POZNAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY ACADEMIC JOURNALS
No 92 Electrical Engineering 2017

DOI 10.21008/j.1897-0737.2017.92.0014

Stanisław SZWEDEK*
Małgorzata ZALESIŃSKA*
Małgorzata GÓRCZEWSKA*

OCENA PARAMETRÓW FOTOMETRYCZNYCH, KOLORYMETRYCZNYCH I ELEKTRYCZNYCH WYBRANYCH ZAMIENNIKÓW ŻARÓWEK TRADYCYJNYCH 100 W

W laboratorium Zakładu Techniki Świetlnej i Elektrotermii Politechniki Poznańskiej wykonano badania początkowych parametrów fotometrycznych, kolorymetrycznych i elektrycznych wybranych bezkierunkowych lamp do użytku domowego. Według deklaracji producenta, źródła te stanowią zamienniki tradycyjnych żarówek 100W. W artykule przedstawiono wyniki przeprowadzonych pomiarów oraz ich ocenę zgodnie z wymaganiami odpowiednich rozporządzeń Unii Europejskiej oraz norm przedmiotowych. Przeanalizowano możliwość zastosowania żarówek halogenowych, świetlówek kompaktowych oraz lamp LED, jako bezpośrednich zamienników żarówek tradycyjnych w wybranych zastosowaniach oświetleniowych.

SŁOWA KLUCZOWE: lampy do użytku domowego, parametry źródeł światła, pomiary fotometryczne, kolorymetryczne i elektryczne lamp

1. WPROWADZENIE

Od wielu lat w Unii Europejskiej trwa proces wycofywania z rynku mało efektywnych energetycznie źródeł światła. Procesowi temu podlegają także lampy, które stosowane są w oświetleniu pomieszczeń domowych – lampy (źródła światła) do użytku domowego. Pośród lamp do użytku domowego jako pierwsze wycofane zostały żarówki głównego szeregu (żarówki tradycyjne), będące najmniej efektywnymi energetycznie źródła światła. W dalszej kolejności planowane jest wycofanie także żarówek halogenowych [1]. Takie działanie stawia przed użytkownikiem oświetlenia konieczność dokonania wyboru zamienników. Obecnie żarówki głównego szeregu mogą być zastąpione zarówno żarówkami halogenowymi, świetlówkami kompaktowymi, jak i lampami LED. Dla większości użytkowników podstawą wyboru źródła światła jest ich cena

* Politechnika Poznańska.

oraz informacje zawarte na opakowaniu lub na ogólnodostępnej stronie internetowej producenta lub sprzedawcy. Informacje podane na opakowaniu lub na stronie internetowej są tylko deklaracjami producenta i nie zawsze odpowiadają rzeczywistości. Oprócz zgodności wszystkich parametrów z deklaracją producenta dla użytkownika ważne jest także uzyskanie tych samych, lub lepszych, warunków oświetleniowych przy wymianie, w dotychczas używanych oprawach oświetleniowych, żarówek tradycyjnych na alternatywne źródła światła. Tą równoważność oświetleniową ocenić można jedynie na podstawie bryły fotometrycznej światłości opraw oświetleniowych pracujących z konkretnym źródłem światła oraz wyznaczonych podstawowych parametrach świetlnych na oświetlanej powierzchni.

W celu weryfikacji deklaracji producentów źródeł światła oraz oceny równoważności oświetleniowej zamienników żarówek głównego szeregu przeprowadzono badania laboratoryjne wybranych lamp do użytku domowego. Wszystkie pomiary wykonane zostały w trakcie realizacji pracy dyplomowej magisterskiej [2].

2. PRZEGLĄD WYMAGAŃ DOTYCZĄCYCH BEZKIERUNKOWYCH LAMP DO UŻYTKU DOMOWEGO

Podstawowe wymagania fotometryczne, elektryczne i użytkowe, jakie muszą spełniać lampy do użytku domowego, oraz informacje jakie powinny znaleźć się na opakowaniu produktu, ewentualnie na ogólnodostępnych stronach internetowych, a także sposób ich weryfikacji zawarte są w rozporządzeniach Komisji Wspólnoty Europejskiej [3, 4, 5] oraz normach przedmiotowych [6, 7, 8, 9].

