

Lampy LED zamienniki świetlówek jednorzłonkowych

LED lamps, replacements for single-capped fluorescent lamps (CFL-ni)

Streszczenie. Powodem i inspiracją przedstawienia tematyki związanej z zamiennikami LED świetlówek jednorzłonkowych są wymagania prawne. Wymagania zawarte w nowelizacji dyrektywy RoHS z 2022 roku, spowodowały, że od dnia 25.02.2023 roku nie jest możliwe wprowadzanie na terytorium UE świetlówek jednorzłonkowych. Czyli użytkownicy opraw oświetleniowych, w których zastosowane są świetlówki jednorzłonkowe, nie mają możliwości kupić tego typu źródeł światła na ich wymianę. Świetlówki jednorzłonkowe stosowane są jeszcze dość powszechnie w różnego typu oprawach oświetleniowych, ale ich trwałość w wielu przypadkach dobiega już końca. W związku z tym użytkownicy takich opraw mają dwa alternatywne rozwiązania, wymienić oprawę oświetleniową na oprawę LED lub zastosować w istniejącej oprawie oświetleniowej alternatywne źródło światła jakim jest lampa LED. W artykule przedstawiono, przykłady lamp LED, które mogą być stosowane zamiast świetlówek jednorzłonkowych, przedstawione są techniczne możliwości zamiany świetlówek jednorzłonkowych na lampy LED. Szczególną uwagę zwraca się na odpowiedni dobór lampy LED pod względem stosowanego układu zasilającego świetlówki jednorzłonkowe w oprawach oświetleniowych. Przedstawione są pomiary podstawowych parametrów elektrycznych, świetlnych i fotometrycznych wybranych typów lamp LED, w odniesieniu do ich deklarowanych wartości.

Abstract. The reason and inspiration for presenting the topic related to LED substitutes for single-capped fluorescent lamps (CFL) are legal requirements. The requirements contained in the amendment to the RoHS directive from 2022 have meant that from 25.02.2023 it is not possible to introduce single-capped fluorescent lamps (CFL) into the EU. This means that users of luminaires in which single-capped fluorescent lamps (CFL) are used do not have the opportunity to buy this type of light source to replace them. Single-capped fluorescent lamps (CFL) are still quite commonly used in various types of luminaires, but their lifetime in many cases is already coming to the end. Therefore, users of such luminaires have two alternative solutions, replace the traditional luminaire to the LED luminaire or use an alternative light source in the existing luminaire, which is an LED lamp. The article presents examples of LED lamps that can be used instead of single-capped fluorescent lamps (CFL). The article presents the technical possibilities of replacing single-capped fluorescent lamps with LED lamps. Particular attention is paid to the appropriate selection of LED lamps in terms of the power supply used for single-ended fluorescent lamps (CFL) in luminaires. Measurements of basic electrical, light and photometric parameters of selected types of LED lamps are presented, in relation to their declared values.

Słowa kluczowe: świetlówki jednorzłonkowe, lampy LED, świetlówkowe oprawy oświetleniowe, technologia LED, RoHS

