

doi:10.15199/48.2015.04.39

Monitoring instalacji oświetlenia drogowego, z zastosowaniem opraw LED, na ulicy Żelaznej w Warszawie

Streszczenie. Diody elektroluminescencyjne są coraz częściej wykorzystywane przy konstruowaniu opraw oświetleniowych. Parametry fotometryczne podawane przez producentów (dystrybutorów) są często niekompletne lub mało wiarygodne. Stąd, w wyniku współpracy Zarządu Dróg Miejskich (ZDM) w Warszawie oraz Zakładu Techniki Świetlnej (ZTS) Politechniki Warszawskiej (PW), powstała idea sprawdzenia jak zachowują się tego typu instalacje w praktycznym zastosowaniu. W Warszawie został wytypowany kolejny odcinek ulicy, na którym zainstalowano testową instalację, wykorzystującą diody elektroluminescencyjne. W latach 2013-2014 pracownicy ZTS na bieżąco monitorowali stan oświetlenia wytypowanej ulicy. Wyniki przeprowadzonych badań zostały zawarte w niniejszym opracowaniu.

Abstract. LEDs are more and more frequently used for luminaire construction. Photometric parameters given by manufacturers (distributors) are neither complete nor reliable. As a result of the cooperation between Municipal Roads Authority (ZDM) in Warsaw and Lighting Division of the Warsaw University of Technology, arose the idea to verify such installations operating in practice. The next part of the trial street with experimental LED luminaires in Warsaw was selected for testing. In 2013-2014, The Lighting Division employees were monitoring the lighting conditions on the streets currently. The results of the investigations were reported in this paper. (**Monitoring of road lighting installation with LED luminaires at Żelazna street in Warsaw**).

Słowa kluczowe: technika świetlna, pomiary oświetlenia drogowego, diody elektroluminescencyjne.

Keywords: lighting technology, street lighting measurements, LEDs.

Wprowadzenie

Obecnie dostrzega się dynamiczny rozwój diod elektroluminescencyjnych. LED-y wkraczają w coraz to nowsze obszary zastosowań.

Dość nowym kierunkiem rozwoju opraw oświetlenia drogowego jest zastosowanie diod elektroluminescencyjnych [7, 8, 9]. Wydaje się to dość obiecujący i przyszłościowy kierunek rozwoju. Parametry techniczne podawane przez producentów nowoczesnych opraw LED są bardzo optymistyczne. Jednakże, czy wszystkie znajdują pokrycie w rzeczywistości. Można znaleźć oferty, gdzie producenci deklarują, że oprawa LED ma sprawność 200% [14] – co jest po prostu niemożliwe. Tego typu oferty można jednak łatwo zweryfikować, poprzez badania fotometryczne w niezależnych instytucjach badawczych.

Poza tym, cały czas brakuje praktycznych doświadczeń eksploatacyjnych opraw LED w dłuższej perspektywie czasowej. Dlatego każde działanie pozwalające na przetestowanie nowoczesnych opraw w warunkach rzeczywistych jest bardzo pożądane. Obecnie można już znaleźć kilka tego typu instalacji testowych [7, 8], które zostały poddane monitoringowi ich podstawowych parametrów oświetleniowych.

Na przestrzeni kilku lat zostało przetestowanych 5 instalacji oświetleniowych w Warszawie (jedna jest w trakcie testów). Monitoring przeprowadzono w wyniku współpracy Zarządu Dróg Miejskich w Warszawie oraz Zakładu Techniki Świetlnej Politechniki Warszawskiej.

W przypadku monitoringu instalacji w Warszawie pomiary wykonywano zgodnie z zaleceniami normalizacyjnymi, przez okres 1 roku, w mniej więcej kwartalnych odstępach czasowych (poza okresem zimy). Zazwyczaj przed instalacją opraw, wykonano ich pomiary fotometryczne i elektryczne w warunkach laboratoryjnych. Na tej podstawie określono możliwość zainstalowania tychże opraw na danym odcinku ulicy (zweryfikowano czy oprawy spełniają wymagania oświetleniowe dla klasy oświetleniowej na danej ulicy). Niestety, w tym przypadku, zleceniodawca (producent opraw) nie zdecydował się na wykonanie tego typu badań. Planowana jest kontynuacja badań do 2015 roku.

