

## Pomiar i ocena wybranych parametrów bezkierunkowych lamp do użytku domowego

**Streszczenie.** Podstawowe wymagania stawiane bezkierunkowym lampom do użytku domowego zawarte są w rozporządzeniach Komisji Wspólnoty Europejskiej. Zwykle jednak weryfikacji podlegają tylko parametry początkowe. Parametry eksploatacyjne, ze względu na długi czas trwania pomiarów, nie są każdorazowo kontrolowane. W artykule zaprezentowano wyniki badań parametrów początkowych oraz współczynnika utrzymania strumienia świetlnego, po określonym czasie eksploatacji, wybranych bezkierunkowych lamp do użytku domowego.

**Abstract.** The basic requirements for non-directional household lamps are set out in Commission Regulations of the European Community. Usually only the initial parameters are verified. Operational parameters, due to the long duration of measurements, are not always controlled. The article presents the results of the initial parameters and lamp lumen maintenance factor, after a specified operational time, of selected non-directional household lamps (**Measurement and evaluation of selected parameters for non-directional household lamps**).

**Słowa kluczowe:** Parametry fotometryczne i elektryczne lamp, bezkierunkowe lampy do użytku domowego, eksploatacyjny spadek strumienia świetlnego lamp, współczynnik utrzymania strumienia świetlnego.

**Keywords:** Photometric and electric parameters of lamps, non-directional household lamps, operating luminous flux, lamp lumen maintenance factor.

### Wstęp

Ze względu na zmiany klimatyczne, powodowane między innymi przez emisję do atmosfery gazów cieplarnianych, koniecznością ostatnich lat stało się dążenie do ograniczenia zużycia energii elektrycznej. Ograniczenie to jest realizowane przede wszystkim poprzez opracowanie i wprowadzenie do użytku nowych, energooszczędnych urządzeń i produktów. Proces ten wyraźnie można zaobserwować w obszarze oświetlenia gospodarstw domowych. Począwszy od 1 września 2009 w krajach Unii Europejskiej rozpoczęto wycofywania z rynku mało efektywnych energetycznie źródeł żarowych. Jako pierwsze wycofano żarówki tradycyjne – żarówki głównego szeregu [1]. W dalszej kolejności przewiduje się wycofanie także żarówek halogenowych [2].

Obecnie, w miejsce żarówek tradycyjnych użytkownik oświetlenia domowego ma możliwość zastosowania żarówek halogenowych, świetlówek kompaktowych oraz lamp LED. Oferta handlowa jest bardzo szeroka i zróżnicowana, zarówno, co do rodzajów lamp, jak i ich ceny. Zwykle użytkownik, podczas zakupu lampy, kieruje

się ceną oraz parametrami podanymi na opakowaniu. Niestety wszystkie parametry znajdujące się na opakowaniu produktu są deklaracją producenta i nie zawsze odpowiadają parametrom rzeczywistym. Z jednej strony, fakt ten wynika z naturalnego zjawiska, jakim jest rozrzut produkcji, i jeżeli parametry mieszczą się w wymaganych zakresach, to jest to dopuszczalne, a z drugiej strony, może to być spowodowane brakiem wiedzy lub nierzetelnością producentów lub importerów.

Podstawowe wymagania fotometryczne, kolorymetryczne, elektryczne oraz użytkowe, jakie muszą spełniać lampy do użytku domowego, oraz informacje jakie powinny znaleźć się na opakowaniu produktu, a także sposób ich weryfikacji, zawarte są w rozporządzeniach Komisji Wspólnoty Europejskiej [1, 2, 3, 4]. Niektóre wymagania opisane są także w normach przedmiotowych [5, 6, 7, 8].