Keywords: CFL lamp, LED lamps, luminaires for CFL, LED technology, RoHS

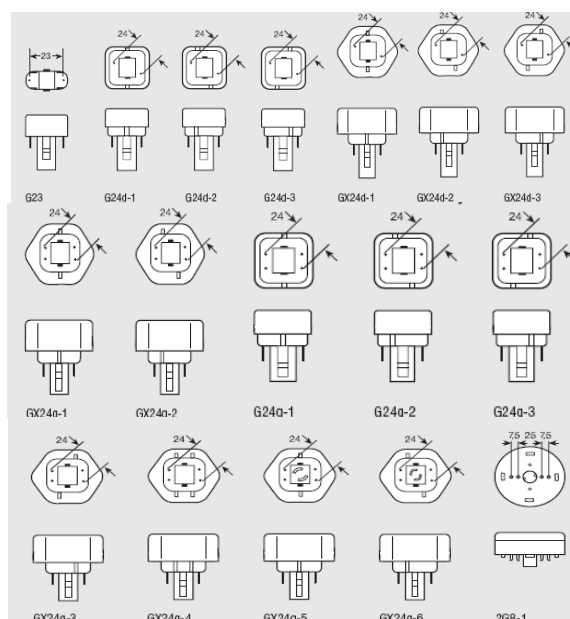
Wstęp

W związku z nowymi wymaganiami zawartymi w nowelizacji dyrektywy RoHS z 2022 r. [1] [2] [3] wiele typów tradycyjnych źródeł światła jest wycofanych ze sprzedaży w krajach Unii Europejskiej. Wymagania zawarte we wspomnianej dyrektywie dotyczą między innymi świetlówek jednorzłonkowych. Świetlówek tego typu nie można wprowadzać na terytorium Unii Europejskiej od dnia 25.02.2023 r. Świetlówki jednorzłonkowe można jeszcze sprzedawać w Europie do czasu wyczerpania zapasów magazynowych, ale te praktycznie już są na wyczerpaniu, ponieważ od zakazu wprowadzania minęło już ponad dwa lata. Podobnie sytuacja wygląda z innymi tradycyjnymi źródłami światła. Na przykład zakaz wprowadzania na terytorium unii europejskiej dotyczy świetlówek liniowych, żarówek halogenowych i lamp wyładowczych. Zakaz wprowadzania świetlówek liniowych (T5 i T8) obowiązuje od dnia 25.08.2023 r. [3], ta sama data dotyczyła wstrzymania wprowadzania żarówek halogenowych z trzonkami: G4, GY6.35 i G9. W dalszej perspektywie, w dniu 25.02.2027 r., planowane jest zakazanie wprowadzania lamp wyładowczych (lamp sodowych i metalohalogenkowych). Artykuł poświęcony jest lampom LED, które można stosować bezpośrednio jako zamienniki świetlówek jednorzłonkowych. W artykule przedstawiono podstawowe konstrukcje popularnych (powszechnie stosowanych) świetlówek jednorzłonkowych ich parametry elektryczne i świetlne. Przedstawiono konstrukcje lamp LED stanowiących bezpośrednie zamienniki świetlówek jednorzłonkowych. Przedstawiono możliwości stosowania lamp LED pod względem sposobów zasilania, parametrów elektrycznych i świetlnych w porównaniu do świetlówek jednorzłonkowych. W artykule zamieszczono wyniki pomiarów podstawowych parametrów elektrycznych i świetlnych wybranych typów lamp LED stanowiących zamienniki popularnych świetlówek jednorzłonkowych. Otrzymane wyniki pomiarów parametrów elektrycznych i świetlnych porównano z odpowiednimi parametrami świetlnymi i elektrycznymi świetlówek jednorzłonkowych.

W artykule przedstawiono zalecenia i uwagi dotyczące zamiany świetlówek jednorzłonkowych lampami LED.

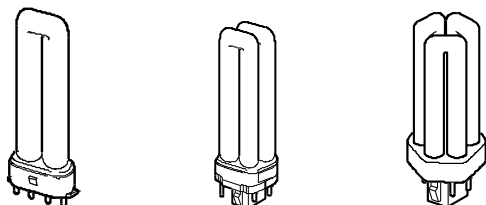
Konstrukcje świetlówek jednorzłonkowych

Świetlówki jednorzłonkowe, potocznie zwane pinowymi, są dość popularnymi źródłami światła, ze względu na swoje kompaktowe wymiary, stosowane są głównie w oprawach oświetleniowych typu „Downlight” i plafonierach. Świetlówki tego typu ze względu na sposób zasilania można podzielić na dwie grupy: świetlówki z trzonkiem dwubolcowym (zasilanie przez dławik magnetyczny) i czterebolcowym (zasilanie przez statecznik elektroniczny). Przykłady konstrukcji trzonków świetlówek jednorzłonkowych przedstawione są na rysunku 1.



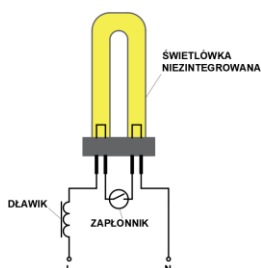
Rys. 1. Trzonki świetlówek jednorzłonkowych.