Monitoring instalacji oświetleniowych wykorzystujących LED-y na ulicy Żelaznej w Warszawie

Ostatecznie pracownicy ZDM oraz producent opraw

zdecydowali o kolejnym testowym zainstalowaniu opraw oświetleniowych, wyposażonych w diody elektroluminescencyjne, na ulicy Żelaznej w Warszawie. Nowe oprawy TECEO 1, zostały zamontowane w miejsce dotychczasowych klasycznych opraw oświetleniowych, czyli ich rozmieszczenie było narzucone. Instalację oświetleniową stanowiły oprawy oświetleniowe z LED-ami, zaoferowane do testów przez firmę Schreder, która była również producentem opraw. Oprawy zamontowano na ulicy Żelaznej od Al. Jerozolimskich w kierunku ul. Chmielnej. Oprawy na początku (od Al. Jerozolimskich) są w układzie środkowym, a następnie rozmieszczenie opraw zmienia się na dwustronne naprzeciwległe (w tym układzie wykonywano pomiary).

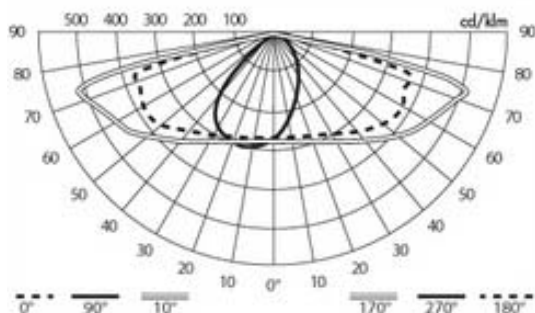


Rys. 1. Widok oprawy oświetleniowej TECEO 1 [13]

Parametry techniczne oprawy oświetleniowej, ulicy oraz rozmieszczenia opraw przedstawiały się następująco:

- producent oprawy: Schreder (Belgia);
- typ zastosowanej oprawy: TECEO 1 (48 LED – zgodnie z rys. 1);
- moc oprawy: 78W [13];
- strumień świetlny oprawy: 7811 lm [13]
- typ drogi: dwujezdniowa, czteropasmowa, dwukierunkowa; z pasem rozdzielającym;
- szerokość jednej ulicy: S = 6 m,
- szerokość pasa ruchu: WL = 3 m,
- szerokość pasa rozdzielającego: 2m;
- system rozmieszczenia latarni: zmienny, na początku środkowy (od Al. Jerozolimskich), później dwustronny naprzeciwległy (na nim wykonywano pomiary);

- odstęp pomiędzy oprawami: $a = 29,8 \text{ m}$;
 - wysokość zawieszenia oprawy: $h = 11 \text{ m}$;
 - wysunięcie opraw nad jezdnię (nawis): około $w = 1,4 \text{ m}$;
 - kąt nachylenia oprawy: około $\sigma = 0^\circ$;
 - oszacowany typ nawierzchni: R3.
- Moc oprawy była uzależniona od ilości modułów LED oraz prąduysterowania. W przypadku opraw zamontowanych na ulicy Żelaznej była to wersja o mocy 78W, z prądemysterowania LED ustawionym na 500mA. W oprawie zastosowano układ optyczny numer 5102. Rozsył światłości oprawy, podawany przez producenta, został przedstawiony na rys. 2.