Wymagania norm [6, 7, 8, 9] w odniesieniu do deklarowanej wartości strumienia świetlnego oraz mocy znamionowej podano w tabeli 2.1.

Tabela 2.1. Wymagania norm [6, 7, 8, 9] w odniesieniu do deklarowanej wartości strumienia świetlnego oraz mocy znamionowej

Parametr	Źródło światła			
	Żarówka tradycyjna	Żarówka halogenowa	Świetlówka kompaktowa	Lampa LED
Minimalna wartość strumienia świetlnego w procentach wartości deklarowanej	95	90	90	90
Maksymalna wartość mocy znamionowej w procentach wartości deklarowanej	104	108	115	115

Obecnie obowiązujące wymagania rozporządzeń [3, 4] w zakresie analizowanych w trakcie badań parametrów użytkowych zestawiono w tabeli 2.2.

Tabela 2.2. Wymagania dotyczące wybranych parametrów źródeł światła do użytku domowego [3, 4]

Lp.	Parametr podlegający sprawdzeniu	Źródło światła		
		Żarówka	Świetlówka kompaktowa	Lampa LED
1	Czas zapłonu	< 0,2 s	< 1,0 s dla P ≥ 10 W	< 0,5 s
2	Czas nagrzewania się lampy do dla 60% Φ dla żarówek i świetlówek i 95% dla lamp LED	≤ 1 s dla 60% Φ	< 40 s lub < 100s dla świetlówek amalgamatowych	< 2 s
3	Współczynnik mocy lampy	≥ 0,95	≥ 0,55 dla P < 25 W	> 0,5 dla 5W<P≤25W
4	Wskaźnik oddawania barw	–	≥ 80	≥ 80
5	Wartość strumienia świetlnego lampy odpowiadająca mocy równoważnej 100W żarówki tradycyjnej	1326 lm (dla żarówek halogenowych)	1398 lm	1521 lm

Ocenę klas efektywności energetycznych deklarowanych przez producenta wykonano na podstawie wskaźnika efektywności energetycznej EEI. Procedurę wyznaczania wskaźnika EEI oraz klasy efektywności energetycznej opisano w rozporządzeniu [5].

3. OPIS OBIEKTÓW BADAŃ

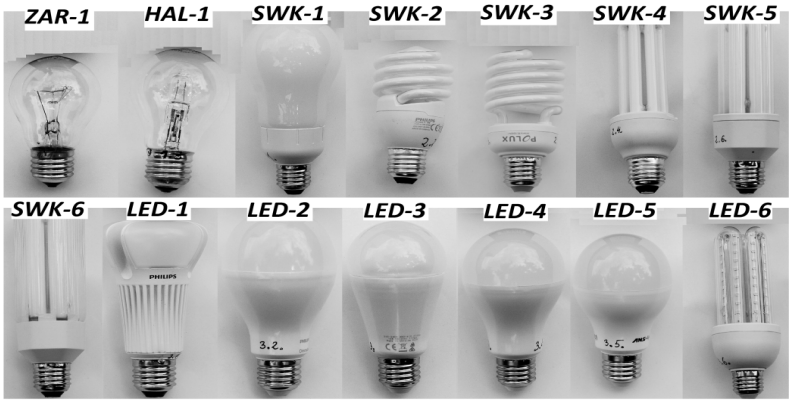
Obiektem badań były lampy: halogenowa, świetlówki kompaktowe oraz lampy LED, będące zamiennikami tradycyjnej żarówki 100 W. Ponadto dla porównania parametrów przebadano żarówkę tradycyjną 100W.

Parametry badanych lamp podane na opakowaniu oraz w deklaracji producenta zestawiono w tabeli 3.1. Wygląd badanych źródeł światła pokazano na rysunku 1.

Parametrami stałymi dla wszystkich lamp było znamionowe napięcie zasilania $U_N = 230$ V.