Obecnie obowiązujące wymagania [1, 3], w zakresie analizowanych w trakcie badań parametrów początkowych, zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1. Zestawienie wybranych wymagań stawianych bezkierunkowym lampom do użytku domowego [1,3]

Lp.	Parametr podlegający weryfikacji	Rodzaj źródła światła		
		Żarówki	Świetłówki kompaktowe	Lampy LED
1	Czas zapłonu	<0,2 s	<1,5 s dla $P < 10$ W <1,0 s dla $P \geq 10$ W	<0,5 s
2	Czas nagrzewania się lampy do do 60% $\phi$ dla żarówek i świetlówek i 95% dla lamp LED	$\leq 1$ s	<40 s lub <100 s dla świetlówek amalgamatowych	<2 s
3	Współczynnik mocy lampy	$\geq 0,95$	$\geq 0,55$ dla $P < 25$ W	>0,5 dla $5$ W < $P \leq 25$ W
4	Wskaźnik oddawania barw	-	$\geq 80$	$\geq 80$
5	Strumień świetlny lampy odpowiadający mocy równoważnej 60W żarówki tradycyjnej	702 lm (dla żarówek halogenowych)	741 lm	806 lm

Wartości wskaźnika efektywności energetycznej (EEI) stosowane do oceny klasy efektywności energetycznej lamp zestawiono w tabeli 2. Szczegółowy sposób wyznaczania wskaźnika efektywności energetycznej zawiera rozporządzenie Komisji Wspólnoty Europejskiej nr 874/2012 z dnia 12 lipca 2012 r. [4].

Wymagania norm [5, 6, 7, 8] w odniesieniu do deklarowanej znamionowej wartości strumienia świetlnego oraz mocy znamionowej (początkowej) podano w tabeli 3.

Wycofane z rynku źródła żarowe charakteryzowały się nie tylko niską efektywnością energetyczną, ale także dużo gorszymi, w stosunku do pozostałych lamp, parametrami eksploatacyjnymi. Wymagania dotyczące utrzymania strumienia świetlnego w trakcie eksploatacji dla danego rodzaju lampy zestawiono w tabeli 4.

Tabela 2. Wartości wskaźnika efektywności energetycznej (EEI) stosowane do oceny klasy efektywności energetycznej lamp [4]

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

Tabela 3. Wymagania norm [5, 6, 7, 8] w odniesieniu do deklarowanej wartości strumienia świetlnego oraz mocy znamionowej (początkowej)

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

Tabela 4. Wymagania dotyczące parametrów funkcjonalnych lamp do użytku domowego [1, 3]

Rodzaj źródła światła	Minimalna wartość strumienia świetlnego w procentach wartości deklarowanej
Żarówka	$\geq 85\%$ przy 75% znamionowej trwałości
Świetlówka kompaktowa	po 2000 h $\geq 88\%$ , $\geq 0,83\%$ dla świetlówek amalgamatowych, po 6000h $\geq 70\%$
Lampa LED	po 6000h $\geq 80\%$

Tabela 5. Podstawowe parametry badanych źródeł światła

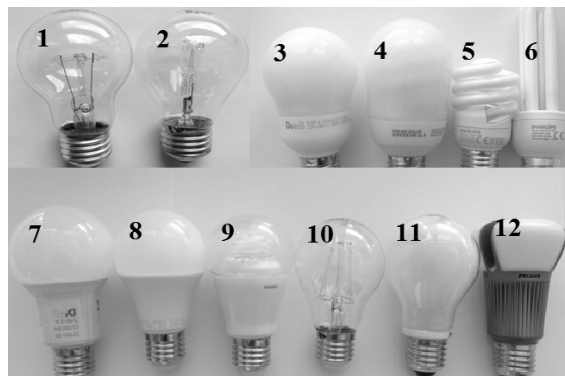
Nr źródła światła	$P$	Moc równoważna	$\Phi$	$T_b$	$R_a$	$\tau$	$t_{60\% \Phi}$ lub $t_{95\% \Phi}$	$\lambda$	Klasa efektywności energetycznej	Cena
	[W]	[W]	[lm]	[K]	[-]	[h]	[s]	[-]		[zł]
1	60	60	600	-	100	1 000	0	1	E	1,99
2	46	60	700	2 700	100	2 000	0	1	D	6,76
3	15	63	799	2 700	$\geq 80$	10 000	80	-	A	18,76
4	14	60	740	2 500	$> 81$	10 000	100	0,5	A	25,99
5	12	68	741	2 700	81	6 000	5-40	0,6	A	13,64
6	14	60	856	2 700	81	6 000	5-40	0,6	A	13,64
7	9	60	806	3 000	-	25 000	$< 1$	-	A	29,98
8	10	60	806	3 000	-	15 000	0	-	A+	7,99
9	10	60	806	2 700	80	15 000	0	0,5	A+	29,98
10	7,5	60	806	2 700	$> 80$	15 000	0	0,5	A+	41,50
11	7	60	806	2 700	$> 80$	10 000	0	-	A++	28,18
12	12	60	806	2 700	80	25 000	0	0,5	A	176,46