Rys. 2. Rozsył światłości oprawy oświetleniowej, zainstalowanej na ulicy Żelaznej [13]

Opis metody badań stanu oświetlenia na ul. Karmelickiej

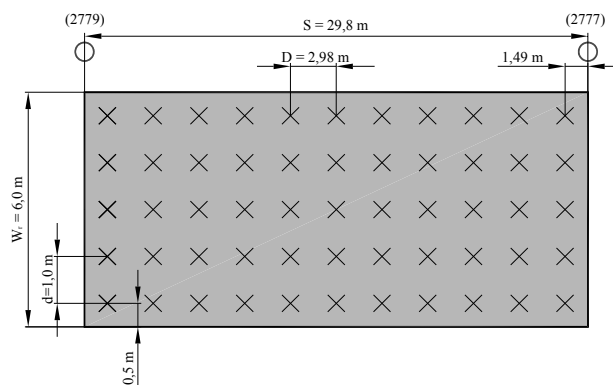
Badany odcinek ulicy (od. Al. Jerozolimskich w kierunku ul. Chmielnej), na którym zainstalowano nowe oprawy oświetleniowe (układ naprzeciwległy), widoczny jest na rys. 3. Na początku ulicy oprawy były zamontowane w układzie środkowym.



Rys. 3. Widok odcinka ul. Żelaznej w dzień

Pomiary stanu oświetlenia ulicy zdecydowano się wykonać w oparciu o zalecenia normy PN-EN 13 201:2007 [4, 6]. Zgodnie z normą wykonywano pomiary, zarówno rozkładu natężenia oświetlenia, jak i rozkładu luminancji na powierzchni jezdni. Moduł pomiarowy przyjęto pomiędzy oprawami o numerach: 2777 i 2779 licząc od Al. Jerozolimskich. Raster pomiarowy został przyjęty zgodnie z normą, tzn. na każdym pasie ruchu, siatka punktów 3×10 .

Pomiary wykonywano luksomierzem, którego głowica fotometryczna posiadała termostatazację (umożliwia to wykonywanie pomiarów także w niskich temperaturach otoczenia - producent LMT). W przypadku luminancji, pomiary wykonano zgodnie z rys. 5. Pole pomiarowe miernika (producent LMT), zgodnie z normą wynosiło $2' \times 20'$. Dodatkowo pomiary wykonano matrycowym miernikiem luminancji (producent LMK), umożliwiającym dokładne określenie rozkładu luminancji na całym badanym polu pomiarowym. Rysunek 4 przedstawia rozmieszczenie punktów pomiarowych dla badanego odcinka pomiarowego.



Rys. 4. Rozmieszczenie punktów pomiarowych przy pomiarach luminancji i natężenia oświetlenia

Wyniki monitoringu stanu oświetlenia

Pomiary wykonywano od kwietnia 2013, w odstępach czasu, narzuconych przez Zleceniodawcę. Ostatecznie pomiary przeprowadzono w kwietniu, listopadzie 2013 r. oraz styczniu i czerwcu 2014 roku. W kwietniu 2013 roku wykonano pełne pomiary luminancji. Zestawienie wyników pomiarów fotometrycznych, dla badanego odcinka pomiarowego, zawiera tabela 1.

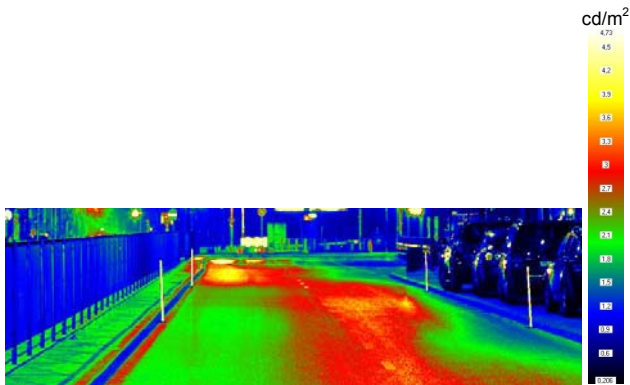
Tabela 1. Zestawienie wyników pomiarów fotometrycznych badanej instalacji oświetleniowej

Rodzaj instalacji oświetleniowej	Data wykonania pomiarów (miesiąc i rok)	Pomiary fotometryczne				
		Luminancja			Natężenie oświetlenia	
		L_{sr}	δ_o	δ_L	E_{sr}	δ_E
		[cd/m^2]	[-]	[-]	[lx]	[-]
Instalacja oświetleniowa typu LED	04.2013	2,4	0,71	0,89	19,7	0,56
	11.2013	-	-	-	20,2	0,57
	01.2014	-	-	-	19,7	0,57
	06.2014	-	-	-	18,8	0,57

Tabela 1 zawiera wyniki pomiarów: luminancji średniej (L_{sr}), ogólnej równomierności luminancji (δ_o), równomierności wzdłużnej luminancji (δ_L), a także średniego natężenia oświetlenia (E_{sr}) oraz jego równomierności (δ_E).