Tabela 3.1. Podstawowe parametry badanych źródeł światła

Symbol źródła	P_N	Φ_N	T_B	Ra	cos φ	$\Phi_{60\%}$ $\Phi_{95\%}$	η	P_{100W}	Klasa efekt.
	[W]	[lm]	[°K]	[–]	[–]	[s]	lm/W	[W]	[–]
ZAR–1	100	1340	2700	100	–	–	–	–	E
HAL–1	77	1320	2800	100	1	0,0	–	100	D
SWK–1	23	1320	2700	82	0,6	10÷100	60,0	95	A
SWK–2	20	1320	2700	82	0,6	5÷40	67,0	95	A
SWK–3	24	1500	2700	≥ 80	≥ 0,5	< 40	62,5	106	A
SWK–4	23	1430	2700	82	0,6	5÷40	62,0	102	A
SWK–5	23	1500	2700	82	0,6	10÷60	63,0	105	A
SWK–6	23	1485	2700	82	0,6	10÷60	63,0	105	A
LED–1	18	1521	2700	80	0,5	0,5	84,5	100	A+
LED–2	16	1521	2700	80	0,7	0,5	95,1	100	A+
LED–3	13	1521	2700	≥ 80	> 0,5	< 0,5	–	100	A+
LED–4	15,5	1521	2700	80	–	–	–	100	A+
LED–5	17	1580	2700	> 80	> 0,5	< 1,0	–	103	A+
LED–6	16	1680	3200	–	–	–	–	200 ?	A



Rys. 1. Wygląd badanych źródeł światła

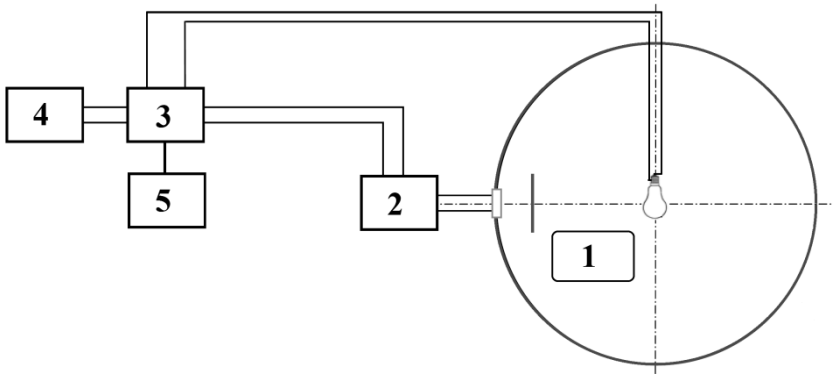
4. PROCEDURA BADAWCZA

4.1. Pomiary parametrów fotometrycznych i elektrycznych

Pomiar parametrów fotometrycznych i elektrycznych przeprowadzono na stanowisku pomiarowym składającym się z: kuli Ulbrichta, zasilacza stabilizowanego KUKISUI AC POWER SUPPLY PCR 2000, analizatora mocy NORMA 4000 firmy Fluke, miernika prądu fotoelektrycznego na bazie lukso-

mierza PHOTOMETR B510 firmy LMT oraz komputera z interfejsem i oprogramowaniem LEM NORMA PowerView. Schemat układu pomiarowego przedstawiono na rysunku 2.

Na stanowisku pomiarowym wyznaczone zostały charakterystyki rozruchowe lamp oraz podstawowe parametry elektryczne i fotometryczne: czas stabilizacji strumienia świetlnego, czas startu, początkowa wartość strumienia świetlnego, moc elektryczna, współczynnik mocy, skuteczność świetlna i klasa efektywności energetycznej.



Rys. 2. Schemat stanowiska do pomiarów parametrów fotometrycznych i elektrycznych źródeł światła: 1– kula Ulbrichta, 2 – PHOTOMETR B510, 3 – NORMA 4000, 4 – zasilacz, 5 – komputer

4.2. Pomiary parametrów kolorymetrycznych

Pomiar parametrów kolorymetrycznych przeprowadzono na stanowisku pomiarowym składającym się z: ławy fotometrycznej, zasilacza stabilizowanego KUKISUI AC POWER SUPPLY PCR 500, spektrofotometru X4 LightAnalyzer firmy Gigahertz–Optik, komputera z oprogramowaniem BTS–Light Analyzer. Schemat układu pomiarowego na rysunku 3.