Weryfikacja wszystkich wymagań zawartych w rozporządzeniach [1, 3, 4] jest długotrwała i czasochłonna, tak więc zwykle ogranicza się tylko do oceny parametrów początkowych [9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. Niemnie jednak, w laboratorium Zakładu Techniki Świetlnej i Elektrotermii Politechniki Poznańskiej przeprowadzono kompleksowe badania, obejmujące zarówno ocenę parametrów początkowych, jak i eksploatacyjnego spadku strumienia świetlnego. W pierwszej kolejności sprawdzeniu podlegały następujące parametry: czas zapłonu lampy  $t$  [s], czas nagrzewania się lampy do określonej wartości strumienia świetlnego  $t_{x\% \Phi}$  [s], początkowy strumień świetlny  $\Phi$  [lm], początkowa moc czynna  $P$  [W], współczynnik mocy  $\lambda$  [-], wskaźnik oddawania barw  $R_a$  [-], temperatura barwowa  $T_b$  [K], klasa efektywności energetycznej. Dodatkowo zmierzono także moc bierną  $Q$  [var].

## Przedmiot i zakres badań

Objektami badań były ogólnodostępne na rynku żarówka halogenowa, świetlówki kompaktowe oraz lampy LED, będące zamiennikami tradycyjnej żarówki 60 W na napięcie sieciowe. Ponadto, dla porównania parametrów, przebadano także żarówkę wstrząsoodporną 60 W (źródło nr 1). Zgodnie z klasyfikacją zawartą w rozporządzeniu nr 244/2009 żarówka wstrząsoodporna jest lampą specjalnego przeznaczenia. Dlatego też jej parametry oceniano zgodnie z deklaracją producenta, wymaganiami normy [5] oraz tylko częścią wymagań zawartych w rozporządzeniach [1, 4].

Wygląd badanych źródeł światła pokazano na rysunku 1, parametry badanych źródeł światła znajdujące się w opakowaniach zestawiono w tabeli 5.



Rys. 1. Wygląd badanych źródeł światła (1, 2 – lampy żarowe, 3-6 – świetlówki kompaktowe, 7-12 – lampy LED)

Na podstawie wartości początkowej strumienia świetlnego sprawdzono wymogi dotyczące skuteczności świetlnej badanych lamp. Ocenę przeprowadzono zgodnie z wymaganiami rozporządzenia [1] oraz zmianami zawartymi w rozporządzeniu [2]. Zgodnie z procedurą opisaną w rozporządzeniu [1] obliczono maksymalną moc lampy  $P_{max}$  [W] dla zmierzonej wartości strumienia świetlnego. Dla porównania obliczono skuteczność świetlną każdej lampy  $\eta$  [lm/W].

Następnie przystąpiono do pomiarów eksploatacyjnych. Ze względu na dużo niższe trwałości źródeł żarowych pomiary wykonano dla 100, 200, 400, 600, 800, 1000 godzin świecenia, a dla świetlówek kompaktowych i lamp LED, posiadających trwałość przynajmniej kilka lub kilkanaście razy większą, dla 1000, 2000, 3000, 4000, 5000 i 6000 godzin pracy.

Pomiary parametrów fotometrycznych i elektrycznych wykonano na stanowisku pomiarowym, w skład którego wchodziła kula Ulbrichta, zasilacz PCR 2000M firmy KJKUSUI, analizator mocy Norma 400 firmy Fluke, fotometr LMT PHOTOMETER B510 z ogniwnem skorygowanym do  $V(\lambda)$  oraz komputerem z odpowiednim oprogramowaniem.

Parametry kolorymetryczne zmierzone zostały spektrofotometrem X4 Light Analyzer firmy Gigahertz – Optik współpracujący z komputerem. Do zasilenia źródeł światła użyto zasilacza PCR 500M firmy KJKUSUI. Pomiary wykonano na ławie fotometrycznej znajdującej się w ciemni fotometrycznej.

## Wyniki badań

Wyniki pomiarów badanych parametrów zamieszczono w tabeli 6.