Luminancja średnia, zmierzona klasycznym miernikiem luminancji zgodnie z normą, w trakcie pomiarów w kwietniu 2013 r. wynosiła $L = 2,4 \text{ cd}/\text{m}^2$, przy wysokiej równomierności całkowitej i wzdłużnej.

Dodatkowo na rys. 5 przedstawiono rozkład luminancji na powierzchni jezdni (dla lewej pozycji obserwatora) - obok rysunku przedstawiona jest skala luminancji (w skali pseudokolorów w cd/m^2).



Rys. 5. Rozkład luminancji na ulicy Żelaznej (dla lewej pozycji obserwatora).

Analiza wyników badanego odcinka pomiarowego

Na przestrzeni roku można zauważyć stałość parametrów fotometrycznych badanej instalacji oświetleniowej. Lekki wzrost średniego natężenia oświetlenia (o 2,5%), można tłumaczyć spadkiem temperatury zewnętrznej, gdyż wpływa ona pozytywnie na warunki pracy diod elektroluminescencyjnych. Następnie, w okresie lata 2014, spadek poniżej wartości początkowej, należy tłumaczyć wzrostem temperatury zewnętrznej powyżej temperatury, w której wykonywano pomiary początkowe oraz możliwym zabrudzeniem układów optycznych LED.

Maksymalne natężenie oświetlenia wynosiło 30,1 luksa, natomiast minimalne natężenie oświetlenia wynosiło 10,7 luksa.

W przypadku badanej instalacji oświetleniowej, stwierdzono wysoką równomierność całkowitą luminancji (powyżej 0,7) oraz równie wysoką równomierność wzdłużną (powyżej 0,8). Świadczy to niezwykle pozytywnie o badanej instalacji oświetleniowej.

Podsumowanie

Oprawy oświetleniowe LED są nowym i obiecującym rozwiązaniem technicznym. Mają szereg zalet, ale część rozwiązań posiada również wady. Jak pokazuje doświadczenie, poleganie tylko na danych technicznych podawanych przez sprzedawców opraw oświetleniowych (szczególnie tych nowych na rynku), często prowadzi do błędnych decyzji [14], a zainstalowane oświetlenie jest niezgodne z normami oraz często energochłonne w porównaniu do klasycznych rozwiązań.

Należy pamiętać, że oprawy powinny być projektowane pod dane zastosowanie i dane parametry drogi. Stąd, na przykład, prawidłowo zaprojektowana oprawa parkowa, nie nadaje się do zastosowania w oświetleniu drogowym, a także prawidłowo zaprojektowana oprawa dla drogi dwupasmowej może nie spełnić wymagań oświetleniowych dla drogi trzypasmowej, itp.

Do monitoringu instalacji oświetleniowej wybrano prawidłowy odcinek drogi. Badany odcinek był prosty, bez cieni (brak przeszkadzającego zadrzewienia) oraz nie występowały na nim zaparkowane samochody.

Niestety przed instalacją, oprawy oświetleniowe typu LED nie zostały poddane badaniom laboratoryjnym, przez co nie określono ich faktycznych parametrów fotometrycznych i elektrycznych.

Testową instalację oświetleniową, wykorzystującą diody elektroluminescencyjne, należy ocenić pozytywnie. Zastosowane oprawy spełniają wymagania dla wszystkich klas oświetlenia, tzn. od ME1 do ME6 i potwierdzają

możliwość zastosowania tego typu oprawy na analizowanej ulicy.

