

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

Wydział Transportu

Zespół Eksploatacji Systemów Trakcyjnych i Wyposażzeń Elektrycznych w Transporcie

GRANT REKTORSKI

**DLA
STUDENCKIEGO KOŁA NAUKOWEGO
ELEKTROTECHNIKI W SYSTEMACH TRANSPORTOWYCH
KNEST**

TEMAT:

**OPRAWA LED DO OŚWIETLENIA PRZEJŚĆ DLA PIESZYCH
ETAP I
PROJEKT, PROTOTYP I BADANIA LABORATORYJNE**

Opiekun:

dr inż. Piotr Tomczuk

Dane kontaktowe:

Wydział Transportu Politechniki Warszawskiej

Gmach Nowej Kreslarni, p.220,

tel.234 -77- 52,

e-mail: ptomeczuk@it.pw.edu.pl

Studenci SKN KNEST

Koordynatorzy projektu:

1. Piotr Dawidwicz
2. Marek Kulesza

Warszawa 2012r.



OPRAWA LED DO OŚWIETLENIA PRZEJŚĆ DLA PIESZYCH

ETAP I PROJEKT, PROTOTYP I BADANIA LABORATORYJNE

Sprawozdanie z realizacji Grantu Rektorskiego

Studenci SKN KNEST

**Warszawa 2012
www.knest.it.pw.edu**

Wstęp

Celem realizacji Grantu Rektorskiego realizowanego przez SKN Elektrotechniki w Systemach Transportowych KNEST była budowa prototypowej oprawy wykorzystującej półprzewodnikowe źródła światła LED dedykowanej do oświetlenia przejść dla pieszych.

Bezspornym priorytetem eksploatacji instalacji oświetlenia drogowego, szczególnie w obszarach silnie zurbanizowanych gdzie występuje wzmożony ruch pieszych jest ograniczenie liczby wypadków w porze nocnej. Badania wykazują, że dobre oświetlenie zmniejsza liczbę wypadków w nocy o 30 ÷ 45 %.

Można wyróżnić trzy czynniki które należy uwzględnić projektując oświetlenie przejścia dla pieszych:

1. Wyróżnienie obszaru przejścia z pośród przestrzeni drogowej o otoczenia,
2. Zapewnienie kierowcy odpowiednich warunków obserwacji pieszego znajdującego się bezpośrednio na przejściu oraz w strefie oczekiwania,
3. Zapewnienie pieszemu odpowiednich warunków obserwacji pojazdu zbliżającego się do przejścia dla pieszych.

W celu realizacji tych wymagań stosuje się oświetlenie uliczne lub dodatkowe oświetlenie usytuowane w pobliżu przejścia dla pieszych. Aby zapewnić w porze nocnej kierowcy pojazdu pełne rozpoznanie geometrii przejścia i możliwość pewnego rozpoznania sytuacji drogowej należy zastosować oprawę o określonym kierunku emisji wiązki świetlnej.

Najkorzystniejsze efekty oświetlenia przejść dla pieszych można uzyskać dzięki zamontowaniu w pobliżu przejścia dla pieszych dodatkowych opraw. Takie rozwiązanie wyraźnie wyróżnia zastosowane oprawy i samo miejsce przejścia dla pieszych. Dobre efekty daje też zastosowanie wysięgników i usytuowanie na ich końcach opraw oświetleniowych. Oprawy oświetleniowe zwykle zawieszane są na wysokości pomiędzy 4,5 a 6m nad jezdnią, w odległości ok. 1-2m przed przejściem dla pieszych. Jednym z zabiegów wyróżniających obszar przejścia dla pieszych jest zastosowanie odmiennej barwy źródła światła. Dla przykładu na ulicach oświetlonych źródłami sodowymi wyróżnienie obszaru przejścia może być zrealizowane za pomocą lamp metalohalogenkowych bądź wykonanych w technologii LED.

