

Wpływ geometrii oprawy soczewkowej LED na jej parametry świetlne

Streszczenie. W artykule, na przykładzie soczewkowej oprawy o ograniczonym rozsyłe strumienia świetlnego, przedstawiono wyniki symulacji wpływu zmiany typu diody LED na krzywą światłości oprawy oraz wpływu niedokładności montażu na zmianę parametrów świetlnych oprawy. Przeprowadzono pomiary modelu zaprojektowanej oprawy wraz ze zmianą parametrów świetlnych w wyniku niedokładnego montażu elementów układu świetlnooptycznego.

Abstract. In the article the results of stimulations of the influence of changing the type of LED affect on a beam shape of the luminaire and the impact of misalignments on the beam shape are presented. The measurements of the designed luminaire model with the different light distribution parameters due to inaccurate assembly of the light-optical system have been presented. **(Influence of geometry lens LED luminaire on the lighting parameters)**

Słowa kluczowe: dioda LED, oprawa oświetleniowa, soczewka, krzywa światłości

Keywords: LED, luminaire, lens, light distribution

doi:10.12915/pe.2014.02.46

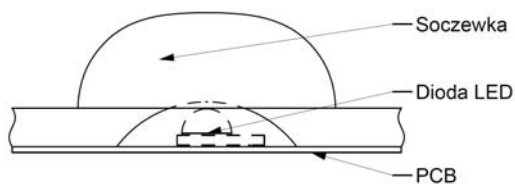
Wstęp

Ostatni okres charakteryzuje się lawinowym wzrostem ilości opraw oświetleniowych z diodami LED o mocy 1-5 W. Tego typu źródła światła charakteryzują się małym polem powierzchni świecącej i bardzo dużą luminancją. Pozwala to projektantom opraw na dość swobodne kształtowanie ich bryły fotometrycznej i minimalizację wymiarów układu świetlnooptycznego oprawy. Należy jednak przy tym pamiętać, że w takich układach optycznych rośnie znaczenie geometrii układu na uzyskiwane krzywe światłości. W artykule został opisany wpływ zmiany typu diody LED na krzywą światłości oprawy oraz wpływ niedokładności montażu układu optycznego na parametry świetlne oprawy.

Teoretyczna (lub symulacyjna) ocena wpływu zmiany typu diody LED na krzywą światłości oprawy została przeprowadzona na podstawie wyników symulacji wykonanych przy użyciu oprogramowania firmy Philips.

Opis układu optycznego poddanego analizie wpływu zmiany typu diody LED na krzywą światłości oprawy

Uproszczony schemat budowy układu optycznego pokazano na rysunku 1. Model układu optycznego składa się z płytki PCB z diodą LED oraz soczewki.



Rys.1. Schemat układu optycznego

Przedstawiona na rysunku 1 soczewka ma dwie osie symetrii. Jedną w C0-C180, a drugą w C90-C270. Soczewka została zaprojektowana do stosowania z źródłem światła Fortimo LED Line (rysunek 2) o strumieniu katalogowym 1110 lm i mocy 8,2 W. Fortimo LED Line jest źródłem światła stosowanym w wewnętrznych oprawach oświetleniowych. Zbudowane jest z płytki PCB o wymiarach 280 mm x 55 mm [1], na której znajdują się trzy rzędy diod LED.

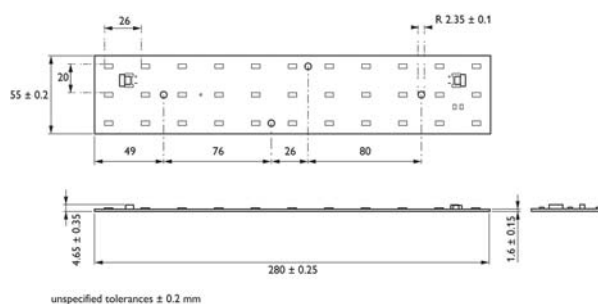
Aby przeanalizować wpływ zmiany diody LED na krzywą światłości oprawy zostały wykonane symulacje dla trzech

różnych diod LED przy zastosowaniu tej samej soczewki oraz płytki PCB.

