

## Sygnalizatory uliczne. Klasyczne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.

Opracowali:  
Michał Kreid  
Kuba Kusiakowski

Sygnalizatory uliczne. Klasyczne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.



## Zalety i wady funkcjonowania sygnalizacji świetlnej

**Zalety funkcjonowania sygnalizacji świetlnej:**


- Porządkowanie ruchu i ułatwianie jazdy kierowcom
- Zwiększenie przepustowości wlotów poprzez grupowanie pojazdów
- Zmniejszenie liczby wypadków niektórych rodzajów, zwłaszcza czolowych i czołowo bocznych zderzeń pojazdów oraz wypadków z udziałem pieszych, dzięki redukcji punktów kolizji
- Umożliwienie przejazdu pojazdom i przejścia pieszym z podporządkowanych kierunków poprzecznych, w porządek ulic o dużym ruchu kołowym
- Zmniejszenie strat czasu pojazdów wjeżdżających z wlotów podporządkowanych
- Wysoka efektywność ekonomiczną wynikającą ze stosunkowo niskich kosztów instalacji i eksploatacji

**Wady funkcjonowania sygnalizacji świetlnej:**

- Wzrost strat czasu w poszczególnych okresach doby, szczególnie na kierunku z nieregularnym przejazdem, gdzie przebiega większość linii komunikacji szosowej
- Wzrost liczby niektórych rodzajów wypadków, szczególnie nadjechan z tyłu pojazdu
- Zbędne straty czasu i zdenerwowanie użytkowników w przypadku niedostosowania programów sygnalizacji do ruchu, w tym również budowy małych rond.



Sygnalizatory uliczne. Klasyczne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.




## Historia

**ŚWIAT:**


- Za pierwszą sygnalizację świetlną uznaje się urządzenie zamontowane na skrzyżowaniu ulic Bridge Street i New Palace Yard w [Londynie](#) niedaleko [Banku Westminsteru](#). Konstrukctorem jej był inżynier kolejarstwa J. P. Knight. Sygnalizację uruchomiono 10 grudnia 1868. Był to sterowany ręcznie semafor z lampą gazową, która wyśwelała zielone i czerwone sygnały. Instalacja działała do 2 stycznia 1869, kiedy to nastąpił wybuch gazu. [\[1\]](#)
- 1914 - pierwsza elektryczna sygnalizacja świetlna (zielono-czerwona), [Cleveland](#) (USA)
- 1918 - zaczęto stosować oznaczenie trójkolorowe, [New York](#) (USA)
- 1922 - po raz pierwszy skoordynowano sygnały na sąsiednich skrzyżowaniach, [Salt Lake City](#) (USA)
- 1928 - uruchomiono pierwszą sygnalizację uzależnioną od sytuacji w ruchu (akomodacyjną), reagującą na sygnal klasikonu samochodu [Baltimore](#) (USA)
- 1933 - po raz pierwszy zastosowano sygnalizację wzbudzaną przez pieszych
- 1959 - sygnalizacja uliczna zaczęła być sterowana komputerowo, [Toronto](#) (Kanada)

**POLSKA:**

- 1926 - Pierwsza sygnalizacja świetlna została zamontowana na skrzyżowaniu [Alei Jerozolimskich](#) i [ulicy Marszałkowskiej](#) w Warszawie. Po wojnie, wraz z odbudową miast i ulic instalowano również sygnalizację świetlną.
- 1967 - pojawiła się pierwsza sygnalizacja wzbudzana przez pieszych ([ul. Grzybowska](#), Warszawa)
- 1968 - po raz pierwszy w Polsce zastosowano system skoordynowanego sterowania sygnalizacją, Warszawa
- 1974 - uruchomiono pierwszą w pełni akomodacyjną sygnalizację wielofazową.



Sygnalizatory uliczne. Klasyczne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.