W obszarze przejścia dla pieszych ze względu na potrzebę uzyskania wysokich poziomów luminancji pieszego i związane z tym zastosowanie opraw ze źródłami o znaczącym strumieniu świetlnym należy dążyć do unikania olśnienia emitowanego w kierunku kierowców nadjeżdżających

pojazdów. Często ograniczenie olśnienia z jednego kierunku ruchu może skutkować zwiększeniem jego poziomu z kierunku przeciwnego. Takie sytuacje mogą prowadzić do obniżenia percepcji wzrokowej kierowców. Zalecanym rozwiązaniem jest stosowanie opraw o niesymetrycznej bryle światłości oświetlającej sylwetkę pieszego z kierunku ruchu pojazdu oraz stosowanie przysłon ograniczających emisję wiązki świetlnej w kierunkach niepożądanych.

Realizacja funkcji oświetleniowych wiąże się z minimalizacją zużycia energii elektrycznej. W zdecydowanej większości niebezpieczne przejścia dla pieszych znajdują się na obszarach zurbanizowanych lecz istnieją także takie do których doprowadzenie linii zasilającej jest kłopotliwe lub nieopłacalne. W tym przypadku jest możliwość wykorzystania autonomicznych, hybrydowych układów zasilania wykorzystujących ogniwa fotowoltaiczne, generatory wiatrowe wraz z zasobnikiem akumulatorowym. Współpracujące w tym systemie oprawy wykonane są najczęściej w technice LED i stanowią alternatywę dla innych źródeł światła.

Zaprojektowanie i wykonanie dedykowanej oprawy do oświetlenia przestrzeni przejścia dla pieszych jest procesem złożonym. W pierwszym etapie realizacji projektu dokonano zakupów niezbędnych podzespołów w tym: wysokosprawnych diod LED, elementów zasilania, chłodzenia, elementów sterujących i mechanicznych. Ze względu na ograniczone środki finansowe zrezygnowano z zakupu specjalistycznego oprogramowania wspomagającego proces projektowania rozsyłu wiązki świetlnej w którym planowano wykonać projekt oprawy.

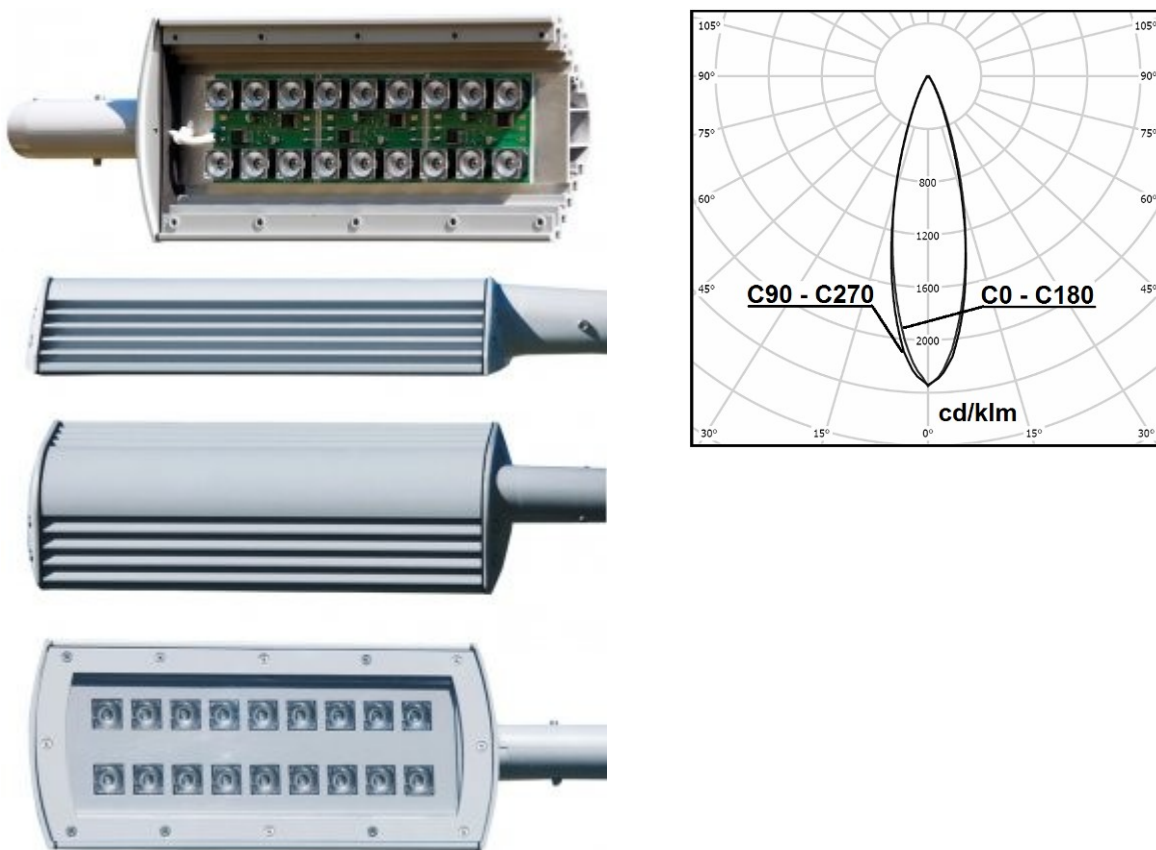
Za pomocą aparatury badawczej jaką dysponuje Wydział Transportu przeprowadzono testy laboratoryjne oprawy.

Harmonogram pracy

MIESIĄC	ZADANIE
Maj 2012	Wykonanie wstępnego projektu oprawy
Czerwiec 2012	Zakup głównych podzespołów i rozpoczęcie prac konstrukcyjnych nad prototypem
Listopad 2012	Zakończenie budowy prototypu oprawy i testy w warunkach laboratoryjnych
Grudzień 2012	Opracowanie sprawozdania

Komercyjna oprawa LED SSOD do oświetlenia przejścia dla pieszych

Obecnie zarówno na świecie jak w Polsce stosuje się coraz częściej oprawy wykorzystujące półprzewodnikowe źródła światła. Niemniej jednak niewiele jest rozwiązań dedykowanych dla przejść dla pieszych. Jednym z przykładów takiego rozwiązania jest system Solarnego Systemu Oświetlenia Dróg produkcji jednej z polskich firm. Oprawy LED zasilane są hybrydowo, za pomocą ogniw fotowoltaicznych, generatora wiatrowego i akumulatora. Zaletą systemu SSOD jest możliwość doświetlenia tych przejść na których nie ma możliwości doprowadzenia konwencjonalnej linii zasilającej. W systemie wykorzystywana jest specjalnie zaprojektowana oprawa LED (model 18/2) o rozsyłe symetrycznym rys. 1.



Rys.1. Oprawa LED systemu SSOD oraz jej symetryczny rozsył wiązki świetlnej w płaszczyznach C0-C180 oraz C90-C270



Rys.2. Oprawa LED systemu SSOD zamontowana na drodze

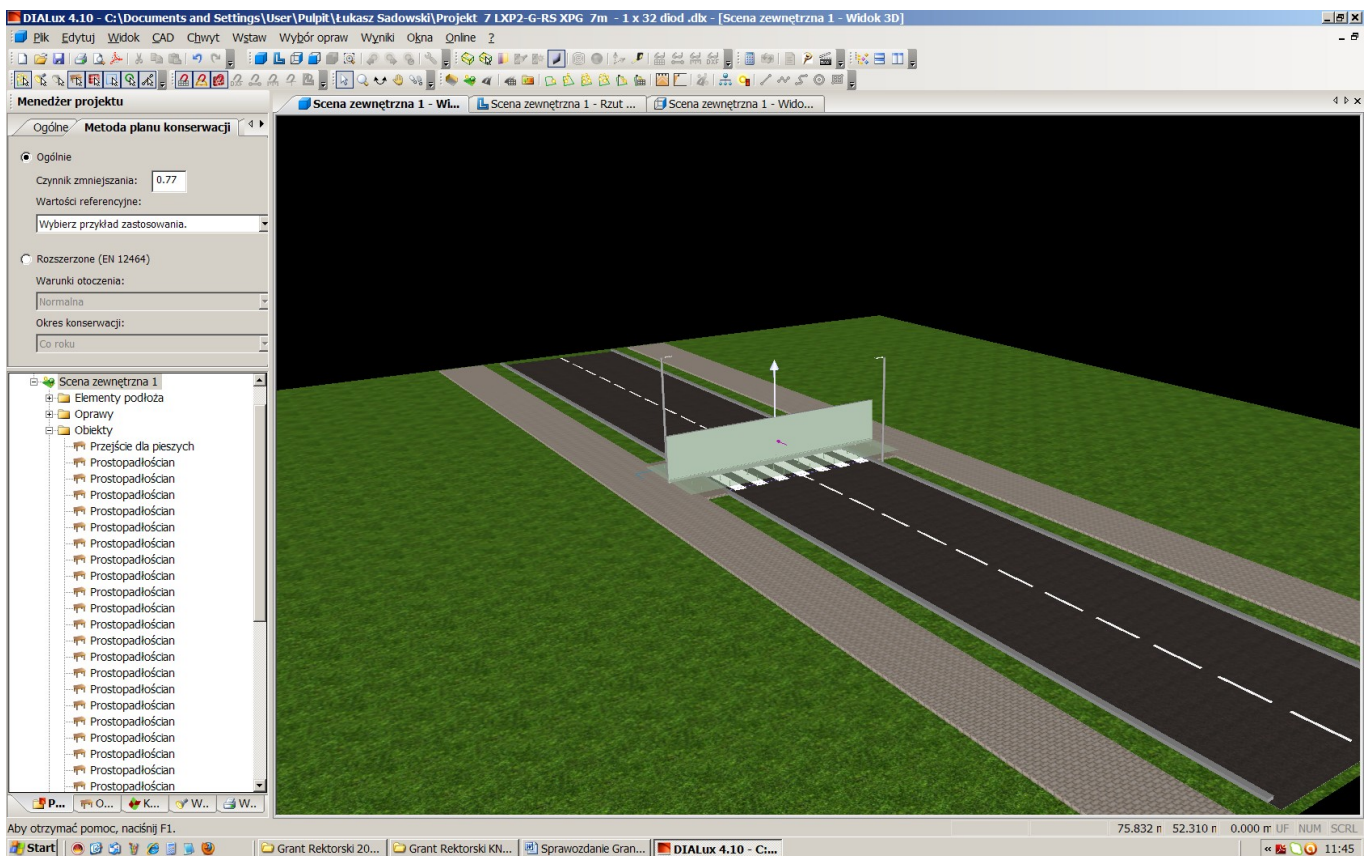
Oprawa LED systemu SSOD

Dane techniczne dla modelu 18/2:

- **Napięcie zasilania:** 12V
- **Pobór mocy:** 26,5W
- **Diody LED:** CREE 130lm/W 18 szt.
- **Trwałość:** 50 000 godzin
- **Klasa ochronności:** III
- **Max zmierzona temperatura oprawy:** 34°C
- **Waga:** 3,1 kg
- **Powierzchnia boczna:** 0,027m²

Projekt oprawy LED Koła Naukowego KNEST

Projekt oprawy wykonano w oprogramowaniu Dialux 4.10 (rys.3). Oprogramowanie jest darmowym środowiskiem wspomagającym proces projektowania oświetlenia. Na potrzeby projektu zamodelowano jezdnię z przejściem dla pieszych.



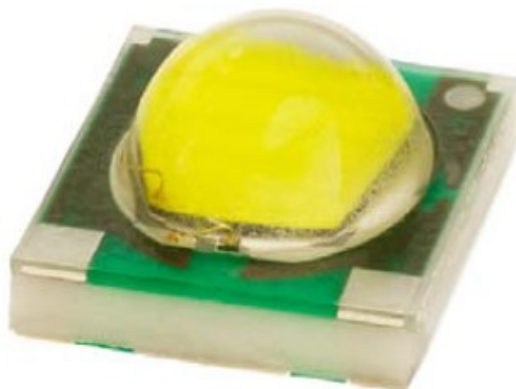
Rys. 3. Środowisko projektowania Dialux 4.10

Na potrzeby symulacji przyjęto następujące założenia:

- obliczenia będą prowadzone na drodze jednojezdniowej dwukierunkowej o jednym pasie ruchu dla każdego kierunku,
- całkowita szerokość jezdni wynosi 7m,
- wymiary przejścia dla pieszych to 9x4m,
- oprawy zamontowane będą na wysokości 4,5m nad powierzchnią jezdni,
- oprawa znajduje się przy krawędzi jezdni 2,5 m od osi poprzecznej przejścia dla pieszych,
- oprawa będzie się składać z wielu diod LED wyposażonych w optykę skupiającą wiązkę świetlną,
- wartość natężenia oświetlenia na płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez oś przejścia dla pieszych będzie wynosiła minimalnie 50lx.

Wybór diod LED

W projekcie zdecydowano się wykorzystać diody LED serii XPG firmy CREE (rys. 4).

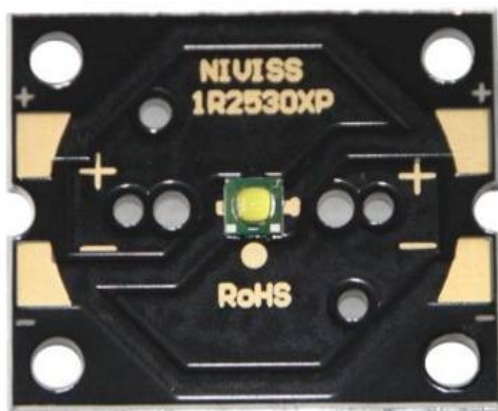


Rys. 4. Dioda LED XPG firmy Cree

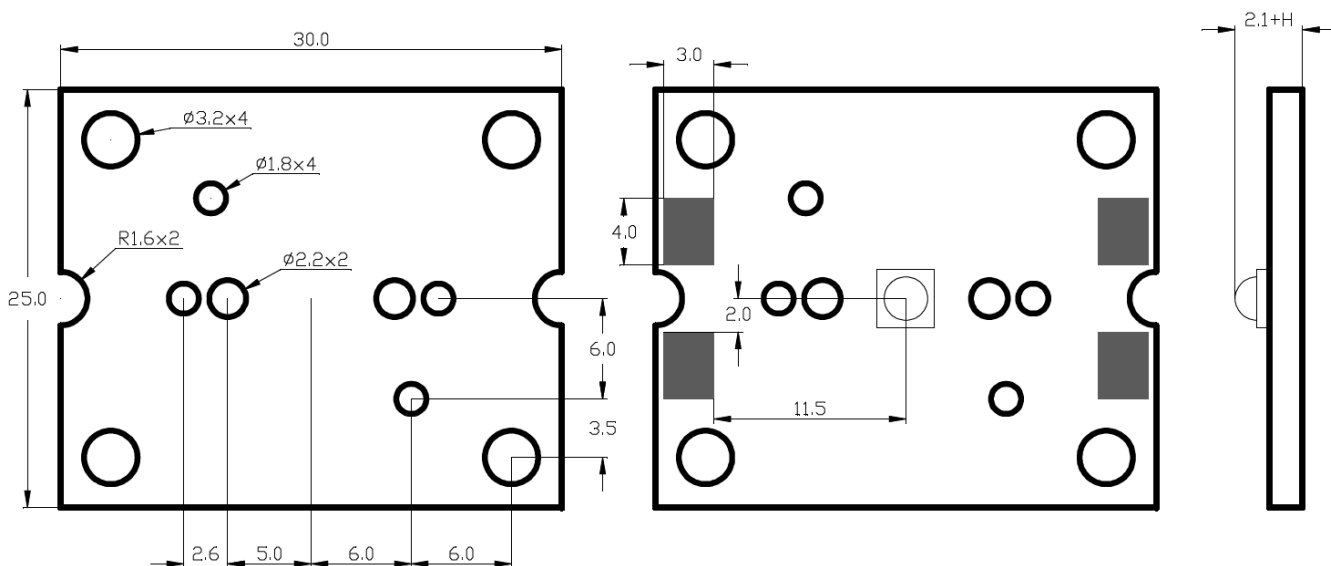
Podstawowe parametry Diody LED typu XLamps®, seria XP-G wybranej do projektu:

- maksymalny prąd: 1500mA
- barwa biała zimna: 5000 - 8300K
- strumień świetlny 139lm / 350mA
- gabaryty: 3.45 x 3.45 x 2.0mm
- kąt wiązki świetlnej : 125 stopni
- elektrycznie wyizolowany pad termalny

Dioda zamontowana jest na prostokątnym module montażowym NT-1RB2530-XPGWCR50D (rys.5) o parametrach : Moduł 1x LED Cree XP-G, jasność R5- 130 lm/350 mA , biały zimny- barwa 0D (ok.7100-7600K), czarna soldermaska, prostokąt 25 x 30 mm, RoHS



Rys. 5. Moduł montażowy z diodą XPG



Rys. 6. Wymiary modułu prostokątnego

Moduł wykonany jest z materiału aluminiowego Alloy 1060 o grubości 1.6mm, pojemność termiczna materiału wynosi 1.5 W/(mK), grubość warstwy dielektrycznej wynosi 80um.

Na module zastosowana została soczewka LEDIL FA 10661 LXP-RS, Real Spot, 6°.



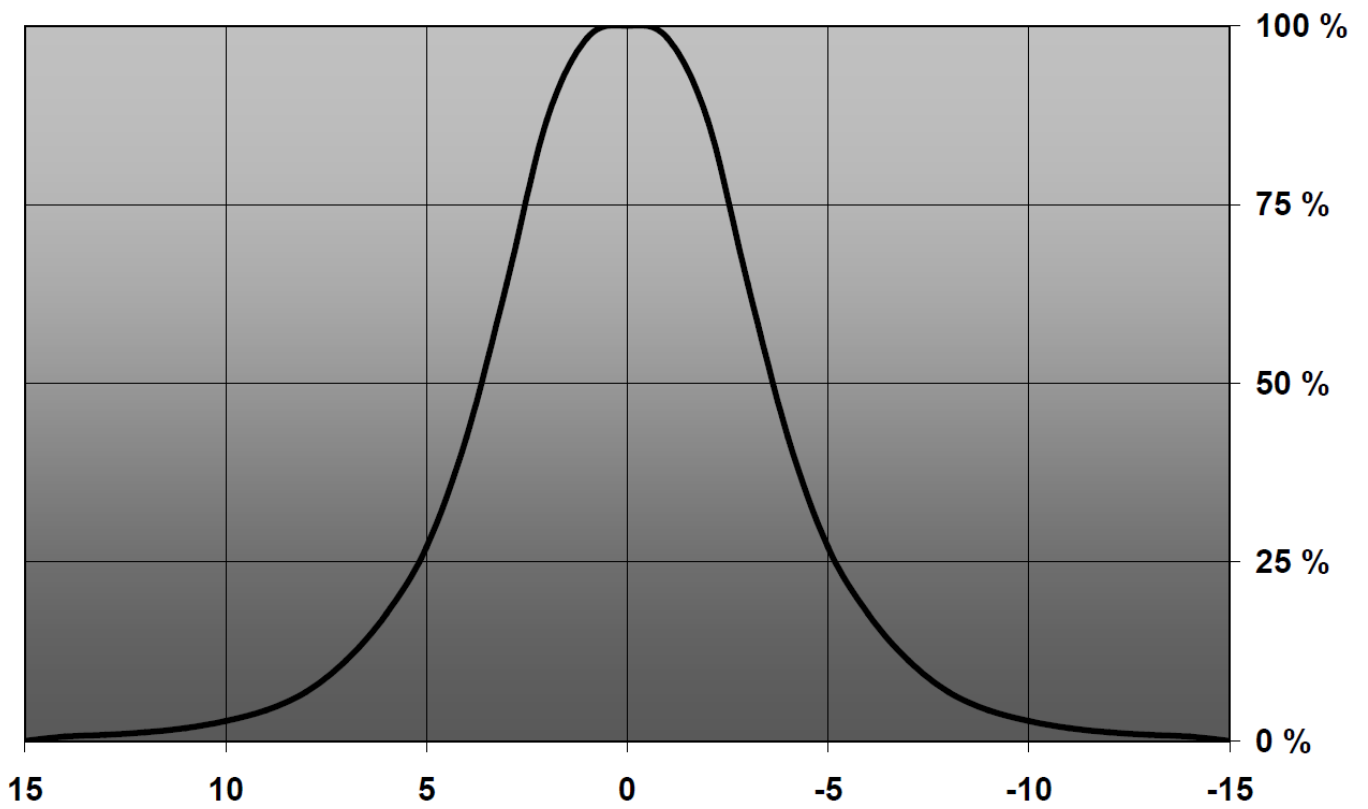
Ordering number	FA10661		
Description	FA10661_LXP-RS		
Family	Leila	FWHM	6 degrees
Type	Assembly	Efficiency	92 %
LED	XP-E	cd/lm	-
Color	Black	Gerber File	Available
Diameter	21.6 mm		
Height	14.65 mm		
Style	Round		
Optic Material	PMMA		
Holder Material	PC		
Fastening	Tape		
Status	Ready		

Rys.7. Soczewka LEDIL FA 10661 LXP-RS, Real Spot, 6°

Zastosowana soczewka charakteryzuje się wąską wiązką świetlną dzięki której możliwe jest uzyskanie precyzyjnych kierunków emisji wiązki świetlnej. Widok plamy świetlnej prezentuje rysunek 8, natomiast względny rozkład kierunków emisji wiązki rysunek 9.



Rys. 8. Plama świetlna uzyskana dla soczewki LXP RS 10661



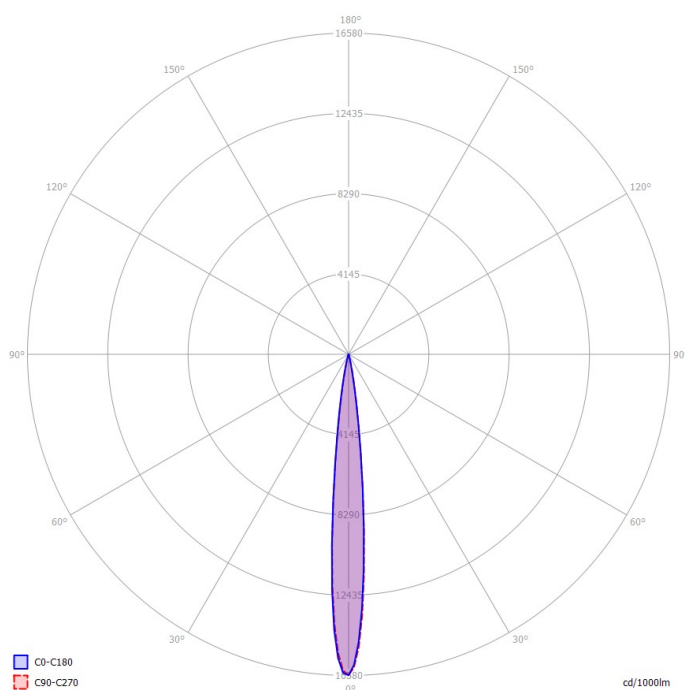
Rys. 9. Kierunki emisji wiązki świetlnej dla soczewki LXP RS 10661