Trzonki świetlówek pełni ważną rolę pod względem ich bezpiecznego i odpowiedniego zasilania. Świtłwki o różnej mocy i konstrukcji zasilane są precyzyjnie dobranymi ukłdami zasilającymi. Różne kszttaty trzonków i odpowiadające im oprawy w oprawach oświetleniowych zabezpieczają przed zmian typów świetlówk w oprawie a tym samym przed niedopasowaniem parametrów ukłdu zasilającego. Na rysunku 2 przedstawione są typowe kszttaty świetlówek jednotrzonkowych [4].



Rys. 2. Kształty świetlówek jednotrzonkowych [3]

Świtłwki jednotrzonkowe z trzonkiem dwubulcowym przeznaczone są wyłącznie do zasilania przez tradycyjny ukłd zasilający. Dłwik szeregowo połączony ze świetlówk i zapłnnik, który znajduje się w konstrukcji trzonka świetlówk. Przykłdowy schemat elektryczny zasilania świetlówk z trzonkiem dwubulcowym przedstawiony jest na rysunku 3.



Rys. 3. Przykłdowy schemat zasilania świetlówk z trzonkiem dwubulcowym.

Świtłwki z trzonkiem czterobulcowym przeznaczone są wyłącznie do zasilania przez statecznik elektroniczny. Różny sposób zasilania świetlówek jednotrzonkowych z trzonkiem dwubulcowym i czterobulcowym wymaga odpowiedniego wyboru zamiennika LED. Zamienniki LED świetlówek jednotrzonkowych należy dobrać zgodnie z typem zastosowanego trzonka (oprawy), który zapewni odpowiednie dopasowanie istniejącego ukłdu zasilającego w oprawie oświetleniowej. Czyli wybór odpowiedniego zamiennika LED do świetlówek jednotrzonkowych powinien by podyktowany zgodnci oznaczenia typu trzonka stosowanego w świetlówce z typem trzonka stosowanego w lampie LED. W indywidualnych przypadkach można odstpi od tej zasady, poniewż zamienniki LED mogą być zasilane bezpośrednio z sieci zasilającej 230V, nie jest to jednak zalecane ze względów funkcjonalnych, poniewż oprawa w oprawie oświetleniowej zapewnia również bezpieczne mocowanie Źródła światła w oprawie. Z tego powodu należy dobrać tak typy Źródła światła, aby ich typy trzonków, były zgodne z typami opraw stosowanych w oprawach oświetleniowych. W tabeli 1 przedstawione są podstawowe wartości parametrów elektrycznych i świetlnych wybranych typów dostępnych do tej pory świetlówek jednotrzonkowych, dane dotyczą świetlówek wytwarzających światło o temperaturze barwowej najbliższej 4000K. W tabeli 2 przedstawione są podstawowe parametry elektryczne i świetlne wybranych typów zamienników LED świetlówek jednotrzonkowych. W

tabeli 3 przedstawione jest porównanie podstawowych parametrów elektrycznych i świetlnych wybranych typów świetlówek jednotrzonkowych i ich zamienników LED. Dane techniczne zaczerpnięto z kart katalogowych świetlówek jednotrzonkowych firmy OSRAM i LEDVANCE. Nie zawężają to zakresu danych technicznych, poniewż dane te są w szerokim zakresie znormalizowane.

Tabela 1. Podstawowe parametry elektryczne i świetlne świetlówek jednotrzonkowych