## Rodzaje sygnałów podawanych przez sygnalizatory

**Rodzaje sygnałów podawanych przez sygnalizatory:**


Kolejność i znaczenie sygnałów do kierowania ruchem regulują Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach

W Polsce obecnie stosuje się następujące sygnały:

- dla pojazdów: zielony, żółty, czerwony oraz uprzedzający o rozpoczęciu sygnału zielonego – czerwono żółty
- dla pieszych: zielony, zielony pulsujący i czerwony, wyświetlane łącznie z sywetkami pieszego
- dla pojazdów komunikacji miejskiej: białe, wyświetlane w specjalnych komorach o znaczeniu odpowiadającym sygnałom: czerwonemu, żółtemu i zielonemu.




Sygnalizatory uliczne. Klasyczne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.




## Po co się stosuje sygnalizację świetlną??

**Sygnalizację świetlną stosuje się w celu:**

- segregacji w czasie kolizyjnych ze sobą potoków pojazdów oraz pieszych.
- kierowania ruchem pojazdów i pieszych przez przekazywanie użytkownikom odpowiednich sygnałów informujących o prawie lub zakazie przejazdu bądź przejścia i ostrzeganiem przed niebezpieczeństwem.

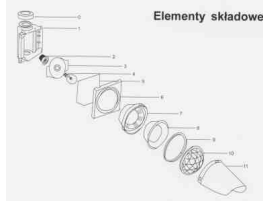


Sygnalizatory uliczne. Klasyczne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.

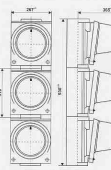


## Budowa komory sygnalizacyjnej

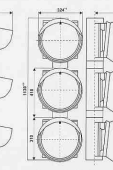
Elementy składowe latarni typu PHG - 2



- 0 - kształtek
- 1 - soczewka
- 2 - oprawka żarówki
- 3 - obrotowa miska
- 4 - żarówka
- 5 - soczewka
- 6 - oprawki
- 7 - tuleja
- 8 - osłona
- 9 - soczewka
- 10 - soczewka
- 11 - obrotowa



Latarnia PHG-21...



Latarnia PHG-22...

Sygnalizatory uliczne. Klasyczne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.












Sygnalizatory uliczne. Klasyczne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.




## Prawodawstwo

Skuteczność świetlna komór sygnałowych powinna spełniać wymagania odnośnie do strumienia świetlnego zależnie od średnicy komory i barwy sygnału zgodnie z tabelą 3.1.

Tabela 3.1. Luminancja strumienia świetlnego / komór sygnałowych w kandelaх (cd) w zależności od średnicy komory i barwy sygnału

Średnica soczewki [mm]	Barwa sygnału							
	czerwona		żółta		zielona		biała	
	$I_{min}$	$I_{max}$	$I_{min}$	$I_{max}$	$I_{min}$	$I_{max}$	$I_{min}$	$I_{max}$
100	100	100	100	400	200	400	200	400
200	200	400	400	1000	800	1000	400	1000
300	800	1100	1100	2500	2000	2500	1000	2000


Sygnalizatory uliczne. Klasyczne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.




## Prawodawstwo

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach. Dz. U. z 2003 r. Nr 220, poz. 2181, z późn. zm.

Komora sygnałowa jest podstawowym elementem sygnalizatora. Sygnalizator może składać się z 1 do 4, wyjątkowo 5 komór sygnałowych. Wyróżnia się komory sygnałowe o źródle światła rozproszonym (np. diodowe) i skupionym (żarówkowe). W sygnalizatorach dla pojazdów zaleca się stosowanie komór o rozproszonym źródle światła.



Sygnalizatory uliczne. Klasyczne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.




## Prawodawstwo

**Kąt rozsyłu strumienia świetlnego zależy od typu komory. Rozróżnia się komory szerokokątne, normalne i wąskokątne.**


- Komory szerokokątne stosuje się wyłącznie w przypadkach umieszczania sygnalizatora podstawowego po prawej stronie jezdni przy jednym pasie ruchu na wlocie.
- Komory normalne stosuje się w przypadku sygnalizacji na drogach zamiejscowych oraz w miastach, tam gdzie istnieje potrzeba postrzeżenia sygnału z większej odległości.
- Komory wąskokątne stosuje się zawsze w przypadku sygnalizatorów kierunkowych, a także ogólnych, jeżeli mocowane są nad pasami ruchu.