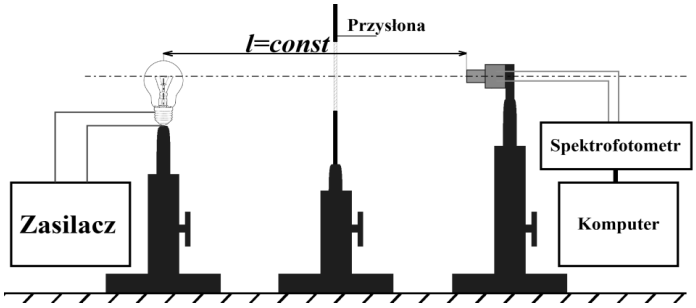
Na stanowisku ze spektrofotometrem wyznaczono temperaturę barwową i wskaźnik oddawania barw.

4.3. Pomiary bryły fotometrycznej światłości

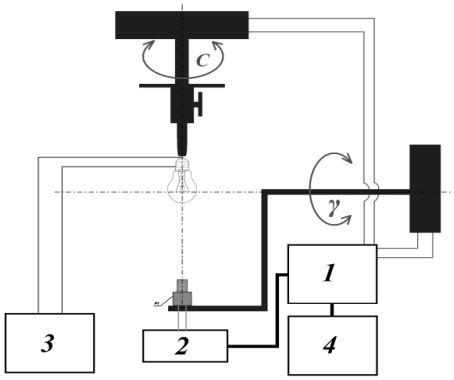
Pomiar bryły fotometrycznej światłości lamp był przeprowadzono na fotometr ramienny. Do zasilenia źródeł światła oraz opraw oświetleniowych wykorzystano zasilacz stabilizowany KUKISUI AC POWER SUPPLY PCR 500. Schemat układu pomiarowego pokazano na rysunku 4.

Na stanowisku z goniometrem wyznaczone zostały bryły fotometryczne lamp, oraz bryły fotometryczne dwóch opraw obrotowo-symetrycznych (z roz-

syłem bezpośrednim i rozsyłem bezpośrednim/pośrednim). Dla badanych lamp pomiary wykonano: w 4 płaszczyznach C – co 90^o , i kątach γ – od 0^o do 180^o co 15^o. Dla opraw: oprawa z rozsyłem bezpośrednim: C – co 15^o i γ – od 0^o do 90^o co 5^o; a dla oprawa z rozsyłem bezpośrednim/pośrednim: C – co 15^o , γ – od 0^o do 180^o co 5^o.



Rys. 3. Schemat stanowiska do pomiarów parametrów kolorymetrycznych



Rys. 4. Schemat stanowiska do pomiaru bryły fotometrycznej: 1– układ sterowania fotometrem ramiennym, 2 – układ pomiarowy, 3 – zasilacz, 4 – układ rejestracji danych

5. WYNIKI POMIARÓW

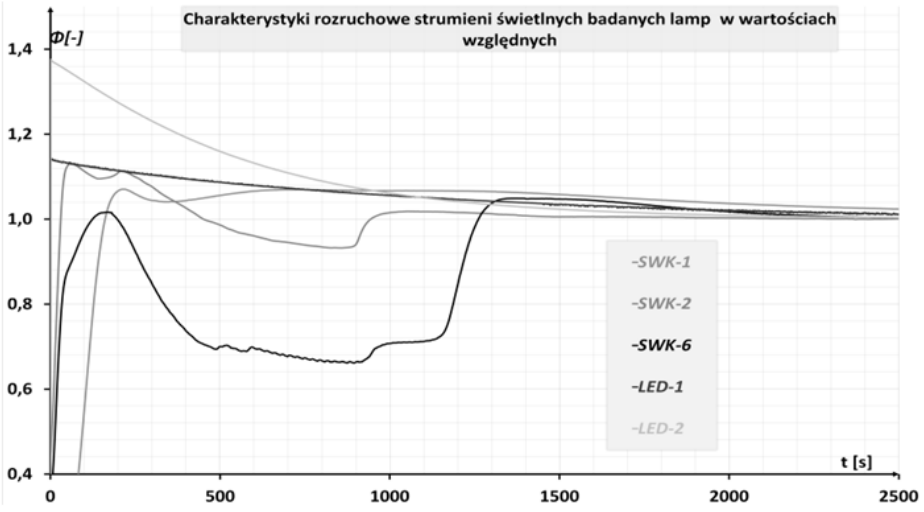
5.1. Wyniki pomiarów parametrów fotometrycznych i elektrycznych