W tabeli 7 zestawiono porównanie wyznaczonych wartości strumienia świetlnego, mocy czynnej oraz skuteczności świetlnej z wymaganiami zawartymi w odpowiednich aktach prawnych.

Eksploatacyjne zmiany strumienia świetlnego badanych lamp zestawiono w tabeli 8 oraz przedstawiono na rysunkach 2 i 3.

W tabeli 9 zamieszczono porównanie wyznaczonych współczynników zachowania strumienia świetlnego z wymaganiami zawartymi w rozporządzeniach [1, 3].

Tabela 6. Zestawienie wyznaczonych parametrów fotometrycznych, kolorymetrycznych i elektrycznych badanych źródeł światła

Nr badanej lampy	$\Phi$	$P$	$t_{60\% \Phi}$ lub $t_{95\% \Phi}$	$T_b$	$R_a$	$\lambda$	$Q$	Klasa efektywności energetycznej	Obliczona moc równoważna żarówki
	[lm]	[W]	[s]	[K]	[-]	[-]	[var]		
1	558	59,1	0	2 690	99,6	1,00	0	E	..*
2	749	49,1	0	2 840	99,8	1,00	0	D	63
3	700	12,9	92	2 680	83,8	0,59	17,7	A	57
4	706	13,4	44	2 490	82,9	0,60	17,9	A	58
5	827	11,5	14	2 790	82,3	0,60	15,3	A	66
6	884	13,7	13	2 890	80,3	0,61	17,8	A	69
7	927	8,7	0	3 070	84,0	0,59	11,9	A+	67
8	830	9,5	0	2 990	82,1	0,54	14,8	A+	61
9	797	9,8	0	2 680	81,6	0,60	13,1	A+	59
10	819	7,5	0	2 790	81,7	0,61	9,7	A+	61
11	736	6,7	0	2 730	81,4	0,57	9,7	A+	56
12	889	10,8	0	2 670	80,6	0,76	9,2	A+	65

\* - nie podlegało ocenie

Tabela 7. Porównanie wyznaczonych parametrów z wartościami wymaganymi przez odpowiednie akty prawne [1, 2, 5, 6, 7, 8]

Nr badanej lampy	$\Phi$	$\Phi_{min}$	$P$	$P_{max}^*$	$P_{max}^{**}$	$\eta$	$\eta_{dek}$
	[lm]	[lm]	[W]	[W]	[W]	[lm/W]	[lm/W]
1	558	570	59,1	62,4	38,5	9	10
2	749	630	49,1	49,7	48,6	15	15
3	700	719	12,9	17,3	13,6	54	53
4	706	666	13,4	16,1	13,6	53	53
5	827	667	11,5	13,8	15,4	72	62
6	884	770	13,7	16,1	16,2	65	61
7	927	725	8,7	10,4	16,9	107	90
8	830	725	9,5	11,5	15,5	87	81
9	797	725	9,8	11,5	15,0	81	81
10	819	725	7,5	8,6	15,3	109	107
11	736	725	6,7	8,1	14,1	110	115
12	889	725	10,8	13,8	16,3	82	67

\* - moc maksymalna wg wymagań norm [5, 6, 7, 8]

\*\* - moc maksymalna wg wymagań rozporządzeń [1, 2]

Tabela 8. Zmiany strumienia świetlnego badanych lamp w trakcie eksploatacji

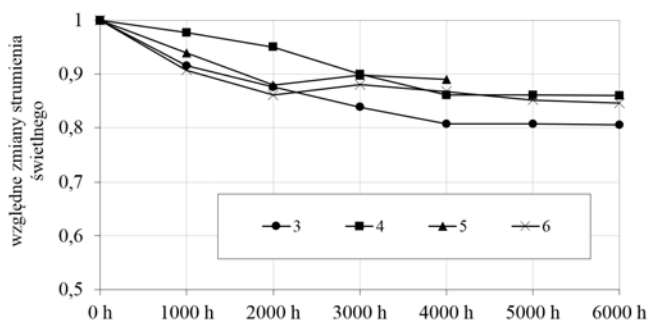
Czas świecenia w godzinach	Nr badanej lampy											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0	558	749	700	706	827	884	927	830	797	819	736	889
100	556	733	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
200	545	722	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
400	542	702	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
600	536	689	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
800	521	668	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1000	520	664	641	690	777	802	906	651	758	776	655	884
2000	-	-	613	671	727	761	891	611	742	740	608	874
3000	-	-	587	635	743	778	889	608	753	721	589	885
4000	-	-	565	608	736	767	874	597	732	667	552	872
5000	-	-	565	608	..*	753	874	595	731	641	551	872
6000	-	-	564	607	-	748	872	594	731	607	551	870

