS LED9/A60



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Żarówki ledowe							
ACled	9	E27	50 000	840	–	–	–
ACled	11	E27	50 000	1050	–	–	–
ACled	13	E27	50 000	1200	–	–	–



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Halogeny liniowe							
QT-DE	150	Rx7	2000	2200	HALOLINE 150W	PLUSLINE PRO 150W	K12 Q150 T2.5/CL
QT-DE	200	Rx7	2000	3500	HALOLINE 200W	PLUSLINE PRO 200W	K9 C200W



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Halogeny 12V							
Q	10	G4	2000	140	KALOSTAR 10W	CAPSULELINE 10W	M29/Q10
Q	20	G4	2000	320	KALOSTAR 20W	CAPSULELINE 20W	M30/ESB/Q20



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Halogeny z odbłyśnikiem 111/12V							
QR111	35	G53	3000	40 000	HALOSPOT 111 35/24°	–	–
QR111	50	G53	3000	20 000	HALOSPOT 111 50/8°	ALULINE PRO 111 50W/8°	–
QR111	50	G53	3000	4000	HALOSPOT 111 50/24°	ALULINE PRO 111 50W/24°	–



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Halogeny z odbłyśnikiem 51/12V							
QR-CBC 51	20	GU5,3	2000	3150	DECOSTAR 51 20W/10°	BRILLIANTLINE 20W/10°	M268/ESX/CG/EC
QR-CBC 51	20	GU5,3	2000	510	DECOSTAR 51 20W/38°	BRILLIANTLINE 20W/38°	M269/BAB/CG/EC
QR-CBC 51	35	GU5,3	2000	6300	DECOSTAR 51 20W/10°	BRILLIANTLINE 20W/10°	FRB/CG/EC
QR-CBC 51	35	GU5,3	2000	1050	DECOSTAR 51 20W/38°	BRILLIANTLINE 20W/38°	M281/FMW/CG/EC



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	kąt	Temperatura	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Power LED 12V							
MA-X	3-4	–	50 000	200	4-46°	ciepła	LED 4/MR16/GU5.3/WFL
MA-X	3-4	–	50 000	250	4-46°	zimna	–
MA-X	6-7	–	50 000	400	4-46°	ciepła	–
MA-X	6-7	–	50 000	500	4-46°	zimna	–



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	kąt	Temperatura	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Power LED 230V							
MA-X	3-4	–	50 000	200	4-45°	ciepła	LED 4.5/GU10/FL/BX
MA-X	3-4	–	50 000	250	4-45°	zimna	–
MA-X	6-7	–	50 000	400	4-46°	ciepła	LED 7/GU10/FL/BX
MA-X	6-7	–	50 000	500	4-46°	zimna	–



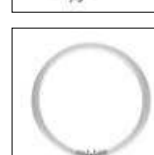
LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	kąt	Temperatura	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Power LED 12V							
QR 111	9	G53	35 000	720	18-110°	–	–
QR 111	12	G53	35 000	1000	18-110°	–	–
QR 111	15	G53	35 000	1200	18-110°	–	–



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Światłówki Iniove LED							
T-8	9	G13	50 000	800	–	–	–
T-8	13	G13	50 000	1050	–	–	–
T-8	21	G13	50 000	1600	–	–	–