Wyniki pomiarów i obliczeń, wartości parametrów fotometrycznych i elektrycznych tj. całkowity czas stabilizacji t [s], wartość początkowego strumienia świetlnego Φ [lm], moc czynna P [W], czas nagrzewania się lamp, $t_{\Phi 60\%}$ [s] dla świetlówek i $t_{\Phi 95\%}$ [s] dla lamp LED, współczynnik mocy cos φ [–], wartość skuteczności świetlnej η [lm/W], wskaźnik efektywności energetycznej (EEI)[–] i klasa efektywności energetycznej [–] przedstawiono w tabeli 5.1.

Wykresy charakterystyk rozruchowych strumieni świetlnych (w wartościach względnych) dla wybranych lamp na rysunku 5.

Tabela 5.1. Parametry fotometryczne i elektryczne, rozruchowe i początkowe badanych źródeł światła

Nr źródła	t	Φ_N	P_N	cos φ	Czas startu	$t_{\Phi 60\%}$ $t_{\Phi 95\%}$	η	klasa
	[s]	[lm]	[W]	[φ]	[s]	[s]	[lm/W]	[–]
ZAR–1	633	1348	100,0	1,000	< 1	< 1	13,5	E
HAL–1	734	1348	81,9	1,000	< 1	< 1	16,5	D
SWK–1	9239	1398	23,4	0,613	< 1	105,5	59,8	A
SWK–2	3041	1253	18,4	0,601	< 1	10,5	67,9	A
SWK–3	4459	1476	22,8	0,587	< 1	23	64,8	A
SWK–4	3708	1448	21,2	0,606	< 1	8	68,2	A
SWK–5	4025	1293	21,8	0,604	< 1	1	59,7	A
SWK–6	4078	1278	22,2	0,609	< 1	19,5	57,6	A
LED–1	4289	1372	18,4	0,915	< 1	1	74,6	A
LED–2	4026	1527	15,5	0,853	< 1	1	98,4	A+
LED–3	4278	1438	12,7	0,534	< 1	1	113,5	A+
LED–4	4209	1458	15,5	0,571	< 1	1	94,2	A+
LED–5	3927	1220	13,9	0,545	< 1	1	87,6	A+
LED–6	4096	1368	14,0	0,447	< 1	1	97,9	A+



Rys. 5. Charakterystyki rozruchowe strumienia wybranych lamp w wartościach względnych

5.2. Wyniki pomiarów parametrów kolorymetrycznych

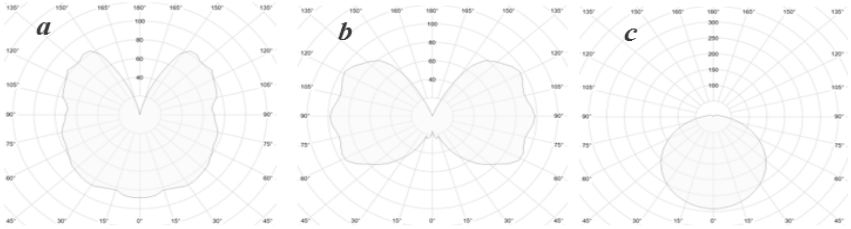
Wyniki pomiarów temperatury barwowej (T_b [K]) i wskaźnika oddawania barw Ra [–] zestawiono w tabeli 5.2.