Typ świetlówk	Moc P [W]	Oznaczenie barwy światła [-]	Strumień świetlny Φ [lm]	Skuteczność świetlna η [lm/W]	Trwałość średnia [godz.]
DL SiS/E	5	827 / 840	250	50	10 000
DL SiS/E	7	827 / 830 / 840	400	57	10 000
DL SiS/E	9	827 / 830 / 840	600	67	10 000
DL SiS/E	11	827 / 830 / 840	900	82	10 000
DL DiD/E	10	827 / 830 / 840	600	60	10 000
DL DiD/E	13	827 / 830 / 840	900	69	10 000
DL DiD/E	18	827 / 830 / 840	1200	67	10 000
DL DiD/E	26	827 / 830 / 840	1800	69	10 000
DL TiT/E	13	827 / 830 / 840	900	69	10 000
DL TiT/E	18	827 / 830 / 840	1200	67	10 000
DL TiT/E	26	827 / 830 / 840	1800	69	10 000
DL TiT/E	32	827 / 830 / 840	2400	75	10 000
DL TiT/E	42	827 / 830 / 840	3200	76	10 000
DL L	18	827 / 830 / 840	1200	67	10 000
DL L	24	827 / 830 / 840	1800	75	10 000
DL L	36	827 / 830 / 840	2900	81	10 000
DL L	40	827 / 830 / 840	3500	88	10 000
DL L	55	827 / 830 / 840	4800	87	10 000

Tabela 2. Podstawowe parametry elektryczne i świetlne lamp LED zamienników świetlówek jednotrzonkowych

Typ LED	Moc P [W]	Oznaczenie barwy światła [-]	Strumień świetlny Φ [lm]	Skuteczność świetlna η [lm/W]	Trwałość L70 [godz.]
DULUX LED S	3,5	830 / 840	360 / 400	103/114	30 000
DULUX LED S	4,0	830 / 840	500 / 550	125/138	30 000
DULUX LED S	6,0	830 / 840	630 / 700	105/117	30 000
DULUX LED D	5,0	830 / 840	540 / 600	108/120	30 000
DULUX LED D	6,0	830 / 840	600 / 660	100 / 110	30 000
DULUX LED D	7,0	830 / 840	700 / 770	100 / 110	30 000
DULUX LED D	9,0	830 / 840	990 / 1100	110 / 122	30 000
DULUX LED T	6,0	830 / 840	630 / 700	105 / 117	30 000
DULUX LED T	7,0	830 / 840	720 / 800	103 / 114	30 000
DULUX LED T	9,0	830 / 840	1000 / 1100	111 / 122	30 000
DULUX LED T	10,0	830 / 840	990 / 1100	99 / 110	30 000
DULUX LED T	16,0	830 / 840	1620 / 1800	101 / 113	30 000
DULUX LED D	5,5	830 / 840	640 / 700	116 / 127	30 000
DULUX LED D	7,5	830 / 840	870 / 950	116 / 127	30 000
DULUX LED D	9,5	830 / 840	1080 / 1200	113 / 126	30 000
DULUX LED D	6,0	830 / 840	600 / 660	100 / 110	30 000
DULUX LED D	7,0	830 / 840	700 / 770	100 / 110	30 000
DULUX LED D	10,0	830 / 840	990 / 1100	99 / 110	30 000
DULUX LED L	8,0	830 / 840	900 / 1000	113 / 125	30 000
DULUX LED L	12,0	830 / 840	1350 / 1500	113 / 125	30 000
DULUX LED L	18,0	830 / 840	2070 / 2300	115 / 128	30 000
DULUX LED L	25,0	830 / 840	2950 / 3250	118 / 130	30 000

Z przedstawionych danych technicznych świetlówek i porównania ich z danymi lamp LED wynika, że LED mają znacznie wyższe wartości skuteczności świetlnej wynoszące od 110 do 138 lm/W w porównaniu do świetlówek, których skuteczności świetlne wynoszą od 50 do 88 lm/W. Należy zwrcic uwagę, że zamienniki LED wytwarzają w kilku przypadkach mniejszy strumień świetlny ni odpowiednie świetłówki, głównie dotyczy to świetlówek i lamp LED o wyższych mocach.

Tabela 3. Porównanie podstawowych parametrów elektrycznych i świetlnych wybranych typów świetlówek i ich zamienników LED

Świetlówa			LED		
Moc P [W]	Strumień świetlny Φ [lm]	Skuteczność świetlna η [lm/W]	Moc P [W]	Strumień świetlny Φ [lm]	Skuteczność świetlna η [lm/W]
7	400	57	3,5	400	114
9	600	67	4,0	550	138
11	900	82	6,0	700	117
10	600	60	5,0	600	120
13	900	69	6,0	660	110
18	1200	67	7,0	770	110
26	1800	69	9,0	1100	122
36	2900	81	12,0	1500	125
40	3500	88	18,0	2300	128
55	4800	87	25,0	3250	130

Wymiary świetlówek jednorzłonkowych nie różnią się znacznie od zamienników LED. Na rysunku 3 przedstawione są typowe kształty świetlówek i ich odpowiedników LED.