**Jednorodność luminancji strumienia świetlnego, wyrażona stosunkiem najmniejszej do największej wartości luminancji  $I_{min}$  :  $I_{max}$  powinna być nie mniejsza niż:**

- 1:10 dla komór szerokokątnych i normalnych
- 1:15 dla komór wąskokątnych.



Sygnalizatory uliczne. Klasyczne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.




## Prawodawstwo

**Komora sygnałowa powinna być zbudowana tak, by zapewnić uzyskanie optymalnych warunków nadawania sygnału świetlnego. W tym celu:**

- powierzchnia czobowa komory sygnałowej powinna być barwy czarnej lub ciemnoniebieskiej, tylna część obudowy komory powinna być barwy czarnej, ciemnoniebieskiej lub szarej,
- komora sygnałowa musi umożliwiać połączenie w zestaw oraz mieć możliwość ustawienia kąski pod odpowiednim kątem w stosunku do płaszczyzny pionowej i poziomej,
- wymagania konserwacyjne powinny być ograniczone do minimum; komora musi być wykonana z materiału trwałego, odpornego na uderzenia i promieniowanie ultrafioletowe; po zmontowaniu kilku komór w zestaw (sygnalizator) musi on być odporny na wibracje; producent lub dostawca komór zobowiązany jest do przekazania użytkownikowi informacji o sposobie ich konserwacji dla zapewnienia długotrwałej skuteczności optycznej na poziomie co najmniej 80 % wartości wyjściowej; trwałość komory powinna wynosić co najmniej 5 lat,
- w komorach o źródle światła rozproszonym elementy świetlne (np. diody elektroluminescencyjne) muszą być umieszczone w taki sposób, by zapewnić równomierne oświetlenie całej powierzchni soczewki. Dla zapewnienia odpowiedniej skuteczności sygnału komora, w której źródłem światła są diody elektroluminescencyjne, musi być traktowana jako uszkodzona, w przypadku przepalenia się 25 % diod. Układy elektroniczne tworzące rozproszone źródło światła powinny pracować bezawaryjnie w zakresie temperatur od -25 do +40°C,
- w komorach o źródle światła skupionym źródło światła musi być umieszczone w ognisku optycznym odbłyśnika, a w przypadku komór o dwóch źródłach światła, każde z nich musi znajdować się w ognisku swojego odbłyśnika,
- filtry antyultradżeniowe i przesłony z symbolami muszą być uształtowane i umieszczone tak, by nie miały możliwości zetknięcia się ze źródłem światła.

Sygnalizatory uliczne. Klasyczne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.



## Prawodawstwo

Barwy sygnałów nadawanych przez komory sygnałowe powinny odpowiadać wartościom podanym w tabeli 3.2.

Tabela 3.2. Współrzędne barw poszczególnych sygnałów świetlnych



Barwa	1		2		3		4	
	x	y	x	y	x	y	x	y
Czerwona	0,660	0,320	0,680	0,320	0,710	0,290	0,690	0,290
Żółta	0,536	0,444	0,547	0,432	0,613	0,387	0,593	0,387
Zielona	0,009	0,720	0,284	0,520	0,209	0,400	0,028	0,400
Biała	A		B		C		D	
	x	y	x	y	x	y	x	y
	0,310	0,348	0,440	0,432	0,500	0,440	0,325	0,440
	E		F		G		H	
	x	y	x	y	x	y	x	y
	0,580	0,440	0,618	0,382	0,612	0,382	0,542	0,382
	I		J		K		L	
	x	y	x	y	x	y	x	y
	0,500	0,382	0,440	0,382	0,310	0,283	0,565	0,413

Uwaga: Barwa biała w układzie czterobarwnym określona jest punktami ACIK (biała skodowana) i ASJK (biała rozpoznawalna).

Sygnalizatory uliczne. Klasykne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.

### WKŁADY DIODOWE


na przykładzie wkładu diodowego GARUFO-DIALIGHT seria 433.

- Jest to konstrukcja modułowa.
- Składa się z soczewki zewnętrznej, na której w razie potrzeby nanoszone są symbole zgodnie z „Polską Instrukcją o Sygnalizacji Świetlnej”, takie jak strzałki, sylwetki pieszych, symbole dla komunikacji zbiorowej itp.
- Soczewka jest wykonana ze specjalnego tworzywa, które zapewnia wytrzymałość na uderzenia oraz optymalną optykę matrycy diodowej, odpowiednie załamanie strumienia światła oraz rozproszenie zgodnie z założeniami normy europejskiej EN 12368.
- Soczewki mają wymiar znormalizowany, dzięki czemu można je stosować zarówno do starego jak i nowego typu sygnalizatorów.
- Soczewki ma optykę wypukłą. Przy montażu soczewki należy zwrócić szczególną uwagę na jej położenie w obudowie, ważne aby napis „TOP” był zawsze u góry, w ten sposób zapewniony jest prawidłowy rozkład strumienia świetlnego.
- Kształt soczewki jest podobny do soczewek stosowanych w sygnalizatorach, istnieje możliwość zastosowania soczewki barwnej i bezbarwnej.
- Obudowa wykonana jest z tworzywa sztucznego.
- Przewód elektryczny o długości 80 cm, który nadaje kolejną uniwersalność wynikającą z możliwości zastosowania kostki elektrycznej w każdej z komór.
- Transformator impulsowy „MASCOT” charakteryzuje się stosunkowo niewielkim ciężarem, w porównaniu do transformatora trójfazowego. Ponadto cechuje go niezawodność oraz to, że sam dostosowuje prąd oraz napięcie prądu do zastosowanej matrycy diodowej, a jak wiadomo różne kolory diod pobierają różny prąd i pracują przy różnych napięciach.
- Płytki z diodami najwyższej jakości, dzięki zastosowaniu diod LED emitujących intensywne strumienie światła udało się zmniejszyć ilość stosowanych diod. Na dzień dzisiejszy stosuje się płytki z 18,12,8 a nawet z 4 diodami, które zapewniają odpowiednią ilość kandell.
- Soczewka Fresnela, wzmacnia ona strumień świetlny wydobywany z diod LED. Dzięki czemu spełnione są najwyższe wymagania norm europejskich.


Sygnalizatory uliczne. Klasykne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.

### Ćwiczenie laboratoryjne




**Celem ćwiczenia było wykonanie niezbędnych pomiarów do wyznaczenia charakterystyk świetlnej komory sygnalizatora.**

- Stanowisko pomiarowe zbudowane jest na prostokątnym blacie do którego to przymocowana jest komora sygnałowa natomiast na drugim końcu mieści się czujnik pomiarowy.
- Czujnik ten składa się z fotorezystora zamkniętego w tubie o długości 20 cm i średnicy 5 cm. Jest on zamocowany na końcu tuby, dzięki czemu pozwala to zredukować ewentualny wpływ światłości z otoczenia komory na wyniki pomiarów.
- Tubka jest umieszczona na takiej wysokości, aby osłona czujnika pokrywała się z osią komory.
- W zależności od wykonywanego pomiaru można regulować odległość czujnika od komory sygnałowej w zakresie 0-90 cm.
- Fotorezystor z czujnika jest połączony przewodami z cyfrowym omiaremierzem.



Sygnalizatory uliczne. Klasykne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.

### Soczewki barwne i bezbarwne



**Stosowanie soczewki barwnej niesie za sobą pewne korzyści, mianowicie:**


- Przy konstrukcjach z mieszanym źródłem światła (np. w komorze czerwonej matryca diodowa, a pozostałe zarowe lub halogenowe) komora z wkładem LED nie odbiega wyglądem zewnętrznym od pozostałych komór.
- Barwa emitowana w momencie bardzo dużego nasłonecznienia w pełni zachowuje swoją „Klasę Barw Emitowanych”, znaczy to iż słońce (jak przyjęto potocznie nazywać) świeci białym światłem i w momencie zmieszania się ze światłem barwy np. czerwonej emitowany przez układ LED powstaje światło barwy odbierające od światła czerwonego (np. różowy) Gdy zastosuje się soczewkę zewnętrzną barwną, białe światło słońca w momencie przejścia przez soczewkę nabiera barwę soczewki, efektem czego jest mieszanie się barw tej samej klasy co w rezultacie daje nam światło wyższej klasy, jaką świeci matryca diodowa.

**Natomiast soczewka bezbarwna uznawana została za produkt przynoszący największą poprawę bezpieczeństwa na drogach wg. wewnętrznie przeprowadzonych badań.**


- Brak światła pozornego przy wyłączonym źródle światła, białe światło słońca nie zmienia swojego koloru na soczewce, nie jest odbijane przez lustro efektem jest czego jest bardzo czytelny sygnał dla kierujących pojazdami.
- Na sygnalizator wyposażony w soczewki bezbarwne kierowcy zwracają bardzo dużo uwagi, ponieważ podświadomość podpowiada im, że jest to nowość, coś innego i należy na to zwrócić uwagę.

Sygnalizatory uliczne. Klasykne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.

### Ćwiczenie laboratoryjne




- Naszym zadaniem było zmierzenie fotorezystancji soczewek:
  - czerwonej, żółtej, zielonej, czerwonej z filtrem ze źródłem żarowym,
  - soczewek z diodami led (czerwona, żółta, zielona),
  - soczewek połączonych (czerwona i zielona) z diodami led.
- Czujnika został ustawiony w odległości 85 cm od komory sygnałowej. Pomiarów dokonywaliśmy dla obu płaszczyzn przy następujących ustawieniach kątów -30°, -25°, -15°, -10°, -5°, 0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, 30° względem osi poziomej lub pionowej.
- W celu stworzenia charakterystyk świetlnych niezbędne było obliczenie światłości z poniższego wzoru:
 
$$J = \frac{0,9 \sqrt{\frac{10}{R_E}} \cdot 10x^2}{\cos^2 \alpha} [cd]$$
 gdzie:
  - $\alpha$ - kąt odchylenia od osi czujnika w [°]
  - x-odległość fotorezystora od komory w [m]
  - RE- rezystancja fotorezystora w [MΩ]



Sygnalizatory uliczne. Klasykne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.

### WKŁADY DIODOWE

Wady i zalety



**Zalety stosowania diod LED w sygnalizacji świetlnej:**

- Wykorzystanie techniki LED w sygnalizacji świetlnej niesie za sobą wiele korzyści:
- Bardzo duża oszczędność energii elektrycznej. Mały pobór mocy, co przekłada się na niższe koszty utrzymania sygnalizacji.
- Bardzo duża poprawa bezpieczeństwa na drogach. Ilość oraz jakość emitowanego światła jest bardzo wysoka. Redukuje powstawanie efektu pozornego świecenia się sygnału podczas dużego nasłonecznienia
- Duża niezawodność. Żywotność diody LED do 100 000 godzin. Długi okres gwarancyjny, nawet do 5 lat, na diody.


**Wady stosowania diod LED w sygnalizacji świetlnej:**

Diody LED w przeciwieństwie do elementów żarowych nie emitują ciepła podczas pracy. Jak pokazują doświadczeni amerykańskie, diody LED bardzo słabo radzą sobie w warunkach zimowych. Nie były one w stanie wytworzyć tyle ciepła by stopić zalegający na sygnalizatorze śnieg, przez co w większości przypadków sygnalizatory były nie czytelne i zasypane śniegiem. Rozwiązano ten problem stosując dodatkowe grzałki montowane wewnątrz komór sygnalizacyjnych, co w efekcie przekłada się na większy pobór prądu i tym samym większe koszty eksploatacji.

Sygnalizatory uliczne. Klasykne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.