\* - źródło światła zostało uszkodzone mechanicznie

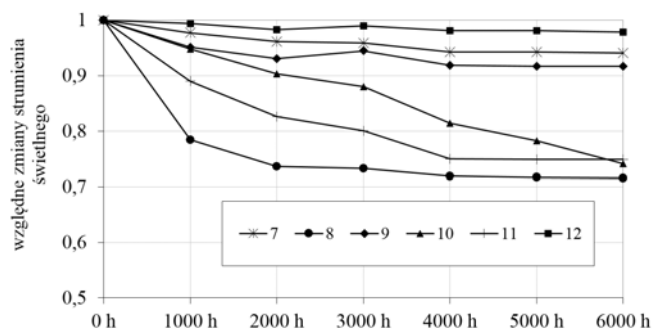
Tabela 9. Porównanie wyznaczonych współczynników utrzymania strumienia świetlnego z wymaganiami zawartymi w rozporządzeniach [1, 3]

Nr źródła światła	Wymagane wartości współczynnika strumienia świetlnego	Wartość współczynnika strumienia świetlnego wyznaczona w trakcie badań
1	≥ 85% przy 75% znamionowej trwałości	93%
3	po 2 000h ≥83% dla świetlówek z drugą bańką po 6000h ≥70%	88%
4	po 2 000h ≥83% dla świetlówek z drugą bańką po 6000h ≥70%	81%
5	po 2 000h ≥ 88% po 6000h ≥70%	95%
6	po 2 000h ≥ 88% po 6000h ≥70%	86%
7	po 2 000h ≥ 88% po 6000h ≥70%	91%
8	po 2 000h ≥ 88% po 6000h ≥70%	91% *-
9	po 2 000h ≥ 88% po 6000h ≥70%	89%
10	po 2 000h ≥ 88% po 6000h ≥70%	85%
11	po 6000h ≥80%	94%
12	po 6000h ≥80%	72%
	po 6000h ≥80%	92%
	po 6000h ≥80%	74%
	po 6000h ≥80%	75%
	po 6000h ≥80%	98%

\*- lampa uległa uszkodzeniu mechanicznemu w trakcie pomiarów



Rys.2. Eksploatacyjny spadek strumienia świetlnego świetlówek kompaktowych



Rys.3. Eksploatacyjny spadek strumienia świetlnego lamp LED

### Analiza uzyskanych wyników

Przeprowadzone pomiary wykazały konieczność weryfikacji zarówno parametrów początkowych, jak i parametrów eksploatacyjnych źródeł światła. O ile parametry początkowe większości badanych lamp były zgodne z deklaracjami producentów, tak w przypadku współczynników utrzymania strumienia świetlnego, szczególnie lamp LED, wykazano niezgodności.

Parametry początkowe, takie jak moc czynna czy strumień świetlny, oceniane na podstawie wymagań norm przedmiotowych, w większości przypadków były zgodne z deklaracjami producentów. Jedynie żarówka

wstrząsoodporna oraz świetlówka kompaktowa nr 3 posiadały niższą wartość początkowego strumienia świetlnego, niż wymagały tego odpowiednie zapisy norm [5, 7].

Mimo spełnienia przez wszystkie lampy wymagań polskich norm, dotyczących dopuszczalnej mocy lamp, moc żarówki halogenowej wyznaczona w trakcie pomiarów nie spełniała wymagania związanego z kryterium oceny skuteczności świetlnej [1,2]. Procedura oceny skuteczności świetlnej na podstawie mocy maksymalnej jest wymogiem zapisanym w rozporządzeniach Komisji Wspólnoty Europejskiej, ale na przykładzie żarówki halogenowej widać, że mimo, iż lampa ta nie spełnia tego kryterium oceny wg zapisów rozporządzenia [1], to wartość skuteczności świetlnej deklarowanej oraz obliczonej na podstawie wyników pomiarów jest taka sama, a więc źródło światła spełnia deklarację producenta. W przypadku lampy LED nr 11, sytuacja jest odwrotna. Lampa ta spełnia wymagania rozporządzenia [1], w odniesieniu do wartości mocy maksymalnej, ale wyznaczona wartość skuteczności świetlnej jest niższa od deklarowanej o ok. 5%. Moc maksymalna żarówki wstrząsoodpornej, mimo iż została wyznaczona i wynosiła 38,5 W, to nie podlegała ocenie, gdyż jest to źródło specjalne i wymóg ten nie ma w stosunku do niego zastosowania.

