

Kierunek: Elektrotechnika,

Studia stacjonarne, II stopień, sem. 1.

wersja z dn. 27.04.2016

Laboratorium Techniki Światlnej

Ćwiczenie nr 3

Temat: **BADANIE BEZKIERUNKOWYCH ŹRÓDEŁ ŚWIATŁA DO UŻYTKU DOMOWEGO**

Opracowanie wykonano na podstawie następującej literatury:

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.
2. ROZPORZĄDZENIE KOMISJI (UE) Nr 1194/2012 z dnia 12 grudnia 2012 r. w sprawie wykonania dyrektywy 2009/125/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla lamp kierunkowych, lamp z diodami elektroluminescencyjnymi i powiązanego wyposażenia.
3. ROZPORZĄDZENIE DELEGOWANE KOMISJI (UE) Nr 874/2012 z dnia 12 lipca 2012 r. uzupełniające dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE w odniesieniu do etykietowania energetycznego lamp elektrycznych i opraw oświetleniowych.
4. PN-EN 62612:2014-01 - Lampy samostatecznikowe LED do ogólnych celów oświetleniowych na napięcie zasilające > 50 V - Wymagania funkcjonalne.
5. PN-EN 60969:2002 (E) Lampy samostatecznikowe do ogólnych celów oświetleniowych - Wymagania funkcjonalne.
6. PN-EN 60357:2003 (E) Żarówki halogenowe (oprócz pojazdowych) - Wymagania funkcjonalne.
7. PN-EN 60064:2002: Żarówki z żarnikiem wolframowym do użytku domowego i podobnych ogólnych celów oświetleniowych – Wymagania funkcjonalne.

1. WSTĘP

Źródłami światła najpowszechniej stosowanymi w oświetleniu domów i mieszkań są obecnie żarówki, świetlówki kompaktowe i lampy LED z trzonkiem E 27 lub E 14. Wymagania dotyczące parametrów fotometrycznych, elektrycznych i użytkowych jakie muszą spełniać źródła światła do użytku domowego określają zapisy rozporządzeń nr 244/2009 oraz 1194/2012.

Zgodnie z zapisami Rozporządzenia Komisji (WE) Nr 244/2009 źródło światła (lampa) do użytku domowego oznacza źródło światła przeznaczone do oświetlenia pomieszczeń domowych z wyłączeniem lamp do celów specjalnych. Pod pojęciem lampy specjalnej rozumie się lampę nieprzeznaczoną do oświetlenia pomieszczeń domowych ze względu na jej parametry techniczne lub na fakt, że w informacjach o tym źródle światła podano jednoznacznie, że jest lampom specjalną lub nie nadaje się do oświetlenia pomieszczeń domowych.

Wymagania rozporządzenia 244/2009 nie mają zastosowania do:

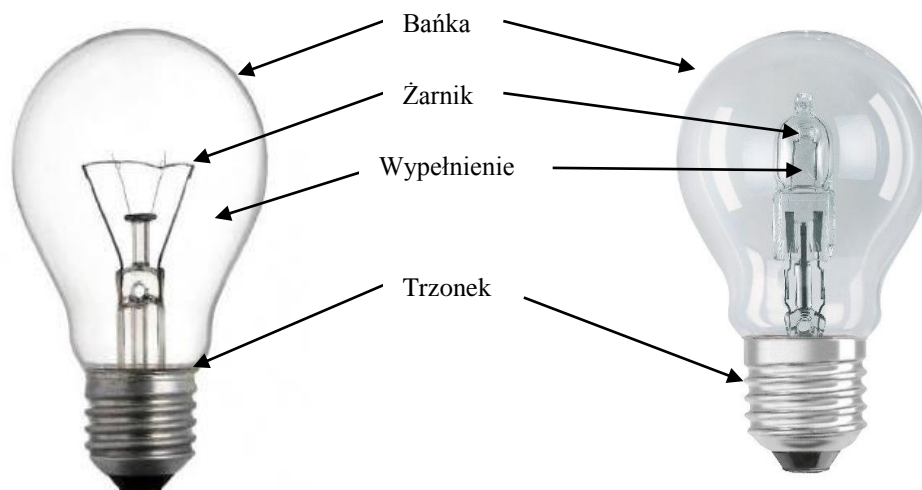
a) źródeł światła o współrzędnych chromatyczności x i y mieszczących się w zakresach:

- $x < 0,200$ lub $x > 0,600$
- $y < -2,3172 x^2 + 2,3653 x - 0,2800$ lub $y > -2,3172 x^2 + 2,3653 x - 0,1000$,

b) lamp kierunkowych, czyli lamp, w których co najmniej 80 % strumienia świetlnego przypada wewnątrz kąta bryłowego wynoszącego π sr (co odpowiada stożkowi o kącie 120°),

- c) lamp o strumieniu świetlnym poniżej 60 lumenów lub powyżej 12 000 lumenów,
- d) lamp, w których:
 - co najmniej 6 % łącznego promieniowania w zakresie 250–780 nm przypada na zakres 250 – 400 nm,
 - szczytowa wartość promieniowania przypada w zakresie 315–400 nm (UVA) lub 280–315 nm (UVB),
- e) lamp fluorescencyjnych bez wbudowanego statecznika,
- f) lamp wyładowczych dużej intensywności,
- g) żarówek z trzonkiem E14/E27/B22/B15, o napięciu zasilania równym lub niższym od 60 V, bez wbudowanego transformatora.

Żarówka – jest źródłem światła, w którym prąd elektryczny przepływający przez żarnik rozgrzewa go do stanu żarzenia; następuje zamiana energii elektrycznej w energię świetlną. Żarnik współczesnej żarówki wykonany jest z wolframu w postaci jednoskrętki lub dwuskrętki i umieszczony w bańce szklanej.