Symulacje zostały wykonane dla diod:

- Fortimo LED Line
- Luxeon Rabel ES
- Cree XPG

Do przeprowadzenia symulacji zostały wykorzystane pliki rayset dostarczone przez producentów poszczególnych diod LED.

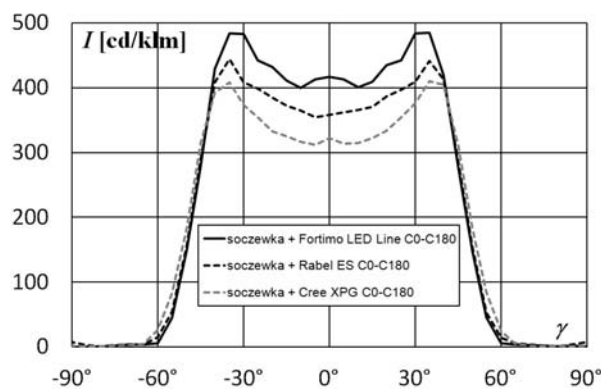


Rys.2. Fortimo LED Line [1]

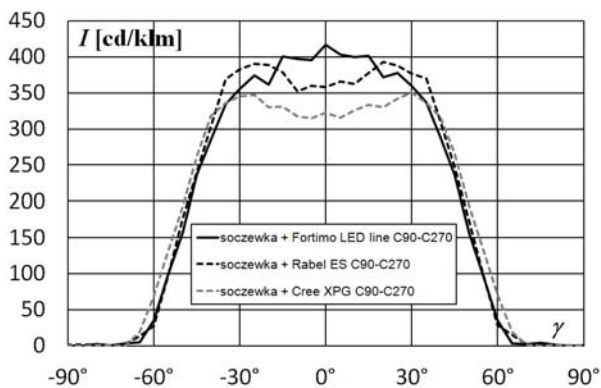
Wszystkie wyniki zostały zaprezentowane w cd/klm oraz z LOR=100%. UGR został określony dla źródła światła o strumieniu 1000lm.

Wyniki symulacji

Na rysunku 3 i 4 zostały zaprezentowane wyniki symulacji w płaszczyźnie C0-C180 oraz C90-C270.



Rys.3. Wyniki symulacji dla różnych diod LED w C0-C180

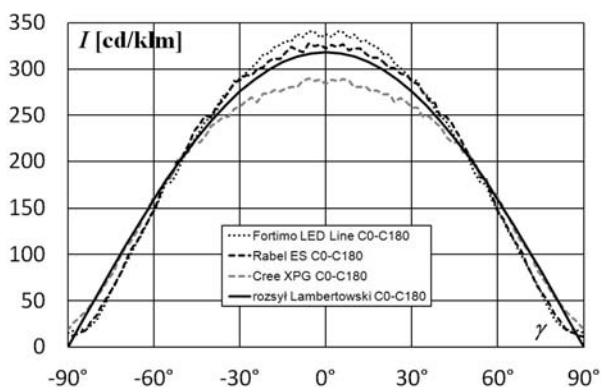


Rys.4. Wyniki symulacji dla różnych diod LED w C90-C270

Jak widać na podstawie powyższych wyników zmiana typu diody LED ma znaczny wpływ na kształt krzywej światłości. W płaszczyźnie C0-C180 zmiane uległy wartości światłości oraz kąt półkowy natomiast położenie maksimum światłości pozostało bez zmian i we wszystkich przypadkach wynosi 35°. Na podstawie analizy rysunku 4 wyraźnie widać, że zmianie uległy nie tylko wartości światłości lecz również kształt krzywej światłości. Dla układu optycznego z Fortimo LED Line maksimum światłości występuje w osi układu, natomiast po zastosowaniu diody Rabel ES, ulega przesunięciu do 20°, a użycie diody Cree XPG przesunęła maksimum aż o 30°. W tabeli 1 zostały przedstawione wyniki poszczególnych parametrów oceny krzywej światłości.

Tabela 1. Wyniki symulacji przeprowadzonych dla trzech różnych typów diod LED

| | soczewka + Fortimo LED Line | soczewka + Rabel ES | soczewka + Cree XPG |
|---------------------|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| Położenie I_{max} | C 195 g 35 | C 30 g 40 | C 30 g 45 |
| I_{max} | 507 cd/klm | 487 cd/klm | 457 cd/klm |
| UGR | 18,7 | 19,0 | 19,9 |
| I_0 | 417 cd/klm | 358 cd/klm | 322 cd/klm |
| 1/2 I_{max} | 2x48° | 2x49° | 2x51° |



Rys.5. Wykresy światłości poszczególnych diod LED

Na podstawie wyników symulacji można zauważyć, że zastosowanie diody Cree XPG powoduje największy spadek światłości maksymalnej jak i osiowej oraz rozszerzenie wiązki świetlnej. Oczywiście ma to wpływ na UGR który dla układu optycznego z diodą Fortimo LED Line i Rabel mieści się w klasie 19 natomiast z diodą Cree jest w klasie 22.

Przyczyną powyższych różnic jest budowa oraz kształt krzywej światłości pojedynczej diody. Na rysunku 5 zostały przedstawione wykresy krzywych światłości pojedynczych diod LED oraz rozsyłu Lambertowskiego.

Zestawienie wartości światłości maksymalnej oraz kątów półkowy poszczególnych diod zawiera tabela 2.

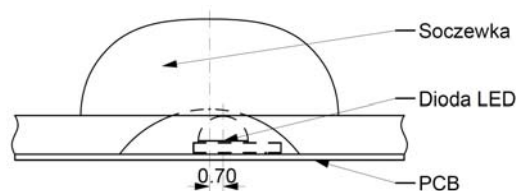
Tabela 2. Światłość osiowa oraz kąt półkowy poszczególnych diod LED

| | Rozsył Lambertowski | Fortimo LED Line | Rabel ES | Cree XPG |
|---------------|---------------------|------------------|------------|------------|
| I_0 | 318 cd/klm | 344 cd/klm | 330 cd/klm | 290 cd/klm |
| 1/2 I_{max} | 60° | 57° | 57° | 63° |

Różnice w rozsyłach poszczególnych diod uwydatniają się po zastosowaniu danej diody z soczewką. Dioda Cree XPG posiada najszerzy rozsył strumienia świetlnego oraz najmniejszą światłość osiową co powoduje najszerzy rozsył oraz najmniejszą światłość osiową oprawy.

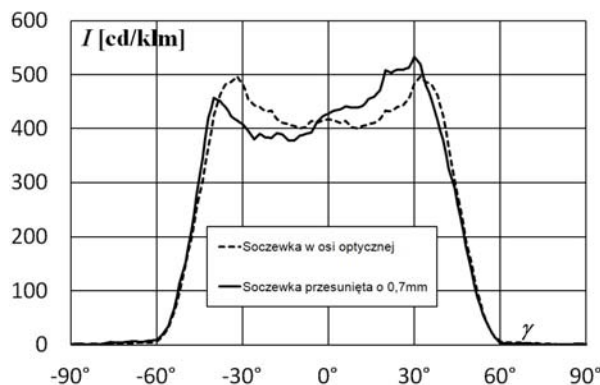
Analiza wpływu niedokładności montażu na parametry świetlne oprawy

Do analizy została wykorzystana wcześniej omawiana soczewka z diodą Fortimo LED Line. Porównane zostały wyniki symulacji jak również wyniki pomiarów fotometrycznych dla dwóch położen soczewki względem diody LED. Pierwsza symulacja oraz pomiar zostały wykonane przy położeniu soczewki w osi optycznej diody LED, a następnie zostały zaprezentowane wyniki symulacji oraz pomiarów dla soczewki przesuniętej o 0,7mm od osi optycznej diody LED w płaszczyźnie C0-C180. Przesunięcie soczewki względem diody LED przedstawione zostało na rysunku 6.



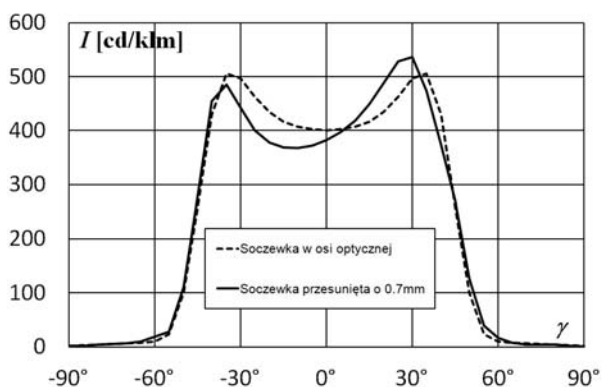
Rys.6. Przesunięcie soczewki o 0,7mm względem osi optycznej diody LED

Na rysunku 7 zostały przedstawione wyniki symulacji dla soczewki znajdującej się w osi optycznej diody jak również po przesunięciu o 0,7mm



Rys.7. Wyniki symulacji dla dwóch położen soczewki względem diody LED

Na rysunku 8 zostały przedstawione wyniki pomiarów fotometrycznych dla dwóch położenia soczewki względem diody LED.



Rys.8. Wyniki pomiarów fotometrycznych dla dwóch położenia soczewki względem diody LED

Zarówno wyniki symulacji jak i pomiarów fotometrycznych pokazują, że nawet niewielka niedokładność montażu powoduje pojawienie się znacznej asymetrii w rozsyłu oprawy oświetleniowej.

Wnioski

Pojawienie się na rynku diod LED o skuteczności świetlnej przewyższającej skuteczność świetlną świetlówek spowodowało lawinowy wzrost ilości opraw z tym źródłem światła. Wysoka luminancja i małe pole powierzchni obszaru świetlnego źródła światła powoduje, że projektant układu optycznego ma dużą swobodę w kształtowaniu bryły fotometrycznej oprawy. Poprzez zastosowanie soczewki możliwe jest kontrolowanie praktycznie całości strumienia świetlnego emitowanego przez źródło światła. Zastosowanie diody LED jako źródła światła

współpracującego z soczewką wymaga od konstruktora oprawy oświetleniowej zwrócenia szczególnej uwagi na dobór tolerancji współpracujących ze sobą elementów układu optycznego oprawy oświetleniowej. Ważne jest również takie zaprojektowanie sposobu mocowania elementów układu optycznego, które wyeliminuje możliwość powstawania błędów podczas produkcji oprawy.

Obecnie na rynku dostępne są różne rodzaje diod LED oraz soczewek. Może powodować to sytuację w której jedna soczewka będzie współpracowała z różnymi typami diod LED. Bezpośrednia zamiana jednego typu diody LED na inny powoduje zmianę rozsyłu oprawy oświetleniowej. Opisany w artykule układ optyczny ze źródłem Fortimo LED Line został zastosowany w oprawie Maxos LED Industry. Oprawa Maxos LED Industry emituje strumień świetlny 4000 lm przy poborze mocy 34W. Skuteczność świetlna tej oprawy wynosi 114lm/W. Konstruktorzy poprzez precyzyjne określenie tolerancji, dobór materiałów oraz odpowiednio zaprojektowane pozycjonowanie soczewki zminimalizowali ryzyko powstawania asymetrii krzywej światłości oprawy.

LITERATURA

- [1] http://www.ecat.lighting.philips.com//oem/led-systems/led-module-system/fortimo-led-line-system/929000680703_eu/
- [2] Zaremba K., Pawlak A., Soczewki dla opraw z diodami LED o dużej mocy, *Przegląd Elektrotechniczny*, 83 (2007), nr.5, 21-23
- [3] PN-EN 12464-1:2011 *Światło i oświetlenie -- Oświetlenie miejsc pracy -- Część 1: Miejsca pracy we wnętrzach*
- [4] <http://www.philipslumileds.com/>
- [5] <http://www.cree.pl/>

Autor: mgr inż. Andrzej Szymaniuk, Philips Lighting Poland S.A., ul. Chrobrego 8, 11-400 Kętrzyn, E-mail: andrzej.szymaniuk@philips.com; dr hab. inż. Krzysztof Zaremba, Politechnika Białostocka, Wydział Elektryczny, ul. Wiejska 45D, 15-351 Białystok, E-mail: k.zaremba@pb.edu.pl