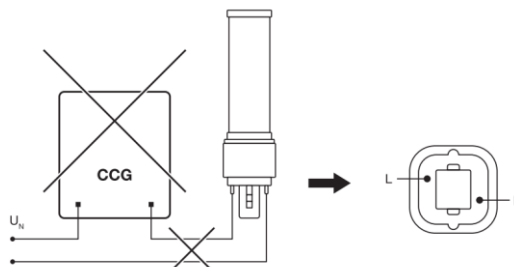


Rys. 3. Przykładowe kształty świetlówek jednorzłonkowych i ich odpowiedników LED

Zasilanie lamp LED

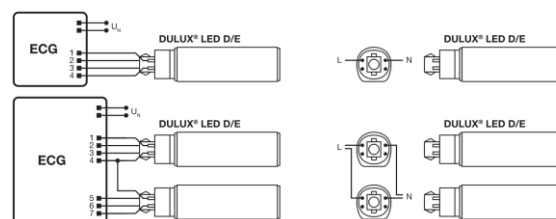
Tak jak wcześniej wspomniano do zasilania świetlówek jednorzłonkowych stosuje się dwa rodzaje zasilania. Do świetlówek z trzonkiem czterobolcowym stosuje się elektroniczny układ zasilający a do świetlówek z trzonkiem dwubolcowym dławik magnetyczny. Ze względu na dedykowanie świetlówek jednorzłonkowych do odpowiedniego układu zasilającego (tradycyjny lub elektroniczny) najważniejszym kryterium doboru odpowiedniego zamiennika LED jest dobranie lampy LED z takim samym typem trzonka w jaki wyposażona jest świetlówa. W przypadku LED z trzonkiem dwubolcowym zamienność jest pełna. W przypadku LED i świetlówek z trzonkiem czterobolcowym, które zasilane są statecznikami elektronicznymi należy zwrócić uwagę na typ zastosowanego statecznika elektronicznego w oprawie, ponieważ nie wszystkie typy stateczników elektronicznych zasilających świetlówki mogą prawidłowo zasilać lampy LED. Producenci lamp LED zwykle informują o typach stateczników elektronicznych, które mogą zasilać

dany typ lampy LED. W tym przypadku należy zwrócić szczególną uwagę na tak zwane listy kompatybilnych stateczników elektronicznych, które zwykle zamieszczone są w kartach katalogowych lamp LED. Niedopasowanie statecznika elektronicznego do typu lampy LED zwykle skutkuje obniżeniem jej trwałości lub szybkim uszkodzeniem. Podstawowe schematy elektryczne zasilania lamp LED przedstawione są na rysunkach 4 i 5 [4] [5].



Rys. 4. Schemat elektryczny połączenia lampy LED w tradycyjnym układzie zasilającym świetlówkę

W przypadku zasilania LED z trzonkiem dwupinowym możliwe jest pozostawienie w układzie zasilania dławika magnetycznego lub zastosowanie bezpośredniego zasilania sieciowego 230V.



Rys. 5. Schemat elektryczny połączenia lampy LED przez elektroniczny statecznik do świetlówki

W przypadku zastosowania lampy LED z trzonkiem czteropinowym w oprawie ze statecznikiem elektronicznym zaleca się sprawdzenie kompatybilności statecznika z lampą LED. Możliwe jest też zasilanie tego typu LED bezpośrednio z sieci zasilającej.