Rys 1. Wygląd i budowa żarówek do ogólnych celów oświetleniowych (po lewej) i halogenowej (po prawej)

Podstawowym ograniczeniem trwałości żarówki związanym z pracą żarnika jest parowanie wolframu w wysokich temperaturach. Z tego też względu żarnik tradycyjnej żarówki umieszcza się w próżni (żarówki próżniowe, żarówki o mocy ≤ 25 W) lub w gazie (żarówki gazowane, żarówki o mocy ≥ 40 W). Jako wypełnienie baniek stosuje się mieszaninę argonu i azotu, ksenon lub krypton. W zależności od zastosowanego gazu żarówki posiadają różną skuteczność świetlną oraz trwałość.

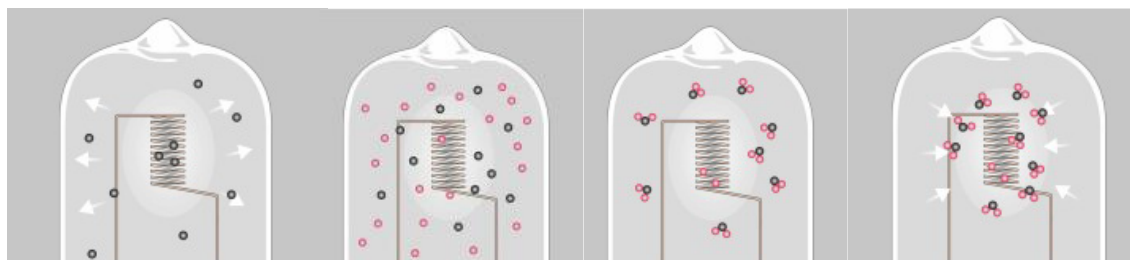
W przypadku żarówek halogenowych do gazu stosowanego w żarówkach tradycyjnych dodaje się śladowe ilości pierwiastków chemicznych z grupy halogenków (np. jod, brom, fluor), dzięki którym możliwe jest powstanie tzw. cyklu halogenowego (regeneracyjny cykl halogenowy).

Cykl halogenowy polega na łączeniu się halogenków z wolframem w niższych temperaturach (okolice banki) i rozpadowi tego związku w wyższych temperaturach (okolice żarnika).

Parujący ze skrętki wolfram zanim osiadzie na powierzchni bańki łączy się z halogenem tworząc cząsteczki halogenku wolframu. Cząsteczki halogenku wolframu pozostają w formie gazowej i poprzez cyrkulację gazu przemieszczają się w kierunku żarnika. Warunkiem, aby nie następowała kondensacja jest odpowiednio wysoka temperatura ścianki bańki ($>250^{\circ}\text{C}$). Kiedy krążące wraz z gazem cząsteczki halogenków docierają w pobliże żarnika następuje rozpad cząsteczki. Atomy wolframu osadzają się z powrotem na żarniku, podczas gdy halogen podąża w kierunku bańki, aby ponownie połączyć się z parującym wolframem.

Zastosowanie cyklu halogenowego w żarówkach pozwoliło na:

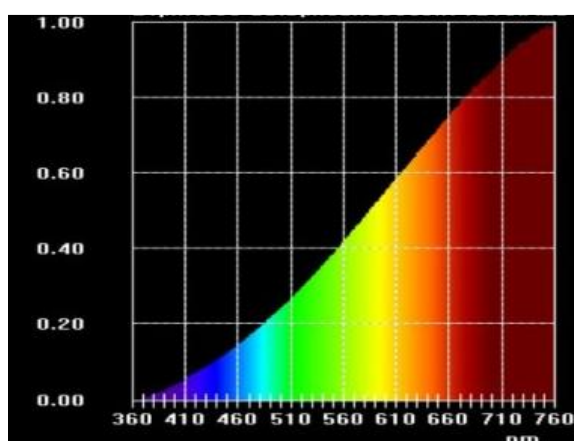
- podniesienie skuteczności świetlnej lampy, dzięki wyższej temperaturze skrętki;
- zwiększenie trwałości lampy dzięki stałemu odnawianiu się skrętki.



Rys 2. Schemat powstawania cyklu halogenowego (źródło: www.osram.pl)

- 1- parowanie wolframu z żarnika
- 2- halogen uniemożliwia atomom wolframu osadzenie się na ścianie bańki
- 3- połączenie cząsteczek halogenu z wolframem
- 4- rozpad cząsteczek halogenków wolframu i osadzenie się wolframu na żarniku

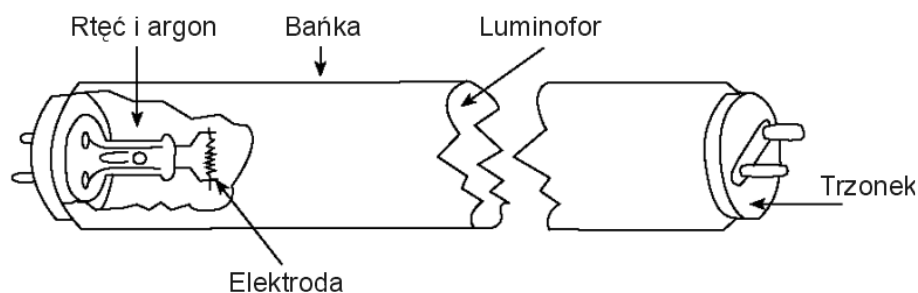
Żarówki emitują ciepłe światło o temperaturze barwowej od 2500 K do 4000 K (2500 K – 2700 K żarówki tradycyjne, 3000K – 4000K – żarówki halogenowe). Widmo żarówki jest widmem ciągłym (rys 3), dlatego też posiadają bardzo dobre oddawanie barw. Żarówki można ściemniać praktycznie bez ograniczeń. Wadą żarówek jest niska skuteczność świetlna oraz trwałość.