Tabela 5.2. Temperatury barwowe i wskaźniki oddawania barw badanych źródeł

Oznaczenie źródła	T_b [^{o}K]	Ra [–]	Oznaczenie źródła	T_b [^{o}K]	Ra [–]
ZAR–1	2777	99,8	SWK–6	2695	83,0
HAL–1	2849	99,7	LED–1	2706	81,8
SWK–1	2731	82,7	LED–2	2802	81,9
SWK–2	2808	81,2	LED–3	2848	82,0
SWK–3	2700	82,3	LED–4	2717	81,7
SWK–4	2992	77,3	LED–5	2706	83,2
SWK–5	2748	81,7	LED–6	2886	67,8

5.2. Wyniki pomiarów brył fotometrycznych światłości

Na podstawie wyników fotometrowania wszystkich badanych lamp do dalszych pomiarów brył fotometrycznych opraw oświetleniowych wybrano kilka źródła światła. Podstawą wyboru były różnice w kształtach brył fotometrycznych względem żarówki tradycyjnej. Na rysunku 6 pokazano krzywe światłości źródeł światła zastosowanych w dalszych pomiarach.



Rys. 6. Krzywe światłości lamp: a – ZAR–1, b – HAL–1 , c – LED–3

6. ANALIZA I WNIOSKI Z PRZEPROWADZONYCH BADAŃ

6.1. Ocena deklaracji producentów oraz spełnienia wymagań normatywnych

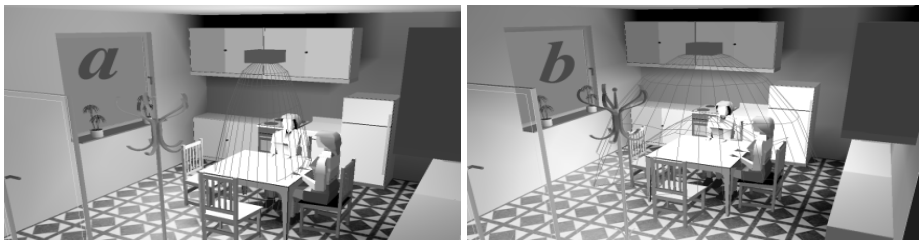
Na podstawie wyników uzyskanych zgodnie z zaleceniami normatywnymi [3, 4, 5] i porównania z deklarowanymi przez producentów można stwierdzić, że wszystkie źródła światła spełniają kryterium maksymalnej mocy znamionowej. Pozostałe analizowane kryteria nie były spełnione przez wszystkie źródła światła. Deklarowanej wartości temperatury barwowej oraz wskaźnika odda-

wania barw nie uzyskano w trakcie pomiarów dla lampy SWK–4 i LED–6. Deklarowanych wartości mocy równoważnej nie uzyskano dla 6 lamp o oznaczeniach: SWK–1, SWK–2. LED–2, LED–5, LED–6, a klasy efektywności energetycznej dla jednej lampy – LED–2. Kryterium minimalnej wartości strumienia świetlnego nie spełniały źródła światła o oznaczeniach SWK5, SWK–6, LED–5 i LED–6, kryterium nagrzewania się lampy do określonej wartości strumienia ustalonego nie spełnia lampa SWK–1, a wymaganej przez rozporządzenie [4] wartości współczynnika mocy nie posiadła lampa LED–6.

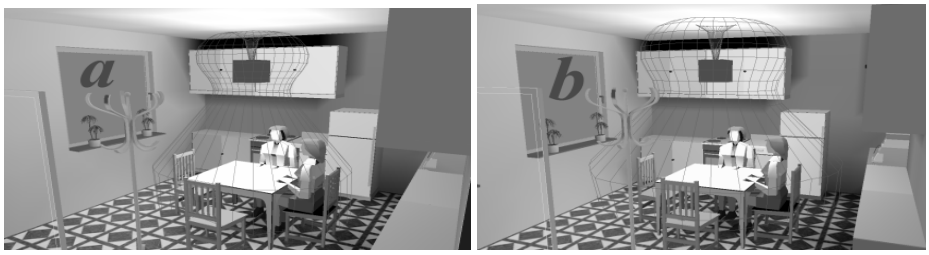
Spełnienie wszystkich analizowanych parametrów względem deklaracji producenta, zapisów odpowiednich rozporządzeń oraz norm oświetleniowych uzyskano w przypadku 4 źródeł światła: ZAR–1 , HAL–1 , SWK–3 , LED–1 i LED–3.