Wszystkie badane źródła światła spełniały wymagania rozporządzeń [1, 3] dotyczące współczynników mocy, mimo iż posiadały stosunkowo niskie wartości.

Ocena mocy biernej wykazała, różnice w tym zakresie pomiędzy badanymi lampami. Moc biernej pobieranej przez świetlówki kompaktowe była średnio o ok. 50% wyższe, niż w przypadku lamp LED, i wynosiła od 17,9 var do 15,3 var, a lamp LED od 14,8 var do 9,2 var.

Także wszystkie badane źródła światła spełniały wymagania rozporządzeń [1, 3] w zakresie minimalnych wartości wskaźnika oddawania barw.

Wyznaczone temperatury barwowe również były zgodne z deklaracjami producenta. Maksymalna różnica wynosi ok. 9 %, ale nadal wartość ta odpowiada cieplej barwie światła określonej na podstawie [16].

Czasy nagrzewania wszystkich źródeł także spełniały wymagania zawarte w rozporządzeniach [1, 3]. Ponadto wszystkie źródła światła posiadały wymagany czas zapłonu.

W przypadku deklarowanych klas efektywności energetycznej, nie w każdym przypadku spełnione były deklaracje producentów. Niezgodność występowała w 3 przypadkach (źródła nr 7, 11, 12), ale w dwóch z nich (nr 7 i 12) wyznaczono wyższe wartości niż deklarowane, co jest korzystne dla użytkownika, a tylko dla źródła nr 11 uzyskano w trakcie badań niższą klasę efektywności energetycznej niż deklarował producent.

Kontynuowanie pomiarów pozwoliło na wyznaczenie współczynników zachowania strumienia świetlnego badanych lamp i ich ocenę zgodnie z wymaganiami odpowiednich rozporządzeń.

Współczynnik zachowania strumienia świetlnego żarówki wstrząsoodpornej, mimo iż było to źródło specjalne, był zgodny z wymaganiami dotyczącymi żarówek do użytku domowego. Dla 750 godzin świecenia wyniósł ok. 93% znamionowej wartości strumienia świetlnego, gdzie dopuszczalna wartość 85%. Żarówka halogenowa przepaliła się po 1100 godzinach świecenia, w związku z tym nie możliwe było wyznaczenie współczynnika zachowania strumienia świetlnego, po czasie równym 75% trwałości znamionowej, czyli po 1500 h. Niemnie jednak po 1000 godzinach eksploatacji spadek strumienia świetlnego wynosił 11%, co oznacza, że współczynnik zachowania strumienia świetlnego tej lampy dla 50 % trwałości znamionowej wyniósł tylko 89 %. Wszystkie zbadane

światłówki kompaktowe zachowały wymagane wartości strumienia świetnego zarówno po czasie świecenia wynoszącym 2000 godzin, jak i po 6000 (z wyjątkiem lampy nr 5, która uległa uszkodzeniu mechanicznemu). W przypadku lamp LED, trzy spośród badanych lamp, nie spełniały kryterium oceny, dotyczącego dopuszczalnego spadku strumienia świetnego po 6000 godzin pracy. Były to źródła światła zarówno znanych, jak i mniej znanych producentów. Lampa LED nr 8 charakteryzowała się najszybszym spadkiem strumienia świetnego w czasie eksploatacji. Praktycznie, już po 1000 h posiadała spadek strumienia świetnego wynoszący 22 % wartości początkowej. Niemnie jednak, było to źródło bardzo tanie, jak na lampę LED, i wynik pomiaru nie był zaskoczeniem dla autorów artykułu. Natomiast bardzo dużą stabilność strumienia świetnego w trakcie pracy posiadała lampa LED nr 12. Po 6000 h posiadała spadek strumienia świetnego wynoszący zaledwie 2 %.