Rys 3. Widmo żarówki

Świetlówki kompaktowe – są to lampy fluorescencyjne (świetlówki) o kształcie zapewniającym małe gabaryty. Budowę lampy fluorescencyjnej na podstawie świetlówki liniowej pokazano na rysunku 4.

Bańka świetlówki kompaktowej ma zwykle kształt litery „U” lub spirali. Świetlówki kompaktowe możemy podzielić na świetlówki ze zintegrowanym układem zapłonowym (samostatecznikowe) i świetlówki z niezintegrowanym układem zapłonowym (wtedy układ zapłonowy znajduje się w oprawie oświetleniowej) (rys 5)



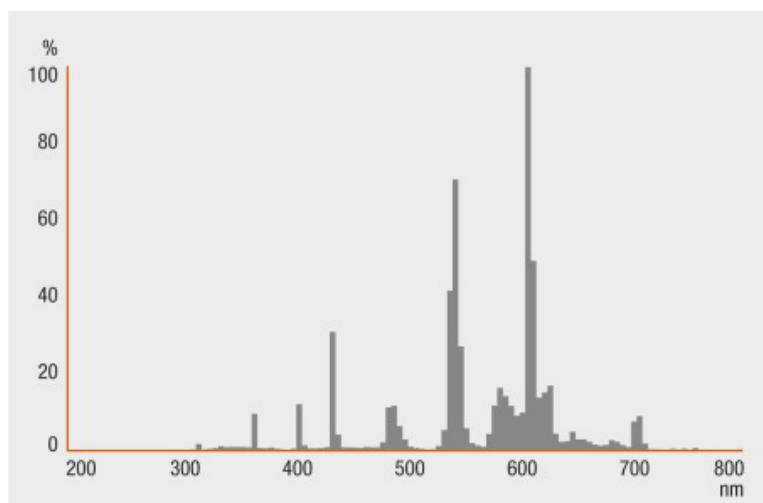
Rys 4. Budowa świetlówki



Rys 5. Wygląd świetlówek kompaktowych - po lewej świetlówki kompaktowe, po prawej świetlówki kompaktowe niezintegrowane.

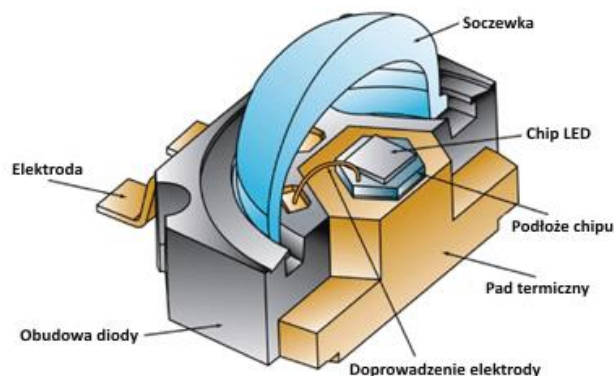
W przypadku świetlówek kompaktowych zintegrowanych zaciski elektrod są przyłączone do układu stabilizacyjno zapłonowego (najczęściej jest to tzw. statecznik elektroniczny), który znajduje się w obudowie świetlówki w pobliżu trzonka. Świetlówki kompaktowe zintegrowane posiadają najczęściej trzonek gwintowy E27 lub E14, który w większości przypadków umożliwia ich stosowanie w mieszkaniowych oprawach oświetleniowych. Dzięki temu mogą stanowić zamiennik dotychczasowych żarówek. Dostępne na rynku świetlówki samostatecznikowe różnią się znacznie między sobą właściwościami, szczególnie w zakresie trwałości, strumienia świetlnego, barwy światła oraz możliwości częstych włączeń. Najczęściej spotykane mają temperaturę barwową 2700K, która jest zbliżona do temperatury barwowej żarówki. Trwałości świetlówek mieszczą się w zakresie od 6 000h do 20 000h, a skuteczność świetlna w zakresie od 30 do 65 lm/W.

Podstawową wadą świetlówek (w tym także świetlówek kompaktowych) jest duża wrażliwość na częstotliwość włączeń oraz długi czas rozruchu. Znamionową wartość strumienia świetlnego świetlówki osiągają po kilkunastu minutach od chwili złączenia. Ze względu na długi czas rozruchu świetlówki kompaktowe nie powinny być stosowane w miejscach, w których włączane są na krótki czas (klatki schodowe, toalety, strefy komunikacji z czujnikami ruchu).



Rys. 6. Rozkłady widmowy świetlówki kompaktowej o temperaturze barwowej 2 700K

Lampy LED (diody elektroluminescencyjne, diody świecące) – źródła światła, w których światło wytwarzane jest pod wpływem pola elektrycznego w wyniku rekombinacji dziur i elektronów w spolaryzowanym złączu p-n. Przechodzenie elektronów z wyższego poziomu energetycznego na niższy powoduje wydzielenie energii w postaci światła.



Rys. 7. Budowa diody wykonanej w technologii montażu powierzchniowego (SMD – Surface Mounted Devices)

Ze złącza p-n nie można bezpośrednio uzyskać światła białego. Barwa światła pojedynczego złącza p-n ograniczona jest do wąskiego zakresu długości fali, który odpowiada tylko jednej monochromatycznej barwie.