6.2. Analiza efektu oświetleniowego na podstawie symulacji komputerowej

Po przeprowadzeniu kompleksowych badań lamp: żarówek, świetlówek kompaktowych i lamp LED do symulacji komputerowej wytypowano: ZAR–1 , HAL–1, SWK–3 , LED–1 i LED–3. Dla tych źródeł światła, pracujących w dwóch różnych oprawach oświetleniowych wykonano obliczenia parametrów oświetleniowych na tych samych powierzchniach oświetlanych. Zasymulowano oświetlenie jednego z pomieszczeń domowych, w którym możliwe byłoby zastosowanie analizowanych opraw oświetleniowych. Na jej podstawie otrzymano wizualizacje, których przykłady zaprezentowano na rysunkach 7 i 8. Wyniki obliczeń zamieszczone w tablicy 6.1.



Rys. 7. Wizualizacja z oprawą o rozsyle bezpośrednim z lampami: a– ZAR–1, b– LED–1



Rys. 8. Wizualizacja z oprawą o rozsyle bezpośrednio/pośrednim z lampami:
a– ZAR–1, b– LED–1

Tabela 6.1. Zestawienie wyników obliczeń parametrów oświetleniowych

Typ oprawy	Typ źródła	Pole zadania $E_{śr}/ U_o$		Bezpośrednie. otoczenie $E_{śr}/ U_o$		Tło $E_{śr}/ U_o$		UGR	Moc na m^2
		[lx]	[–]	[lx]	[–]	[lx]	[–]	[–]	[W/m^2]
Oprawa z rozsyłem bezpośr	ZAR–1	340	0,69	137	0,4	27,3	0,35	< 13,1	6,25
	HAL–1	382	0,60	135	0,36	26,6	0,37	< 12,6	5,12
	SWK–1	120	0,95	98	0,73	41,7	0,43	< 21,0	1,46
	LED–1	99,6	0,94	106	0,82	45,4	0,33	< 19,3	1,15
	LED–3	181	0,89	142	0,6	52,1	0,39	< 20,0	0,79
Oprawa z rozsyłem bezpośr/pośr	ZAR–1	136	0,91	109	0,69	38,6	0,42	< 11,7	6,25
	HAL–1	111	0,94	99	0,74	10,1	0,44	< 11,9	5,12
	SWK–1	122	0,90	97	0,76	47	0,45	< 13,8	1,46
	LED–1	120	0,89	93	0,77	44,9	0,41	< 12,9	1,15
	LED–3	203	0,86	142	0,69	46,8	0,25	<13,8	0,79

6.3. Wnioski z otrzymanych wyników

Na podstawie wyników przeprowadzonych pomiarów można stwierdzić, że wymiana żarówek tradycyjnych na świetlówki kompaktowe i lampy LED (o tych samych deklarowanych parametrach), z punktu widzenia oszczędności energii elektrycznej jest korzystna i wskazana. Jeżeli jednak przyjrzymy się rozsyłowi strumienia świetlnego tych źródeł w różnych oprawach oświetleniowych, to okazuje się, że wszystko zależy od typu oprawy i źródła światła. Dla opraw oświetleniowych o rozsyłach bezpośrednich, gdzie strumień świetlny lampy odbija się od wewnętrznej powierzchni oprawy, pełniącej funkcję odbłyśnika, to wyższe wartości natężenia oświetlania uzyskuje się dla źródeł światła, które znaczną część strumienia świetlnego mają wypromieniowaną w kierunku odbłyśnika np. żarówka halogenowa (HAL–1) i dopiero po odbiciu kierowaną na oświetlaną płaszczyznę. Natomiast w przypadku opraw przeświecalnych, wyższe wartości natężenia oświetlani pod samą oprawą uzyskuje się w przypadku lamp, które większą część strumienia świetlnego mają wypromieniowaną w dolna półprzestrzeń np. lampa LED–3.