Należy zauważyć, że oprawy firmy Schreder spełniają określone wymagania oświetleniowe, przy jednoczesnym znaczącym przewymiarowaniu poziomu średniej luminancji. Analizując wyniki badań, stwierdza się, że możliwe byłoby zwiększenie rozstawu opraw bez znaczącego pogorszenia parametrów oświetleniowych na drodze. Można by również zastosować oprawy o mniejszej mocy, biorąc pod uwagę duży zapas średniej luminancji oświetlenia (przy wymaganej dla tej jezdni na poziomie 1cd/m²).

Zauważono, że badania tego typu można by rozszerzyć na większą ilość instalacji oświetleniowych, zarówno nowych jak i już eksploatowanych. Pozwoliłoby to na weryfikację stanu oświetlenia. Dodatkowo pomiary tego typu, umożliwiłyby dokładne określenie współczynników utrzymania instalacji oświetleniowej w danym mieście (uwzględniając natężenie ruchu pojazdów, warunki środowiskowe - zanieczyszczenie, zabrudzenie opraw, spadek strumienia świetlnego źródeł światła w trakcie eksploatacji, itd.).

Badana instalacja oświetleniowa będzie testowana przez kolejny rok.

LITERATURA

- [1] Żagan W. : Rzetelnie i rozważnie o LED-ach - ocena obecnych i prognoza przyszłych aplikacji oświetleniowych diod elektroluminescencyjnych; Przegląd Elektrotechniczny nr 1/2008, ISSN 0033-2097.
- [2] Czyżewski D. współautor: Komentarz do Polskiej Normy PN-EN 13201:2005 (U) „Oświetlenie dróg”; Polski Komitet Oświetleniowy Stowarzyszenia Elektryków Polskich, ISBN 83-910849-2-2, Warszawa 2006.
- [3] Czyżewski D., Zalewski S.: Laboratorium fotometrii i kolorimetrii; OWPW, Warszawa 2007.
- [4] Czyżewski D.: „Pomiary oświetlenia drogowego - opis wymagań formalnych”, Elektrosystemy 2/2006, ISSN 1509-2100, str. 88-93.
- [5] Polska Norma PN -76/E - 02032 „Oświetlenie dróg publicznych”, PKN; Warszawa 1976 r.
- [6] Polska Norma PN-EN 13201 „Oświetlenie dróg”; PKN, Warszawa 2007 r.
- [7] Czyżewski D.: „Monitoring of the lighting conditions of a street illuminated with road lights equipped with LEDs”, Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033- 2097, R. 86; NR 10/2010;
- [8] Czyżewski D.: Monitoring of the subsequent LED lighting installations in Warsaw”, Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, R.89 NR 7/2013;
- [9] Czyżewski D.: „Oprawy oświetlenia drogowego ze źródłami światła typu LED”, Przegląd Elektrotechniczny, ISSN 0033-2097, 11/2009.
- [10] Fryc I., Pomiary wybranych parametrów świetlnooptycznych LEDów według zaleceń Międzynarodowej Komisji Oświetleniowej CIE 127:2007, Przegląd Elektrotechniczny (Electrical Review), 87 (2009), nr 4
- [11] Wandachowicz K., Domke K., Pomiary wpływu temperatury złącza p-n na parametry fotometryczne i elektryczne diod elektroluminescencyjnych, Przegląd Elektrotechniczny (Electrical Review), 83 (2007), nr 5
- [12] Pracki P.: A proposal to classify road lighting energy efficiency, Lighting Research and Technology, 43, 3/2011, 271-280.
- [13] Strona internetowa firmy Schreder - <http://www.schreder.com>
- [14] Czyżewski D.: Weryfikacja stanu oświetlenia instalacji oświetleniowej, wykorzystującej diody elektroluminescencyjne, w Ząbkach w okolicach Warszawy, XXII Krajowa Konferencja Oświetleniowa Technika Świetlna'2013, I, ISSN 1506-6223.

Autor: dr inż. Dariusz Czyżewski, Politechnika Warszawska, Instytut Elektroenergetyki, Zakład Techniki Świetlnej
E-mail: dariusz.czyzewski@len.pw.edu.pl