Tabela 1. Porównanie barwy światła emitowanego przez diody świecące w zależności od materiału użytego do ich produkcji

Związek półprzewodnikowy	Barwa emitowanego promieniowania
AlGaAs	czerwona
AlGaInP	pomarańczowo-czerwona, pomarańczowa, żółta, zielona
GaAsP	czerwona, czerwono – pomarańczowa, żółta
GaP	czerwona, żółta, zielona
GaN	zielona, niebieska
InGaN	zielona, niebieska,
SiC	niebieska

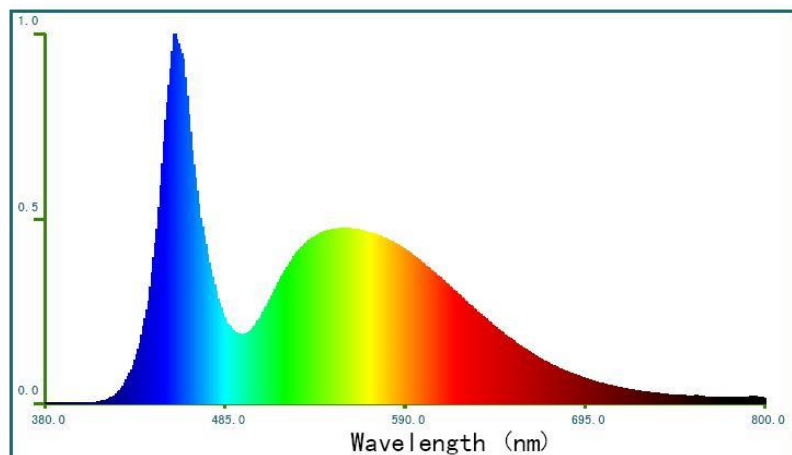
Światło białe w diodach świecących uzyskać można poprzez:

1. Mieszanie addytywne barw – światło wychodzące z lampy LED jest mieszaniną kilku promieniowań. W jednej obudowie umieszcza się:
 - dwa złącza p- emitujące promieniowanie w zakresie niebieskiego i żółtego,
 - trzy złącza p-n emitujące promieniowanie w zakresie czerwonego, zielonego i niebieskiego,
 - cztery złącza emitujące promieniowanie w zakresie czerwonego, zielonego, niebiesko-zielonego i niebieskiego.

Rozwiązanie to daje bardzo duże możliwości w zakresie elastycznego sterowania temperaturą barwową światła białego i wskaźnikiem oddania barw. Wadą tej metody jest duży koszt, gdyż każda dioda wymaga osobnego układu zasilającego ustalającego odpowiedni punkt pracy. Odmienne są też charakterystyki termiczne i starzeniowe dla każdego rodzaju diod.

2. Wzbudzenie luminoforu promieniowaniem diody UV z zakresu 370 nm – 410 nm. Luminofor pokrywający chip diody składa się z trzech warstw, z których każda realizuje konwersję promieniowania UV na jedną z trzech barw podstawowych. Dalej następuje wymieszanie barw i w efekcie otrzymuje się barwę białą. Obecnie ten sposób wytwarzania światła białego jest rzadko stosowany ze względu na problemy z odpornością materiałów obudowy na promieniowanie ultrafioletowe, niską skutecznością świetlną oraz szczątkowe przedostawanie się promieniowania UV przez warstwę luminoforu.
3. Metoda hybrydowa – złącze p-n diody światła niebieskiego (450nm – 470 nm) pokrywa się luminoforem o paśmie emisji w zakresie barwy żółtej. Luminofor częściowo przepuszcza promieniowanie niebieskie złącza p-n i w mieszaninie addytywnej światła niebieskiego i żółtego uzyskuje się barwę białą.

Istnieje kilka odmian metody hybrydowej. W jednej z nich stosuje się dwuwarstwowy zielono-czerwony luminofor, co pozwala na uzyskanie światła o cieplejszej barwie i wyższym wskaźniku oddawania barw. Rozwinięciem tego podejścia jest sposób, w którym stosuje się w jednej obudowie chip diody niebieskiej pokryty zielonym luminoforem oraz nie pokryty luminoforem chip diody czerwonej. Dzięki temu otrzymujemy źródło światła białego, które wymaga mniej złożonego układu zasilania, niż metoda mieszania RGB, a jednocześnie umożliwia sterowanie barwą światła i jednocześnie lampa LED posiada wysoką skuteczność świetlną. Metoda hybrydowa jest obecnie najpowszechniejsza.



Rys. 8. Rozkład widmowy diody niebieskiej z żółtym luminoforem

Podstawowe właściwości diod świecących to:

- wysoka skuteczność świetlna, obecnie przekraczająca 150 lm/W,
- wysoka trwałość, obecnie podaje się, że diody wysokiej mocy mają trwałość użytkową rzędu 50 000 h
- wskaźnik oddawania barw i temperatura barwowa zależą od zastosowanego rozwiązania konstrukcyjnego, dobre oddawanie barw i ciepła barwa światła uzyskiwane są przy obniżonej skuteczności świetlnej,
- wysoka odporność na wstrząsy i udary mechaniczne, nie zawierają trujących substancji oraz nie mają kruchych elementów szklanych, które mogą zostać stłuczone,
- zazwyczaj nie wysyłają promieniowanie w zakresie IR oraz UV, promieniowanie IR powstaje w diodach dużej mocy przy wzroście temperatury złącza p-n, ale jest ono rozpraszane na obudowie lub radiatorze
- krótki czas zapłonu i gaśnięcia (rzędu kilkuset ns),
- długi czas stabilizacji się strumienia świetlnego,
- możliwe jest zasilanie z wykorzystaniem sterowania szerokością wypełnienia impulsu co umożliwia regulowanie strumienia,
- brak iskrenia, które może być przyczyną wybuchu w środowiskach zagrożonych wybuchem,
- bardzo duży wpływ temperatury pracy złącza na wartość strumienia świetlnego, wzrost temperatury złącza powoduje spadek strumienia świetlnego.