7. PODSUMOWANIE

Obecnie z rynku oświetleniowego wycofane zostały już żarówki głównego szeregu, niedługo też to samo spotka żarówki halogenowe. Co prawda na półkach sklepowych można znaleźć żarówki, które po niewielkich zmianach konstrukcyjnych sprzedawane są jako specjalne, ale ze względu na niską efektywność energetyczna tych źródeł światła konsumenci wybierają świetlówki kom-

paktowe lub lampy LED, reklamowane przez producentów jako bezpośrednie zamienniki żarówek. Nie mnie jednak wyniki przeprowadzonych badań pokazują, że nie wszystkie deklarowane przez producentów zamienniki mogą w każdym przypadku zastąpić tradycyjne żarówki. Nawet te, które mają bardzo dobre parametry fotometryczne, elektryczne i kolorymetryczne, nie w każdej oprawie pozwolą na uzyskanie przynajmniej takich samych parametrów na oświetlanych powierzchniach, gdyż o równoważności oświetleniowej każdej zamiany decyduje kształt bryły fotometrycznej lampy oraz konstrukcja oprawy oświetleniowej.

Badania zostały przeprowadzone na pojedynczych egzemplarzach i nie można na tej podstawie jednoznacznie ocenić poszczególne lampy, ale na podstawie badań bryły fotometrycznej można z dużym prawdopodobieństwem dokonać oceny w tym zakresie. Ponadto, na podstawie przeprowadzonych badań, można stwierdzić, że nie ma na rynku uniwersalnej lampy LED, czy też świetlówki kompaktowej, ale jest wiele, które doskonale sprawdzają się z konkretnym rozwiązaniem konstrukcyjnym danej oprawy oświetleniowej.

LITERATURA

[1] Rozporządzenie Komisji (UE) 2015/1428 z dnia 25 sierpnia 2015 r. zmieniające rozporządzenie Komisji (WE) nr 244/2009 oraz rozporządzenie Komisji (WE) nr 245/2009 oraz uchylające dyrektywę 2000/55/WE Parlamentu Europejskiego i Rady oraz rozporządzenie Komisji (UE) nr 1194/2012.

[2] Szwedek St., Ocena parametrów fotometrycznych, kolorymetrycznych i elektrycznych bezkierunkowych źródeł światła do użytku domowego, Praca dyplomowa magisterska, Instytut Elektrotechniki i Elektroniki Przemysłowej , Politechnika Poznańska, Poznań, 2016.

[3] 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.

[4] 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.

[5] Rozporządzenie 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

[6] PN – EN 60064:2002: Żarówki z żarnikiem wolframowym do użytku domowego i podobnych ogólnych celów oświetleniowych – Wymagania funkcjonalne.

[7] PN – EN 60357:2003: Żarówki halogenowe – Wymagania funkcjonalne.

[8] PN – EN 60969:2002: Lampy samostatecznikowe do ogólnych celów oświetleniowych. Wymagania funkcjonalne.

[9] PN – EN 62612:2013: Lampy samostatecznikowe LED do ogólnych celów oświetleniowych na napięcie zasilające> 50 V.

EVALUATION OF PHOTOMETRIC, COLORIMETRIC AND ELECTRICAL PARAMITERS OF SELECTED REPLACEMENT INCANDESCENT LAMPS 100 W

In the laboratory of the Institute of Electrical Engineering and Electronics of the Poznań University of Technology carried out the initial study of photometric, colorimetric and electrical parameters selected non–directional household lamps. According to the manufacturer's declaration, these sources are the replacements of traditional incandescent 100W. The article presents the results of measurements and their evaluation in accordance with the requirements of the relevant European Union regulations and standards in question. It was analyzed the possibility of the use of halogen lamps, compact fluorescent lamps and LED lamps as direct replacements for incandescent lamps in selected lighting applications.

(Received: 05. 02. 2017, revised: 15. 02. 2017)