ŹRÓDŁA ŚWIATŁA

LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Świetłówki liniowe T5							
	[W]		[h]	[lm]			
T5	6	G5	10 000	240	LUMILUX DE LUX L 6W	TL MINI 6W	-
T5	8	G5	10 000	450	LUMILUX L 8W	TL MINI 8W	-
T5	13	G5	10 000	950	LUMILUX L 13W	TL MINI 13W	-
Świetłówki liniowe T5							
	[W]		[h]	[lm]			
T5	24	G5	20 000	1750	LUMILUX FQ 24W	TL 5 HO 24W	High Efficiency F24
T5	39	G5	20 000	3100	LUMILUX FQ 39W	TL 5 HO 39W	High Efficiency F39
T5	54	G5	20 000	4450	LUMILUX FQ 54W	TL 5 HO 54W	High Efficiency F54
Świetłówki liniowe T8							
	[W]		[h]	[lm]			
T8	18	G13	10 000	1350	LUMILUX L 18W	TL D 18	T8 Polylux XLR™ F18
T8	30	G13	10 000	2400	LUMILUX L 30W	TL D 30	T8 Polylux XLR™ F30
T8	36	G13	10 000	3350	LUMILUX L 36W	TL D 36	T8 Polylux XLR™ F36
T8	58	G13	10 000	5200	LUMILUX L 58W	TL D 58	T8 Polylux XLR™ F58
Świetłówki kompaktowe D							
	[W]		[h]	[lm]			
TC-D	13	G24d-1	10 000	900	DULUX D 13W	PL-C/2p 13W	Biax™ D F13DBX
TC-D	18	G24d-2	10 000	1200	DULUX D 18W	PL-C/2p 18W	Biax™ D F18DBX
TC-D	26	G24d-3	10 000	1800	DULUX D 26W	PL-C/2p 26W	Biax™ D F26DBX
Świetłówki kompaktowe D							
	[W]		[h]	[lm]			
TC-DEL	13	G24q-1	10 000	900	DULUX D/E 13W	PL-C/4p 13W	Biax™ E F13DBX/EOL
TC-DEL	18	G24q-2	10 000	1200	DULUX D/E 18W	PL-C/4p 18W	Biax™ E F18DBX/EOL
TC-DEL	26	G24q-3	10 000	1800	DULUX D/E 26W	PL-C/4p 26W	Biax™ E F26DBX/EOL
Świetłówki kompaktowe T							
	[W]		[h]	[lm]			
TC-T	13	GX24d-1	10 000	900	DULUX T 13W	PL-T/2p 13W	Biax™ D F13TBX/A
TC-T	18	GX24d-2	10 000	1200	DULUX T 18W	PL-T/2p 18W	Biax™ D F18TBX/A
TC-T	26	GX24d-3	10 000	1800	DULUX T 26W	PL-T/2p 26W	Biax™ D F26TBX/A
Świetłówki kompaktowe T							
	[W]		[h]	[lm]			
TC-TEL	32	GX24q-3	10 000	2400	DULUX T/E 32W	PL-T/4p TOP 32W	Biax™ T E32TBX/A/EOL
TC-TEL	42	GX24q-4	10 000	3200	DULUX T/E 42W	PL-T/4p TOP 42W	Biax™ T E42TBX/A/EOL
TC-TEL	57	GX24q-5	10 000	4300	DULUX T/E 57W	PL-T/4p TOP 57W	Biax™ T E57TBX/A/EOL
Świetłówki kompaktowe L							
	[W]		[h]	[lm]			
TC-L	18	2G11	10 000	1200	DULUX L 18W	PL-L 18W	Biax™ F18BX
TC-L	24	2G11	10 000	1800	DULUX L 24W	PL-L 24W	Biax™ F24BX
TC-L	36	2G11	10 000	2900	DULUX L 36W	PL-L 36W	Biax™ F36BX
TC-L	40	2G11	10 000	3500	DULUX L 40W	PL-L 40W	Biax™ F40BX
TC-L	55	2G11	10 000	4800	DULUX L 55W	PL-L 55W	Biax™ F55BX
Świetłówki kompaktowe F							
	[W]		[h]	[lm]			
TC-F	18	2G10	10 000	1100	DULUX F 18W	-	-
TC-F	24	2G10	10 000	1700	DULUX F 24W	-	-
TC-F	36	2G10	10 000	2800	DULUX F 36W	-	-
Świetłówki kołowe R							
	[W]		[h]	[lm]			
T-R 8	22	G10q	10 000	1350	LUMILUX L 22W C	TL-E 22W	-
T-R 8	32	G10q	10 000	2050	LUMILUX L 32W C	TL-E 32W	-
T-R 8	40	G10q	10 000	2900	LUMILUX L 40W C	TL-E 40W	-





LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Lampy sodowe cylindryczne			[W]	[h]	[lm]		
HST	50	E27	24 000	4400	NAV-T 50 SUPER	SON-T PLUS 50	XO LU50/85/XO/T
HST	70	E27	24 000	6500	NAV-T 70 SUPER	SON-T PLUS 70	XO LU70/90/XO/T
HST	100	E40	24 000	10 000	NAV-T 100 SUPER	SON-T PLUS 100	XO LU100/100/XO/T
HST	150	E40	24 000	17 200	NAV-T 150 SUPER	SON-T PLUS 150	XO LU150/150/XO/T
HST	250	E40	24 000	33 000	NAV-T 250 SUPER	SON-T PLUS 250	XO LU250/XO/T
HST	400	E40	24 000	55 000	NAV-T 400 SUPER	SON-T PLUS 400	XO LU400/XO/T
HST	600	E40	24 000	90 000	NAV-T 600 SUPER	SON-T PLUS 600	XO LU600/XO/T



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Lampy sodowe cylindryczne 2 jarz.			[W]	[h]	[lm]		
HST	70	E27	48 000	6400	–	–	LU70/XO/SBY/T12
HST	100	E40	48 000	10 000	–	–	LU100/XO/SBY/T
HST	150	E40	48 000	16 500	–	–	LU150/XO/SBY/T



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Lampy sodowe eliptyczne			[W]	[h]	[lm]		
HSE	50	E27	24 000	3500	NAV-E 50	SON 50	XO LU50/85/XO/D
HSE	70	E27	24 000	5600	NAV-E 70	SON 70	XO LU70/90/XO/D
HSE	100	E40	24 000	9500	NAV-E 100 SUPER	SON 100	XO LU100/100/XO/D
HSE	150	E40	24 000	14 000	NAV-E 150	SON 150	XO LU150/100/XO/D
HSE	250	E40	24 000	25 000	NAV-E 250	SON 250	XO LU250/XO/D
HSE	400	E40	24 000	47 000	NAV-E 400	SON 400	XO LU400/XO/D



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Lampy sodowe eliptyczne			[W]	[h]	[lm]		
HSE/I	50	E27	24 000	3500	NAV-E 50/I	SON 50/I	I LU50/85/D/I
HSE/I	70	E27	24 000	5600	NAV-E 70/I	SON 70/I	I LU70/90/D/I



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Lampy sodowe cylindryczne TS			[W]	[h]	[lm]		
HST-DE	70	Rx7s	24 000	6800	NAV-TS 70 SUPER	–	–
HST-DE	150	Rx7s-24	24 000	15 000	NAV-TS 150 SUPER	–	–



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Lampy metalohalogenkowe			[W]	[h]	[lm]		
HIT	70	G12	8000	5200	HQI-T 70	–	ARC70/T/U
HIT	150	G12	8000	13 000	HQI-T 150	–	ARC150



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Lampy metalohalogenkowe			[W]	[h]	[lm]		
HIT CRI	35	G12	8000	3200	HCI-T 35	CDM-T 35	CMH35/T/UVC/U
HIT CRI	40	G22	8000	–	HCI-T 40	CDM-T 40	–
HIT CRI	70	G12	8000	6500	HCI-T 70	CDM-T 70	CMH70/T/UVC/U
HIT CRI	150	G12	8000	13 700	HCI-T 150	CDM-T 150	CMH150/T/UVC/U



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Lampy metalohalogenkowe			[W]	[h]	[lm]		
HIT-DE	70	Rx7s	8000	5000	HQI-TS 70	MHN-TD PRO 70	ARC70/UVC/TD
HIT-DE	150	Rx7s-24	8000	11 000	HQI-TS 150	MHN-TD PRO 150	ARC150/UVC/TD
HIT-DE	250	Fc2	8000	20 000	HQI-TS 250	MHN-TD PRO 250	ARC250/TD



LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
Lampy metalohalogenkowe			[W]	[h]	[lm]		
HIT-DE	1000	przewód	8000	6600	HQI-TS 1000/D/S	–	–
HIT-DE	2000	przewód	8000	14 000	HQI-TS 2000/D/S	–	–