2. WYMAGANIA FUNKCJONALNE DOTYCZĄCE BEZKIERUNKOWYCH ŹRÓDEŁ ŚWIATŁA DO UŻYTKU DOMOWEGO

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 określa wymagania funkcjonalne dla żarówek i świetlówek kompaktowych, określa wymagania dotyczące

skuteczności świetlnej lamp bezkierunkowych oraz podaje zakres informacji o lampie, które powinny znajdować się na opakowaniu. Wymagania funkcjonalne dotyczące lamp LED zawarte zostały w Rozporządzeniu Komisji (WE) Nr 1194/2012 z dnia 12 grudnia 2012 r. w sprawie wykonania dyrektywy 2009/125/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w odniesieniu do wymogów dotyczących ekoprojektu dla lamp kierunkowych, lamp z diodami elektroluminescencyjnymi i powiązanego wyposażenia.

Wymagania rozporządzenia nr 244/2009 wprowadzane były w 6 etapach, począwszy od 1 września 2009 r.

Etap 1: 1 września 2009 r.

Etap 2: 1 września 2010 r.

Etap 3: 1 września 2011 r.

Etap 4: 1 września 2012 r.

Etap 5: 1 września 2013 r.

Etap 6: 1 września 2016 r.

Wymagania dotyczące skuteczności bezkierunkowych lamp do użytku domowego (w tym LED)

Podstawowe wymagania, dotyczące skuteczności świetlnej określonej na podstawie maksymalnej mocy znamionowej (P_{max}) dla danej wartości znamionowego strumienia świetlnego (Φ) zestawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Zestawienie wymagań dotyczących maksymalnej mocy znamionowej (P_{max}) dla danej wartości znamionowego strumienia świetlnego (Φ) według rozporządzenia nr 244/2009

Termin stosowania	Maksymalna mocy znamionowa (P_{max}) dla danej wartości znamionowego strumienia świetlnego (Φ)	
	Lampy przezroczyste	Lampy nieprzezroczyste
Etap 1-5	$0,8 \cdot (0,88\sqrt{\Phi} + 0,049\Phi)$	$0,24 \cdot (0,88\sqrt{\Phi} + 0,0103\Phi)$
Etap 6	$0,6 \cdot (0,88\sqrt{\Phi} + 0,049\Phi)$	$0,24 \cdot (0,88\sqrt{\Phi} + 0,0103\Phi)$

Wymagania funkcjonalne kompaktowych i żarówek

Wymagania w zakresie funkcjonalności dla kompaktowych lam fluorescencyjnych podano w tabeli 3, a dla żarówek w tabeli 4.



Tabela 3. Wymagania w zakresie funkcjonalności dla kompaktowych lam fluorescencyjnych według rozporządzenia nr 244/2009

Parametr funkcjonalności	Etap 1	Etap 5
Współczynnik trwałości lampy po 6 000 h	$\geq 0,50$	$\geq 0,70$
Zachowanie strumienia świetlnego: po 2 000 h po 6 000 h	$\geq 85 \%$ (80 % dla lamp posiadających drugą bańkę), nie jest poddane ocenie	$\geq 88 \%$ (83 % dla lamp posiadających drugą bańkę), $\geq 70 \%$
Liczba cykli włącz/wyłącz (1 min/3 min) poprzedzających awarię	\geq połowa okresu trwałości lampy wyrażonego w godzinach, $\geq 10\,000$ jeżeli czas zapłonu lampy $> 0,3$ s	\geq okres trwałości lampy wyrażonego w godzinach, $\geq 30\,000$ jeżeli czas zapłonu lampy $> 0,3$ s
Czas zapłonu	$< 2,0$ s	$< 1,5$ s dla $P < 10$ W $< 1,0$ s dla $P \geq 10$ W
Czas nagrzewania lampy do $60\% \Phi$	< 60 s < 120 s dla lamp zawierających rtęć w postaci amalgamatu	< 40 s < 100 s dla lamp zawierających rtęć w postaci amalgamatu
Wskaźnik przedwczesnego końca eksploatacji	$\leq 2,0 \%$ po 200 h	$\leq 2,0 \%$ po 400 h
Promieniowanie UVA+UVB	$\leq 2,0$ mW/klm	$\leq 2,0$ mW/klm
Promieniowanie UVC	$\leq 0,01$ mW/klm	$\leq 0,01$ mW/klm
Współczynnik mocy lampy	$\geq 0,50$ dla $P < 25$ W $\geq 0,90$ dla $P \geq 25$ W	$\geq 0,55$ dla $P < 25$ W $\geq 0,90$ dla $P \geq 25$ W
Wskaźnik oddawania barw R_a	≥ 80	≥ 80

Tabela 4. Wymagania w zakresie funkcjonalności dla żarówek według rozporządzenia nr244/2009

Parametr funkcjonalności	Etap 1	Etap 5
Znamionowa trwałość lampy	$\geq 1\,000$ h	$\geq 2\,000$ h
Zachowanie strumienia świetlnego	$\geq 0,85 \%$ przy 75 % znamionowej średniej trwałości	$\geq 0,85 \%$ przy 75 % znamionowej średniej trwałości
Liczba cykli włącz/wyłącz	\geq czterokrotność znamionowej trwałości	\geq czterokrotność znamionowej trwałości
Czas zapłonu	$< 2,0$ s	$< 2,0$ s
Czas nagrzewania lampy do $60\% \Phi$	$\leq 1,0$ s	$\leq 1,0$ s
Wskaźnik przedwczesnego końca eksploatacji	$\leq 5,0 \%$ po 100 h	$\leq 5,0 \%$ po 200 h
Promieniowanie UVA+UVB	$\leq 2,0$ mW/klm	$\leq 2,0$ mW/klm
Promieniowanie UVC	$\leq 0,01$ mW/klm	$\leq 0,01$ mW/klm
Współczynnik mocy lampy	$\geq 0,95$	$\geq 0,95$

Wymagania dotyczące informacji o produkcie

Informacje o źródle światła, powinny być umieszczone na opakowaniu w taki sposób, aby były widoczne przed zakupem oraz powinny być zamieszczone na powszechnie dostępnych witrynach internetowych.