Pomiary podstawowych parametrów elektrycznych i świetlnych wybranych lamp LED

Do pomiarów podstawowych parametrów elektrycznych i świetlnych wybrano 8 różnych typów lamp LED po 3 egzemplarze każdego typu, które były dostępne jako wzory przekazane przez producenta. Do testów wybrano lampy LED wytwarzające światło o temperaturach barwowych najbliższych 3000K, 4000K, o mocach 6W, 7W, 9W i 18W. Wybrane typy lamp LED (opakowania) przedstawione są na rysunku 6. Dla wybranych do testów lamp LED wykonano pomiary następujących parametrów elektrycznych i świetlnych: mocy P [W], współczynnika mocy PF [-], strumienia świetlnego Φ [lm] (pomiar wykonano w kuli Ulbrichta), temperatury barwowej światła najbliższej Tc [K], ogólnego wskaźnika oddawania barw Ra [-] i na podstawie pomiarów strumienia świetlnego i mocy obliczono wartość skuteczności świetlnej η [lm/W]. W tabeli 4 przedstawione jest porównanie deklarowanych wartości podstawowych parametrów elektrycznych i świetlnych wybranych do testów lamp LED z wynikami pomiarów i obliczeń. Przedstawione wartości parametrów są średnią wartością z otrzymanych wyników pomiarów 3 testowanych lamp LED jednego typu.



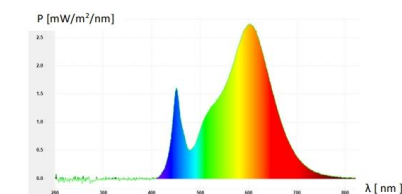
Rys. 6. Widok opakowań wybranych lamp LED do testów

Tabela 4. Porównanie zmierzonych podstawowych parametrów elektrycznych i świetlnych z parametrami deklarowanymi

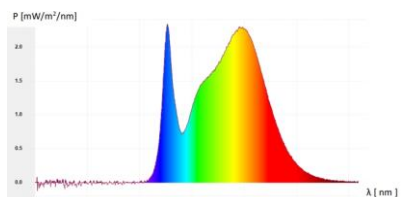
Lampa LED	Parametry deklarowane				Parametry zmierzone			
	P / T _c [W] / [K]	P [W]	PF [-]	Φ [lm]	P [W]	PF [-]	Φ [lm]	η [lm/W]
DL LED S 6 830	6,0	6,0	0,9	630	6,1	0,92	643	105
DL LED S 6 840	6,0	6,0	0,9	700	117	5,9	0,91	712
DL LED D 6 830	6,0	6,0	0,9	600	100	5,9	0,91	625
DL LED D 6 840	6,0	6,0	0,9	660	110	6,0	0,93	672
DL LED D 7 830	7,0	7,0	0,9	700	100	7,2	0,94	732
DL LED D 9 830	9,0	9,0	0,9	990	110	9,1	0,90	1040
DL LED L 18 830	18,0	18,0	0,9	2070	115	18,0	0,95	2240
DL LED L 18 840	18,0	18,0	0,9	2300	127	18,2	0,93	2466

Wyniki pomiarów i obliczeń wskazują, że testowane lampy LED mają zbliżone parametry elektryczne i świetlne z danymi deklarowanymi w kartach katalogowych.

Podstawą obliczeń temperatury barwowej światła najbliższej T_c i ogólnego wskaźnika oddawania barw R_a był pomiar rozkładu widmowego światła emitowanego przez badane lampy LED. Na rysunku 8 przedstawiony jest rozkład widmowy światła lampy LED o mocy 7 W emitującej światło o temperaturze barwowej najbliższej T_c = 3000K, na rysunku 9 przedstawiony jest rozkład widmowy światła emitowanego przez lampę LED o mocy 9W i deklarowanej temperaturze barwowej najbliższej T_c = 4000K.



Rys. 8. Rozkład widmowy światła lampy LED 7W 830



Rys. 9. Rozkład widmowy światła lampy LED 9W 840

Rozkłady widmowe promieniowania lamp LED wytwarzających światło o temperaturach barwowych najbliższych 3000K i 4000K mają typowy charakter dla LED wytwarzających światło białe na zasadzie konwersji luminoforowej. Ten typ zastosowanej technologii wytwarzania światła przez LED zapewnia uzyskanie światła o wysokim ogólnym wskaźniku oddawania barw R_a. W tabeli 5 przedstawione są wyniki pomiarów temperatury barwowej najbliższej T_c i ogólnego wskaźnika oddawania barw R_a światła emitowanego przez wybrane do testów lampy LED wykonane na podstawie pomiarów rozkładu widmowego emitowanego światła. Dla każdego typu podane są wartości średnie dla 3 testowanych lamp. Wyniki pomiarów porównano z deklarowanymi wartościami.

Tabela 5. Porównanie zmierzonych podstawowych parametrów elektrycznych i świetlnych z parametrami deklarowanymi

Lampa LED	Parametry deklarowane		Parametry zmierzone	
	T _c [K]	R _a [-]	T _c [K]	R _a [-]
DL LED S 6 830	3000	>80	3081	83
DL LED S 6 840	4000	>80	4012	82
DL LED D 6 830	3000	>80	2996	83
DL LED D 6 840	4000	>80	3996	82
DL LED D 7 830	3000	>80	3002	84
DL LED D 9 830	3000	>80	3009	82
DL LED L 18 830	3000	>80	3007	83
DL LED L 18 840	4000	>80	3986	82

Wnioski

Przedstawione rozwiązania lamp LED mogą stanowić bezpośrednie zamienniki świetlówek jednotrzonkowych. Zmierzone wybrane parametry elektryczne i świetlne lamp LED zgodne są z deklarowanymi wartościami. Wymiana świetlówek na LED jest stosunkowo prosta i w wielu przypadkach nie wymaga dużej ingerencji w układ zasilający oprawy oświetleniowej. Przy wymianie świetlówek na lampy LED trzeba szczególną uwagę zwrócić na kilka aspektów, do których można zaliczyć:

- przy zastosowaniu statecznika elektronicznego należy sprawdzić czy jest on kompatybilny z lampą LED,
- przy zastosowaniu tradycyjnego układu zasilającego należy zwrócić uwagę na kompensację mocy biernej, ponieważ układ zasilający lampę LED stanowi obciążenie o charakterze pojemnościowym [6],
- różnice w wartości strumienia świetlnego lamp LED i świetlówek mogą skutkować obniżeniem poziomu realizowanego natężenia oświetlenia na płaszczyźnie roboczej [7],
- rozsyły strumienia świetlnego są różne dla LED i świetlówek, w niektórych przypadkach (głównie przy zastosowaniu odbłyśników w oprawach) zastosowanie lamp LED może powodować zmianę krzywej światłości oprawy.

Autor: dr inż. Andrzej Wiśniewski, Politechnika Warszawska, Instytut Elektroenergetyki, ul. Koszykowa 75, 00-662 Warszawa, E-mail: Andrzej.Wisniewski@ien.pw.edu.pl

LITERATURA

- [1] Nowelizacja dyrektywy 2002/95/WE. RoHS. 2011/65/UE DYREKTYWA RoHS II, 2015/863 DYREKTYWA RoHS III, DYREKTYWA 2017/2102
- [2] S. Baghirov, V. Kharchenko, S. Shpak, O. Pitiakov, S. Kyslytsia, T. Sakhno, H. Kozhushko, INFLUENCE OF ECODSIGN POLICY AND ENERGY LABELING ON THE LEVEL OF ENERGY EFFICIENCY AND FUNCTIONALITY OF LED LAMPS LATVIAN JOURNAL OF PHYSICS AND TECHNICAL SCIENCES 2025, N 2, DOI: 10.2478/lpts-2025-0012
- [3] A. Wiśniewski, Tuby LED zamienniki świetlówek liniowych, PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, ISSN 0033-2097, R. 99 NR 9/2023
- [4] A. Wiśniewski, Źródła Światła, COSIW SEP 2013, ISBN 978-83-61163-34-3
- [5] Katalog źródeł światła, strona www.ledvance
- [6] Katalog lamp LED firmy LEDVANCE, 2025r.
- [7] A. Wiśniewski, K. Skarżyński The reflections on energy costs and efficacy problems of modern LED lamps. *Energy Reports Volume 12*, December 2024, Pages 4926-4937
- [8] Polska Norma PN-EN 12464-1:2022-01 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach. 2012r.