### Podsumowanie

Badania parametrów fotometrycznych, kolorymetrycznych, elektrycznych, a także użytkowych przeprowadzone zostały dla ogólnodostępnych na rynku źródeł światła. Do badań wybrano zarówno źródła światła znanych, jak i mniej znanych marek, z różnych przedziałów cenowych. Przeprowadzone pomiary pokazały, że niezależnie od ceny lampy, jak i jej producenta, w większości przypadków, parametry początkowe były zgodne z deklaracjami producentów i wymaganiami odpowiednich aktów prawnych. Gorzej sytuacja wyglądała w przypadku eksploatacyjnego spadku strumienia świetnego, szczególnie dla lamp LED. Przeprowadzone pomiary wykazały, że nie zawsze dobre parametry początkowe przekładały się na dobre parametry eksploatacyjne.

Dokonując całościowej analizy otrzymanych wyników oraz ceny zakupu najkorzystniejszym, dla konsumenta, zamiennikiem tradycyjnej żarówki 60 W byłoby źródło światła nr 9. Niemnie jednak, autorzy artykułu, przy ocenie parametrów badanych lamp, mieli na uwadze fakt, iż badania prowadzone były na pojedynczych egzemplarzach i na ich podstawie nie należy wyciągać wniosków dotyczących całej produkcji badanych źródeł światła.

**Autorzy:** dr inż. Małgorzata Zalesińska, E-mail: [malgorzata.zalesinska@put.poznan.pl](mailto:malgorzata.zalesinska@put.poznan.pl); inż. Julita Zabłocka, E-mail: [julita.zablo@gmail.com](mailto:julita.zablo@gmail.com), dr hab. inż. Krzysztof Wandachowicz E-mail: [krzysztof.wandachowicz@put.poznan.pl](mailto:krzysztof.wandachowicz@put.poznan.pl), Politechnika Poznańska, Instytut Elektrotechniki i Elektroniki Przemysłowej, ul. Piotrowo 3a, 60-965 Poznań.

### 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.
- [2] 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.
- [3] 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.
- [4] 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.
- [5] PN – EN 60064:2002: Żarówki z żarnikiem wolframowym do użytku domowego i podobnych ogólnych celów oświetleniowych – Wymagania funkcjonalne.
- [6] PN – EN 60357:2003: Żarówki halogenowe (oprócz pojazdowych) – Wymagania funkcjonalne.
- [7] PN – EN 60969:2002: Lampy samostatecznikowe do ogólnych celów oświetleniowych. Wymagania funkcjonalne.
- [8] PN – EN 62612:2013: Lampy samostatecznikowe LED do ogólnych celów oświetleniowych na napięcie zasilające > 50 V.
- [9] Zalesińska M., Analiza porównawcza parametrów fotometrycznych i elektrycznych bezkierunkowych źródeł światła do użytku domowego, *Prace Instytutu Elektrotechniki*, Warszawa 2012, zeszyt 255, ISSN-0032-6216, s.161-173.
- [10] Czyżewski D., Zamienniki LED klasycznych żarówek, *Przegląd Elektrotechniczny*, 88 (2012), nr 11a, 123-128.
- [11] Czyżewski D., Zamienniki LED klasycznych żarówek (2), *Przegląd Elektrotechniczny*, 91 (2015), nr. 2, 199-204.
- [12] Tabaka P., Analysis of properties of lighting-optical equivalents of traditional bulbs for dimming, *Light&Engineering*, vol. 23, (2015), n. 1, 79-86.
- [13] Pawlak A., Zalesińska M., Comparative study of light sources for household, *Management Systems in Production Engineering*, 25 (2017), n. 1, 35-41.
- [14] Szvedek St., Zalesińska M., Górczewska M., Ocena parametrów fotometrycznych, kolorymetrycznych i elektrycznych wybranych zamienników żarówek tradycyjnych 100W, *Academic Journals, Electrical Engineering*, Issue 92, (2017), 153-164.
- [15] Zabłocka J., Zalesińska M., Górczewska M., Badanie zmian parametrów eksploatacyjnych wybranych lamp do użytku domowego, *Academic Journals, Electrical Engineering*, Issue 92, (2017), 166-167.
- [16] PN-EN 12464-1:2012 Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach.