

# Energooszczędne źródła światła

**Nowoczesne źródła światła, których konstrukcja oparta jest na najnowszych technologiach, zapewniają komfortowe oświetlenie, długotrwałą eksploatację oraz wysoką energooszczędność oświetlenia.**

## Wstęp

Klasyczne żarówki na mocy wymagań prawnych (głównie za sprawą Rozporządzenia Komisji WE nr 244/2009 z dnia 18 marca 2009 r. w sprawie wykonania dyrektywy 2005/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla bezkierunkowych lamp do użytku domowego) nie mogą być już oferowane, ponieważ należą do energochłonnych źródeł światła. Użytkownicy mają do wyboru wiele różnych alternatywnych, nowoczesnych i energooszczędnych źródeł światła.

Należą do nich:

- lampy LED
- świetlówki kompaktowe (świetlówki energooszczędne)
- żarówki halogenowe.

Z tak szerokiej oferty źródeł światła, można wybrać rozwiązanie, które zapewni oświetlenie w każdym wybranym obszarze oraz spełni stawiane wymagania. Jest wiele firm produkcyjnych, jednak nie wszyscy dostawcy energooszczędnych źródeł światła oferują produkty najwyższej jakości.



Fot. 1. gilles lougassi – Fotolia.com

Podstawową informacją, która pozwala zorientować się, czy dany produkt jest energooszczędny jest klasa energetyczna wyrobu. Energooszczędne źródła światła powinny mieć klasę energetyczną A, A+ lub A+ + .

Dodatkowo należy wziąć pod uwagę ilość (strumień) i jakość emitowanego przez produkt światła (oddawanie barw i barwa światła). Ważne, aby światło miało wysoki wskaźnik oddawania barw  $R_a > 80$ . Poza tym do oświetlenia wnętrz powinniśmy szukać źródeł światła o ciepłej barwie, chyba że specjalnie chcemy w danym miejscu zastosować światło o chłodnej - zimnej barwie. Barwa światła jest również oznaczona na opakowaniu produktu.

Szeroka oferta nowoczesnych źródeł światła umożliwia zastosowanie energooszczędnego oświetlenia praktycznie we wszystkich obszarach, w których do tej pory stosowane były żarówki klasyczne, jak również tam, gdzie wcześniej nie było takiej możliwości. Sterowanie oświetleniem, czyli regulacja strumienia świetlnego, a tym samym mocy źródeł światła przynosi dodatkowe korzyści zarówno funkcjonalne i ekonomiczne.

## Lampy LED

Lampy LED zasilane napięciem sieciowym i obniżonym, swoim kształtem przypominają żarówki klasyczne, halogenowe i reflektorowe żarówki halogenowe (fot. 2). Obecnie produkowane mają moce od kilku do kilkunastu watów.



Fot. 2. Przykładowe konstrukcje lamp LED zasilanych napięciem 230 V i 12 V

Lampy LED ze względu na swoją wysoką skuteczność świetlną (średnio pięciokrotnie wyższą od tradycyjnych żarówek) i długą trwałość (średnia trwałość waha się w granicach od 25 000 do 50 000 h) w odpowiednim zastosowaniu mogą stanowić alternatywę dla żarówek tradycyjnych, halogenowych zasilanych napięciem sieciowym i obniżonym 12 V Ich stosowanie przynosi duże oszczędności w kosztach eksploatacji oświetlenia, głównie dzięki wyższej efektywności i dłuższej trwałości od tradycyjnych żarówek.

Lampy LED, stanowiące zamienniki reflektorowych żarówek halogenowych są od nich efektywniejsze i trwalsze, a ich wymiary są dopasowane do wymiarów odpowiedników. Lampy te mogą być stosowane wymiennie z żarówkami, lecz należy zwracać baczność uwagę na to, aby miały zbliżoną wartość strumienia świetlnego i barwę światła. Przed wyborem odpowiedniej lampy LED należy sprawdzić jej parametry techniczne, ponieważ na rynku znajduje się bardzo szeroka oferta produktów różnych marek.

Jakość oferowanego oświetlenia LED często budzi zastrzeżenia pod względem bezpieczeństwa użytkownika oraz prawidłowości podawanych danych technicznych w kartach katalogowych oraz na opakowaniu.

Wartości głównych parametrów tj. wartość deklarowanego strumienia świetlnego, moc, moc ekwiwalentna żarówki, temperatura barwowa światła i trwałość zamieszczane są na opakowaniach. Aby producenci nie podawali zawyżonej mocy równoważnej żarówek w Rozporządzeniu Komisji (WE) nr 244/2009 z dnia 18 marca 2009 r. w sprawie wprowadzenia dyrektywy 2009/125/WE Parlamentu Europejskiego dotyczącej wymogów ekoprojektu dla bezkierunkowych lamp do użytku domowego zamieszczono dokładne wymagania wiążące wartość strumienia świetlnego wytwarzanego przez lampy LED, żarówki halogenowe i świetlówki kompaktowe z mocą równoważnej żarówki. Wymagania te przedstawione są w tabelicy 1.

Tablica 1. Deklarowana moc równoważnej żarówki na podstawie Rozporządzenia nr 244/2009

Znamionowy strumień świetlny lampy $\phi$ [lm]			Deklarowana moc równoważnej żarówki [W]
Świetlówka kompaktowa	Żarówka halogenowa	Lampa LED	
125	119	136	15
229	217	249	25
432	410	470	40
741	702	806	60
970	920	1055	75
1398	1326	1521	100
2253	2137	2452	150
3172	3009	3452	200

Wartości pośrednie mocy równoważnej żarówki oblicza się (z dokładnością do 1 W) w drodze interpolacji liniowej dwóch sąsiednich wartości strumienia świetlnego. Dla lamp LED oceniany strumień świetlny jest nieco wyższy niż dla świetlówek kompaktowych i żarówek halogenowych. Wynika to ze specyfiki rozkładu widmowego światła wytwarzanego przez LED.

## Świetlówki kompaktowe

Świetlówki jednorzłonkowe zintegrowane z elektronicznym układem zasilającym znane są pod popularną nazwą świetlówek kompaktowych lub energooszczędnych. Dość często, choć niepoprawnie nazywa się je żarówkami energooszczędnymi. Świetlówki kompaktowe produkowane są w szerokim zakresie mocy od 3 do 30 W, ich skuteczność świetlna waha się w granicach od 33 lm/W do 70 lm/W. Mają one średnio 5-krotnie wyższą skuteczność świetlną niż żarówki tradycyjne, dzięki temu np. świetlówka o mocy 20 W wytwarza taką samą wartość strumienia świetlnego (lub bardzo zbliżoną) co żarówka tradycyjna o mocy 100 W. Ponadto mają od 6 do 20 razy dłuższą średnią trwałość, zużywają mniej energii elektrycznej i rzadziej je trzeba wymieniać. Biorąc pod uwagę te czynniki można wnioskować, że ich eksploatacja jest tańsza. Ich stosowanie jest najprostszym sposobem modernizacji oświetlenia w celu redukcji zużycia energii elektrycznej.

Konstrukcja świetlówki kompaktowej umożliwia zastosowanie jej praktycznie we wszystkich oprawach oświetleniowych przystosowanych do tradycyjnych żarówek, dlatego stanowią one bezpośredni ich zamiennik. Nawet ich kształty i wymiary są zbliżone do siebie.

Najpopularniejsze kształty świetlówek kompaktowych:

- tradycyjny z odsoniętymi rurkami
- żarówek tradycyjnych
- żarówek świecowych
- żarówek kulistych
- żarówek reflektorowych.

Zwykle różne wymiary uzyskuje się przez obudowanie tradycyjnego kształtu świetlówki kompaktowej kloszem imitującym tradycyjne żarówki. Głównymi ograniczeniami zmniejszania wymiarów tych świetlówek są problemy termiczne i ograniczona luminancja luminoforu.

W ostatnich latach nastąpił duży postęp w redukcji wymiarów elektronicznego układu zasilającego i dzięki temu świetlówki można stosować w coraz większej liczbie opraw oświetleniowych przeznaczonych do żarówek. Luminofor ma ograniczoną sprawność energetyczną (zamiana promieniowania nadfioletowego na światło), a tym samym jego luminancja jest ograniczona. Zmniejszanie wymiarów rurek ma swoje ograniczenie technologiczne, ponieważ powoduje również zmniejszenie mocy świetlówki i strumienia świetlnego.

Obecnie produkowane świetlówki kompaktowe o mocach od 3 do 20 W mają wymiary części świecącej zbliżone do bańki zewnętrznej tradycyjnych żarówek, natomiast lampy o mocach np. od 24 do 30 W mają odpowiednio większe wymiary. Typowe kształty świetlówek kompaktowych przedstawione są na fot. 3.



### Żarówki halogenowe

Pod względem wartości napięcia zasilającego żarówki halogenowe można podzielić na dwie grupy: zasilane napięciem sieciowym i zasilane napięciem obniżonym (6 V, 12 V i 24 V).

Żarówki halogenowe zasilane napięciem sieciowym przypominają swoim kształtem żarówki głównego szeregu i żarówki reflektorowe. Wyposażone są w trzonek E27 i dzięki temu stanowią dla nich alternatywne źródło światła. Żarówki konwencjonalne mogą być zastępowane tego typu źródłem światła, dzięki czemu uzyskuje się: zwiększoną skuteczność świetlną i średnio dwukrotnie dłuższą trwałość. Przykładowe kształty żarówek halogenowych z bańką klasyczną przedstawione są na fot. 4.



Fot. 4. Kształt żarówek halogenowych: klasyczny, świecowy

---

Żarówki halogenowe zasilane napięciem sieciowym oferowane są również w wersji żarówek reflektorowych. Do typowych rozwiązań tego typu źródeł można zaliczyć reflektorowe żarówki halogenowe z odbłyśnikiem szklanym typu PAR (fot. 5). Żarówki z odbłyśnikiem MR16 o średnicy zewnętrznej 51 mm, swoim kształtem przypominają żarówki reflektorowe (MR16) zasilane napięciem obniżonym 12 V. Reflektorowe żarówki halogenowe wyposażone są w trzonki kołkowe typu GZ10 i GU10 lub trzonek gwintowy E14 w przypadku żarówek PAR również w trzonki E27.

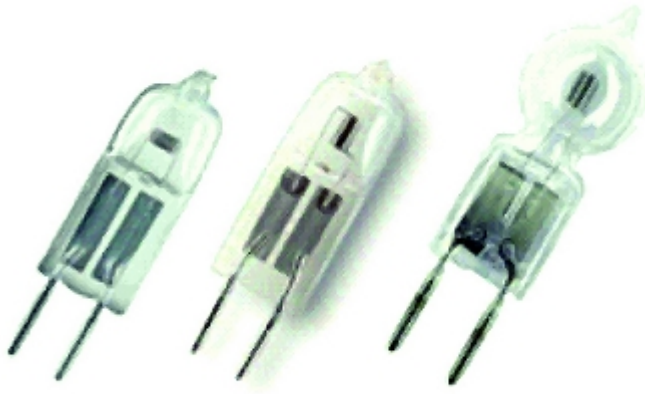


Fot. 5. Typowe kształty żarówek z reflektorem typu PAR16, PAR20, PAR30

---

Żarówki halogenowe zasilane napięciem obniżonym muszą współpracować z urządzeniami zasilającymi zmniejszającymi wartość napięcia sieciowego do odpowiednio niższego (6 V, 12 V i 24 V). Żarówki te pod względem konstrukcji można podzielić na dwie grupy: żarówki bez reflektora i z reflektorem.

Żarówki bez reflektora (kapsułki) wytwarzane są na napięcie 6 V, 12 V i 24 V o mocach od 5 do 150 W, z trzonkami kołkowymi typu G4 i GY6,35 (fot. 6).



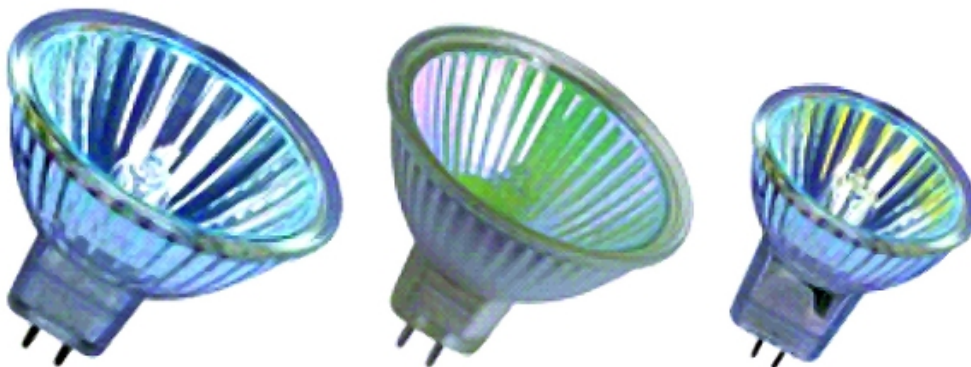
Fot. 6. Przykłady żarówek halogenowych zasilanych napięciem obniżonym, bez reflektora

Żarówki z reflektorem aluminiowym wykonane są z odbłyśnikiem paraboloidalnym z aluminium. Ich charakterystyczną cechą są wąskie kąty rozsyłu światła: 4°, 8° i 24° (fot. 7). Przeznaczone są do oświetlenia akcentującego.



Fot. 7. Przykłady żarówek halogenowych z reflektorem aluminiowym

Żarówki z odbłyśnikiem szklanym pokrytym aluminium lub powłoką dichroiczną mają średnice zewnętrzne 51 mm (MR16) lub 35 mm (MR11) (fot. 8). Żarówki z powłoką aluminiową kierują światło i ciepło w tę samą stronę i nie są przeznaczone do oświetlania obiektów wrażliwych na wysoka temperaturę. Natomiast te z powłoką dichroiczną kierują ciepło do tyłu (w kierunku trzonka), zalecane są do oświetlania przedmiotów wrażliwych na wysoką temperaturę. Żarówki emitują strumień świetlny w określonym kącie rozsyłu. Do typowych należą: 10°, 24°, 36° i 60°. Żarówki wyposażone są w trzonki kołkowe typu GU5,3 i GU4.



Fot. 8. Przykłady żarówek halogenowych z odbłyśnikiem szklanym MR16 i MR11

## Sterowanie oświetleniem



Systemy sterowania oświetleniem zapewniają dodatkowe korzyści w użytkowaniu oświetlenia. Dzięki nim możliwa jest płynna regulacja strumienia świetlnego, automatyczne włączanie i wyłączenie oświetlenia w zależności od potrzeb i wykorzystanie światła sztucznego jako dopełniającego do dziennego. Towarzyszy temu również duża oszczędność energii elektrycznej, a tym samym oszczędność w kosztach eksploatacji oświetlenia.

W systemach sterowania możliwe jest wykorzystanie różnorodnego sprzętu umożliwiającego zdalne sterowanie oświetleniem na przykład za pomocą pilotów, włączników, paneli dotykowych. Możliwe jest również automatyczne sterowanie oświetleniem za pomocą czujników światła, czujników ruchu lub zintegrowanych czujników światła i ruchu. Systemy zarządzania oświetleniem mogą być bardziej lub mniej rozbudowane, zależy to głównie od potrzeb użytkownika. W obiektach wyposażonych w zintegrowane systemy sterowania oświetlenie regulowane jest za pomocą przyjętego standardu cyfrowego sterowania oświetleniem DALI.

W systemach sterowania pojedynczymi oprawami oświetleniowymi lub systemach sterowania oświetleniem niewielkich powierzchni (kilku, kilkunastu punktów oświetleniowych) stosuje się wiele różnorodnych indywidualnych rozwiązań. Obecnie oferowane systemy zarządzania oświetleniem umożliwiają realizację sterowania różnorodnymi źródłami światła np. LED, świetlówkami, lampami sodowymi lub metalohalogenkowymi. W przypadku regulacji mocy (strumienia świetlnego) lamp LED lub świetlówek kompaktowych, które są bezpośrednimi zamiennikami żarówek, należy zwrócić uwagę, że nie wszystkie tego typu źródła światła są przeznaczone do regulacji. Wynika to głównie z konstrukcji elektronicznego układu zasilającego stosowanego w tego typu lampach. Przy wyborze świetlówek kompaktowych lub lamp LED do systemów sterowania oświetleniem należy kierować się zaleceniami producentów.

### **Podsumowanie**

Rozwój elektrycznych źródeł światła jest bardzo dynamiczny, nowe konstrukcje źródeł światła zapewniają ekonomiczne i funkcjonalne oświetlenie. W obecnym czasie użytkownicy mają możliwość stosowania źródeł światła efektywnych i trwałych, które mogą zastąpić już wycofane żarówki tradycyjne i te, które są w trakcie wycofywania. Należą do nich żarówki halogenowe - lampy LED, świetlówki kompaktowe, energooszczędne żarówki halogenowe). Wiele typów źródeł światła może być stosowanych w systemach sterowania oświetleniem, które zapewniają dodatkowy komfort użytkowania oświetlenia. Przy wyborze lamp LED, świetlówek kompaktowych oraz energooszczędnych żarówek halogenowych należy szczególnie zwracać uwagę na wybór dobrych produktów.

dr inż. Andrzej Wiśniewski  
Politechnika Warszawska;  
Stowarzyszenie Elektryków Polskich

### **Literatura**

1. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 244/2009 z dnia 18 marca 2009 r. w sprawie wykonania dyrektywy 2005/32/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla bezkierunkowych lamp do użytku domowego.