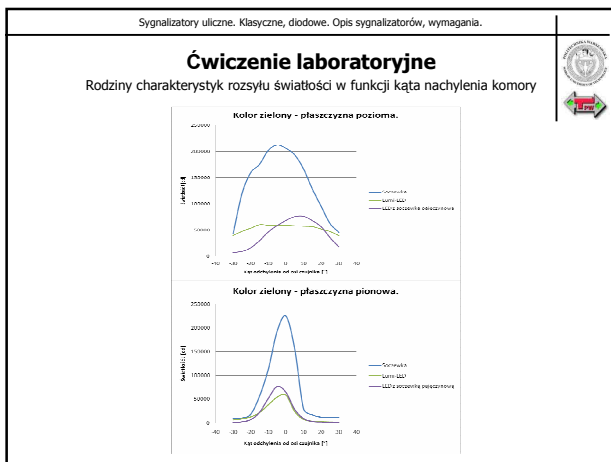
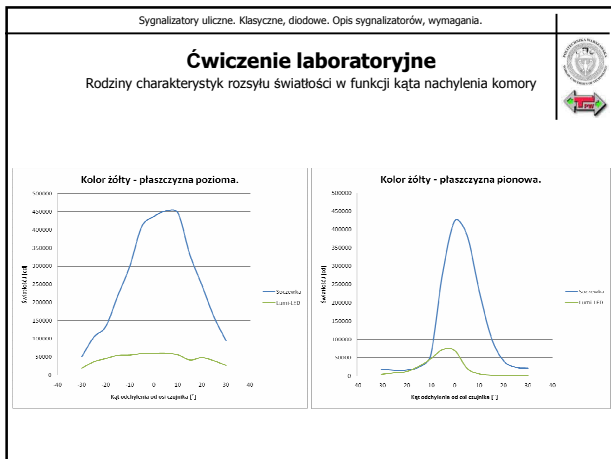
### Ćwiczenie laboratoryjne

Rodziny charakterystyk rozsyłu światłości w funkcji kąta nachylenia komory



**Kolor czerwony - płaszczyzna pozioma.**

**Kolor czerwony - płaszczyzna pionowa.**



Sygnalizatory uliczne. Klasyczne, diodowe. Opis sygnalizatorów, wymagania.

### Ćwiczenie laboratoryjne

- Analizując otrzymane wyniki pomiarów można spostrzec, iż największe wartości światłości otrzymano dla soczewki czerwonej odchylonej w płaszczyźnie poziomej o kąt 0°. Natomiast najniższą wartość światłości dla pomarańczowego LEDa przy odchyleniu 30° w płaszczyźnie pionowej.
- Porównując wartości światłości dla soczewki czerwonej i soczewki czerwonej z filtrem (w postaci plastra miodu) można spostrzec, iż stosowanie filtra powoduje spadek światłości. Takie zjawisko jest korzystne, gdyż pozwala zmniejszyć prawdopodobieństwo występowania wewnętrznego efektu fantomowego, co w rezultacie przekłada się na bezpieczeństwo uczestników ruchu.
- W oparciu o otrzymane rodziny charakterystyk można dostrzec, iż dla wszystkich badanych przypadków największe wartości światłości były osiągane przez światło pochodzące z żarówki natomiast najmniejsze wartości były dla LEDów, wyjątek stanowi barwa zielona. Ponadto należy zauważyć, iż największe wartości światłości w pozycji „wysłowej” (0°) otrzymaliśmy dla soczewki barwy czerwonej ze źródłem światła pochodzącym z żarówki natomiast najniższą dla pomarańczowego LEDa.
- Analizując otrzymane wykresy można zauważyć, iż dla barwy czerwonej rodzaj stosowanego źródła światła ma wpływ na światłości, tak więc największe jej wartości otrzymujemy dla „klasycznej” żarówki, natomiast najmniejszą dla diod LEDowych. Inną prawidłowość można zaobserwować dla światłości barwy zielonej. Podobnie jak w przypadku barwy czerwonej największą światłość otrzymujemy dla żarówki, zaś najmniejszą dla LEDów.