Informacje nie muszą być podawane w formie tekstowej, mogą być przedstawione za pomocą rysunków, liczb i symboli.

Na opakowaniu powinna znaleźć się informacja:

- Znamionowy strumień świetlny lampy
- Znamionowa moc lampy, w przypadku gdy znamionowa moc lampy jest podana w miejscu innym niż na etykiecie energetycznej, należy również oddzielnie podać znamionową wartość strumienia świetlnego lampy, przy użyciu czcionki co najmniej dwukrotnie większej niż użyta do podania znamionowej mocy lampy poza etykietą
- Trwałość lampy wyrażony w godzinach
- Liczba cykli włącz/wyłącz poprzedzająca przedwczesny koniec eksploatacji lampy
- Temperatura barwowa
- Czas nagrzewania się lampy do 60 % pełnego strumienia świetlnego (w przypadku gdy czas ten jest krótszy niż 1 sekunda, można podać „pomijalny”).
- Stosowne ostrzeżenie w przypadku, jeśli lampa nie jest przeznaczona do ściemniania lub może współpracować tylko z określonymi ściemniaczami.
- W przypadku, gdy lampa przeznaczona jest do optymalnej eksploatacji w warunkach odbiegających od standardowych (np. w temperaturze otoczenia $T=25\text{ }^{\circ}\text{C}$), należy podać informacje o tych warunkach.
- Wymiary lampy w milimetrach (długość i średnica).
- Deklarowaną moc równoważną żarówki ustala się na podstawie wartości strumienia świetlnego lampy znajdującej się w tym opakowaniu zgodnie z tabelą 5.

Wartości pośrednie strumienia świetlnego i deklarowanej mocy równoważnej żarówki (w zaokrągleniu do 1 W) oblicza się w drodze interpolacji liniowej dwóch sąsiednich wartości.

Tabela 5. Zestawienie strumieni świetlnych i deklarowanych mocy równoważnych żarówek

Znamionowy strumień świetlny lampy			Deklarowana moc równoważna żarówki [W]
Φ [lm]			
Świetłówki kompaktowe	Żarówki halogenowe	Lampy 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

Wymagania zamieszczane na powszechnie dostępnych stronach internetowych

Oprócz informacji, które powinny znajdować się na opakowaniu należy podać co najmniej następujące informacje, wyrażone przynajmniej w postaci wartości liczbowych:

- Współczynnik mocy lampy.
- Współczynnik zachowania strumienia świetlnego na zakończenie nominalnego okresu trwałości.
- Czas zapłonu,
- Wskaźnik oddawania barw.
- W przypadku lamp zawierających rtęć
- Instrukcje dotyczące postępowania ze szczątkami lampy w razie przypadkowego jej uszkodzenia.
- Zalecenia dotyczące sposobu utylizacji lampy po zakończeniu jej eksploatacji.

Wymagania zawarte w Rozporządzeniu nr 1194/2012 obowiązują zgodnie z następującym harmonogramem:

Etap 1: 1 września 2013 r.;

Etap 2: 1 września 2014 r.;

Etap 3: 1 września 2016 r.

Wymagania w zakresie funkcjonalności dla lamp LED (zarówno kierunkowych jak i bezkierunkowych) podano w tabeli 6.

Tabela 6. Wymagania w zakresie funkcjonalności dla lamp LED według rozporządzenia nr 1194/2012

Parametr funkcjonalności	Wymóg, począwszy od etapu 1, o ile nie wskazano inaczej
Współczynnik trwałości lampy po 6 000 h	Od 1 marca 2014r. : $\geq 90 \%$
Zachowanie strumienia świetlnego po 6 000 h	Od 1 marca 2014r. : $\geq 0,80$
Liczba cykli włącz/wyłącz poprzedzających awarię	$\geq 15\ 000$ w przypadku, gdy znamionowa trwałość lampy $\geq 30\ 000$ h w innym przypadku \geq połowa znamionowej trwałości lampy wyrażonej w godzinach
Czas zapłonu	$< 0,5$ s
Czas nagrzewania lampy do 95% Φ	< 2 s
Wskaźnik przedwczesnego końca eksploatacji	$\leq 5,0 \%$ po 1 000 h
Oddawanie barw	≥ 80 ≥ 65 , jeżeli lampa jest przeznaczona na zewnątrz lub do zastosowań przemysłowych
Jednolitość barwy	Różnica współrzędnych chromatyczności mieszcząca się w sześciostopniowej elipsie MacAdama lub mniejszej
Współczynnik mocy lampy dla lamp z wbudowanym osprzętem sterującym	$P \leq 2$ W, brak wymogu $> 0,40$ dla 2 W $< P \leq 5$ W $> 0,50$ dla 5 W $< P \leq 25$ W $:0,9$ dla P: 25 W

Ponadto szczegółowe wymagania dotyczące warunków wykonywania badań oraz oceny wartości początkowych strumienia świetlnego i mocy dla źródeł żarowych, świetlówek kompaktowych oraz lamp LED zawarte są w normach przedmiotowych.