ŹRÓDŁA ŚWIATŁA

LBS	Moc	Trzonek	Średnia trwałość	Strumień świetlny	Typ wg OSRAM	Typ wg PHILIPS	Typ wg GENERAL ELECTRIC
-----	-----	---------	------------------	-------------------	--------------	----------------	-------------------------

Lampy metalohalogenkowe	[W]		[h]	[lm]			
HIT-DE CRI	70	Rx7s	8000	6600	HCI-TS 70	CDM-TD 70	CMH70/TD/UVC
HIT-DE CRI	150	Rx7s-24	8000	14 000	HCI-TS 150	CDM-TD 150	CMH150/TD/UVC



Lampy metalohalogenkowe	[W]		[h]	[lm]		kąć	
HCIR 111	20	Gx8,5	8000	–	HCI-R 11	10–40°	–
HCIR 111	35	Gx8,5	8000	–	HCI-R 11	10–40°	–
HCIR 111	50	Gx8,5	8000	–	HCI-R 11	10–40°	–
HCIR 111	75	Gx8,5	8000	–	HCI-R 11	10–40°	–



Lampy metalohalogenkowe eliptyczne	[W]		[h]	[lm]			
HIE	70	E27	8000	4700	HQI-E 70	–	CMH70/E/UVC/U
HIE	100	E27	8000	7800	HQI-E 100	–	CMH100/E/UVC/U
HIE	150	E27	8000	11 400	HQI-E 150	–	CMH150/E/UVC/U
HIE	250	E40	8000	17 000	HQI-E 250	HPI 250	ARC250/D/H
HIE	400	E40	8000	31 000	HQI-E 400	HPI 400	KRC400/D/VBU



Lampy metalohalogenkowe cylindryczne	[W]		[h]	[lm]			
HIT	250	E40	8000	20 000	HQI-T 250	HPI-T PLUS 250	ARC250/T/VBU
HIT	400	E40	8000	35 000	HQI-T 400	HPI-T PLUS 400	ARC400/T/H



Lampy metalohalogenkowe cylindryczne	[W]		[h]	[lm]			
HIT	1000	E40	8000	85 000	HQI-T 1000/D	HPI-T PRO 1000	SPL1000/T/H
HIT	2000	E40	8000	210 000	HQI-T 2000/D	HPI-T PRO 2000	SPL2000/T/H



Lampy metalohalogenkowe cylindryczne	[W]		[h]	[lm]			
HIT CRI	70	E27	8000	6300	HCI-TT 70	CDO-TT 70	CMH70/TT/UVC
HIT CRI	100	E40	8000	8800	–	CDO-TT 100	CMH100/TT/UVC
HIT CRI	150	E40	8000	13 500	HCI-TT 150	CDO-TT 150	CMH150/TT/UVC



Lampy rtęciowe cylindryczne	[W]		[h]	[lm]			
HME	50	E27	20 000	1800	HQL 50	HPL-N 50	–
HME	80	E27	20 000	3800	HQL 80	HPL-N 80	Standard H80
HME	125	E27	20 000	6300	HQL 125	HPL-N 125	Standard H125
HME	250	E40	20 000	13 000	HQL 250	HPL-N 250	Standard H250
HME	400	E40	20 000	22 000	HQL 400	HPL-N 400	Standard H400



Lampy biała soda	[W]		[h]	[lm]			
SW	35	PG12-1	10 000	1300	–	SDW-T 35	–
SW	50	PG12-1	10 000	2300	–	SDW-T 50	–
SW	100	PG12-1	10 000	5000	–	SDW-T 100	–



Lampy biała soda	[W]		[h]	[lm]			
SW	50	GX12-1	16 000	2400	–	SDW-TG 50	–
SW	100	GX12-1	16 000	4900	–	SDW-TG 100	–



Podane dane źródeł światła mają charakter orientacyjny, kompletne dane techniczne zawarte są w katalogach poszczególnych producentów.