Wymagania dotyczące wartości parametrów początkowych mocy i strumienia świetlnego dla lamp żarowych oraz fluorescencyjnych przedstawiono w tabeli 7.

Tabela 6. Wymagania dotyczące wartości parametrów początkowych mocy i strumienia świetlnego

Parametr	Żarówki głównego szeregu (tradycyjne)	Żarówki halogenowe	Świetłówki kompaktowe zintegrowane	Lampy LED
	Wielkości dopuszczalne w % wartości deklarowanej			
Minimalna wartość strumienia świetlnego	95	90	90	90
Maksymalna wartość mocy	104	108	115	110

Wymogi i ocena deklaracji klasy efektywności energetycznej

Wymogi i ocenę deklarowanej klasy efektywności energetycznej zawarto została w Rozporządzeniu Nr 874/2012 z dnia 12 lipca 2012 r. uzupełniającym dyrektywę Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/30/UE w odniesieniu do etykietowania energetycznego lamp elektrycznych i opraw oświetleniowych.

Wskaźnik EEI lamp definiowany jest jako stosunek mocy znamionowej P_{cor} lampy do mocy referencyjnej P_{ref} wyznaczanej w przypadku bezkierunkowych źródeł światła na podstawie całkowitej wartości użytecznego strumienia świetlnego. Zależności pozwalające wyznaczyć wskaźnik efektywności energetycznej zestawiono w tabeli 7.

Klasę efektywności energetycznej lamp ustala się na podstawie wskaźnika efektywności energetycznej (EEI) określonego w tabeli 8.

Tabela 7. Zależności pozwalające na wyznaczenie mocy referencyjnej na podstawie użytecznego strumienia świetlnego lampy

Wskaźnik efektywności energetycznej EEI	
$EEI = \frac{P_{cor}}{P_{ref}}$	
Wartość strumienia świetlnego Φ_{use} [lm]	Moc referencyjna P_{ref} [W]
$\Phi_{use} < 1\,300$	$0,88\sqrt{\Phi_{use}} + 0,049\Phi_{use}$
$\Phi_{use} \geq 1\,300$	$0,07341\Phi_{use}$

Tabela 8. Klasy efektywności energetycznej dla lamp

Klasa efektywności energetycznej	Wskaźnik efektywności energetycznej (EEI) dla lamp bezkierunkowych
A++ (największa efektywność)	$EEI \leq 0,11$
A+	$0,11 < EEI \leq 0,17$
A	$0,17 < EEI \leq 0,24$
B	$0,24 < EEI \leq 0,60$
C	$0,60 < EEI \leq 0,80$
D	$0,80 < EEI \leq 0,95$
E (najmniejsza efektywność)	$EEI > 0,95$

3. PRZEBIEG ĆWICZENIA

Przed połączeniem układu należy na podstawie obliczonych strat mocy wybrać sposób podłączenia miernika mocy.

Metoda dokładnie mierzonego napięcia:

$$\Delta P = U^2 / R_v$$

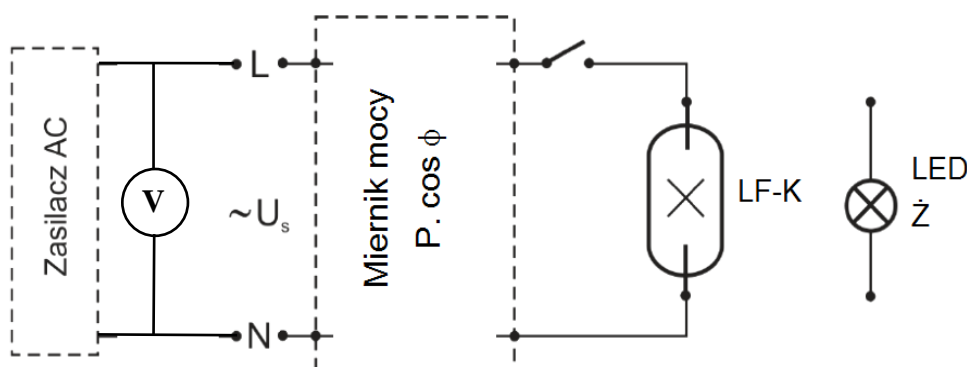
Gdzie: ΔP – straty mocy, U – napięcie pomiarowe, $R_v = 2,4 \cdot 10^6$ [Ω] – rezystancja woltomierza

Metoda dokładnie mierzonego prądu

$$\Delta P = I^2 \cdot R_A$$

Gdzie: ΔP – straty mocy, I – mierzone natężenie prądu, $R_A = 7 \cdot 10^{-3}$ [Ω] – rezystancja amperomierza.

Następnie należy połączyć układ pomiarowy według schematu zamieszczonego na rysunku 9 oraz wybranego sposobu pomiaru mocy.



Rys. 9. Schemat układu pomiarowego

Złączyć układ i oszacować czas zapłonu źródeł światła wskazanych przez prowadzącego.. Przeprowadzić rozruch lampy ze stanu zimnego oraz gorącego (ponowny rozruch) i zmierzyć charakterystyki rozruchowe tych lamp: Φ , P_U , I_L , $\cos\varphi_U = f(t)$. Odczyty wskazań przyrządów pomiarowych należy dokonywać w odstępach dziesięciosekundowych. W trakcie rozruchu należy notować wskazania konwertera proporcjonalne do prądu fotoelektrycznego ogniwa (Δx) oraz watomierza (P_U , I_L).

Po ustabilizowaniu się wszystkich mierzonych parametrów, przy zasilaniu napięciem znamionowym U_N , należy odczytać parametry początkowe badanych źródeł światła Δx , P_U , I_L , $\cos\varphi_U$.

Wykonać wzorcowanie układu pomiarowego z użyciem wzorca strumienia świetlnego. Obliczyć wartość strumienia świetlnego Φ [lm] oraz skuteczności świetlnej η [lm/W].

W sprawozdaniu zamieścić charakterystyki rozruchowe wykonane w jednostkach względnych. Dodatkowo wyrysować charakterystykę rozruchową strumienia świetlnego w wartościach bezwzględnych i wyznaczyć czasy rozruchu t_{60} , tj. czas narastania strumienia świetlnego do osiągnięcia wartości 60% strumienia ustalonego dla świetlówek kompaktowych i czasy rozruchu t_{95} , tj. czas narastania strumienia świetlnego do osiągnięcia wartości 95% strumienia ustalonego dla lamp LED. Przeprowadzić analizę uzyskanych wyników. Porównać z deklaracją producenta oraz wymaganiami odpowiednich rozporządzeń.

Pomierzone wartości strumienia i mocy badanych źródeł światła ocenić zgodnie z wymaganiami norm przedmiotowych [4, 5, 6, 7]. Przeprowadzić analizę uzyskanych wyników.

Na podstawie wyników przeprowadzonych pomiarów oraz oględzin i opakowań:

- Obliczyć maksymalną moc lampy, jaką może posiadać źródło światła, aby spełniała wymagania Rozporządzenia Komisji WE nr 244 z 2009 r. w zakresie skuteczności świetlnej i porównać ją z wartością uzyskaną z pomiarów.
- Obliczyć moc równoważną żarówki i porównać uzyskaną wartość z deklaracją producenta.
- Na podstawie Rozporządzenia nr 847/2012 obliczyć wskaźnik efektywności energetycznej i wyznaczyć klasę efektywności energetycznej badanej lampy i porównać z deklaracją producenta.
- Sprawdzić czy wszystkie informacje wymagane przez Rozporządzenie Komisji WE nr 244 z 2009 r. podawane są przez producenta na opakowaniu lub stronie internetowej.

4. TABELLE POMIAROWE

Tabela nr 1. Badanie charakterystyk rozruchowych							
Typ lampy:.....							
Moc znamionowa: $P_N = \dots\dots\dots [W]$							
Znamionowy strumień świetlny: $\Phi_N = \dots\dots\dots [lm]$							
Napięcie znamionowe: $U_N = \dots\dots\dots [V]$							
Lp	Wyniki Pomiarów				Obliczenia		
	t	Δx	P_U	I_L	$\cos\phi_U$	ϕ	η
	[s]	[-]	[W]	[A]	[-]	[lm]	[lm/W]
1	10						
2	20						
3	30						
4	40						
5	50						
6	60						
7	70						
8	80						
9	90						
10	100						
11	110						
12	120						
13	130						
14	140						
15	150						
16	160						
17	170						
18	180						



Lp	t	Δx	P_U	I_L	$\cos\phi_U$	Φ	η
19	190						
20	200						
21	210						
22	220						
23	230						
24	240						
25	250						
26	260						
27	270						
28	280						
29	290						
30	300						
31	310						
32	320						
33	330						
34	340						
35	350						
36	360						
37	370						
38	380						
39	390						
40	400						
41	410						
42	420						



Lp	t	Δx	P_U	I_L	$\cos\phi_U$	Φ	η
43	430						
44	440						
45	450						
46	460						
47	470						
48	480						
49	490						
50	500						
51	510						
52	520						
53	530						
54	540						
55	550						
56	560						
57	570						
58	580						
59	590						
60	600						
61	610						
62	620						
63	630						
64	640						
65	650						
66	660						



Lp	t	Δx	P_U	I_L	$\cos\phi_U$	Φ	η
67	670						
68	680						
69	690						
70	700						
71	710						
72	720						
73	730						
74	740						
75	750						
76	760						
77	770						
78	780						
79	790						
80	800						
81	810						
82	820						
83	830						
84	840						
85	820						
86	860						
87	870						
88	880						
89	890						
90	900						

Tabela nr 2. Badanie parametrów początkowych

Typ lampy:.....

Moc znamionowa: $P_N = \dots\dots\dots [W]$

Znamionowy strumień świetlny: $\Phi_N = \dots\dots\dots [lm]$

Napięcie znamionowe: $U_N = \dots\dots\dots [V]$

Wyniki pomiarów				Obliczenia		
U_N	Δx	I_L	P_U	$\cos\varphi_U$	Φ	η
[V]	[-]	[A]	[W]	[-]	[lm]	[lm/W]
230						

Tabela nr 3. Wzorcowanie układu pomiarowego

Typ wzorca strumienia świetlnego:

Moc znamionowa $P_N = \dots\dots\dots [W]$

Napięcie znamionowe $U_N = \dots\dots\dots [V]$

Napięcie fotometrowania wzorca $U_{\text{fot}} [V]$:

Strumień świetlny wzorca $\Phi_W [lm]$:

Wskazanie miernika prądu fotoelektrycznego Δ_W :

1.

2.

3.

Średnia arytmetyczna z trzech wskazań miernika prądu fotoelektrycznego:

Wzory do obliczeń:

$$\cos\varphi_U = \frac{P_U}{U_N I_L} \quad (1)$$

$$\eta = \frac{\Phi}{P_U} \quad [lm/W] \quad (2)$$

$$\Phi = \Phi_W \frac{\Delta_X}{\Delta_W} \quad [lm] \quad (3)$$