Widok diody LED Cree XPG oraz soczewki LXP-RS-10661, Real Spot zamontowanej na radiatorze testowym przedstawiono na rysunku 10.



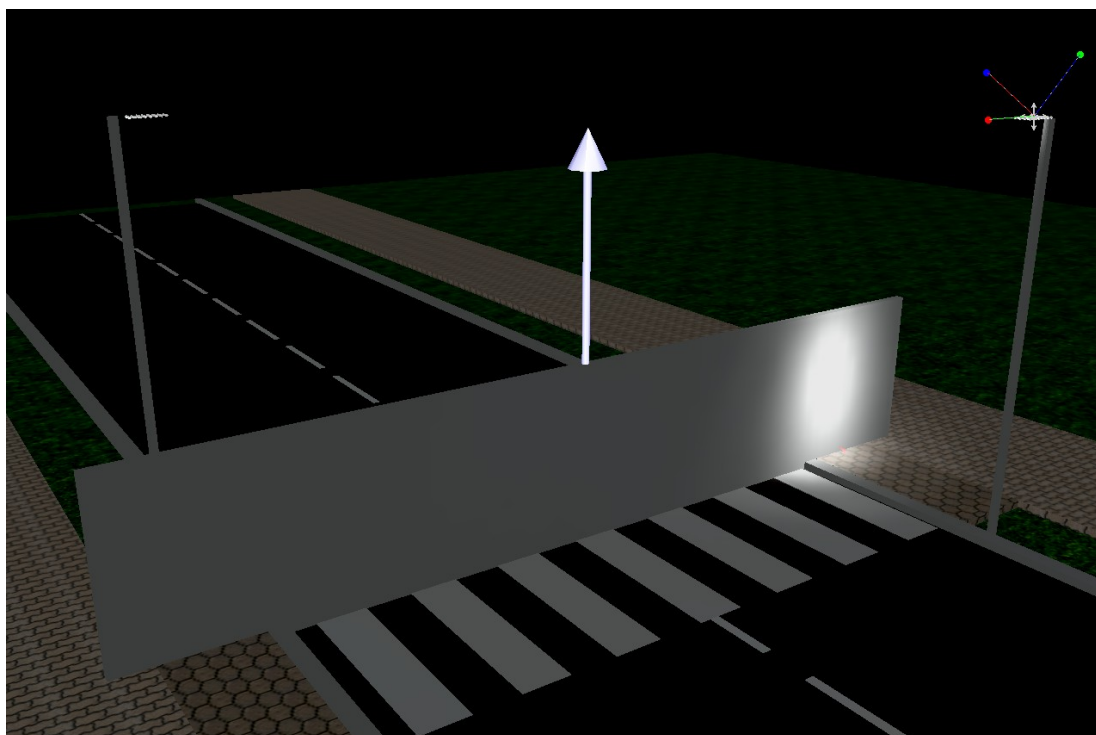
Rys.10. Dioda LED Cree XPG wraz z soczewką LXP-RS-10661 Real Spot

Za pomocą goniometru pozyskano dane fotometryczne i bryły światłości diody LED Cree XPG wraz z soczewką LXP-RS-10661, Real (rys 11). Dane były podstawą do stworzenia układu optyczno świetlnego całej oprawy.



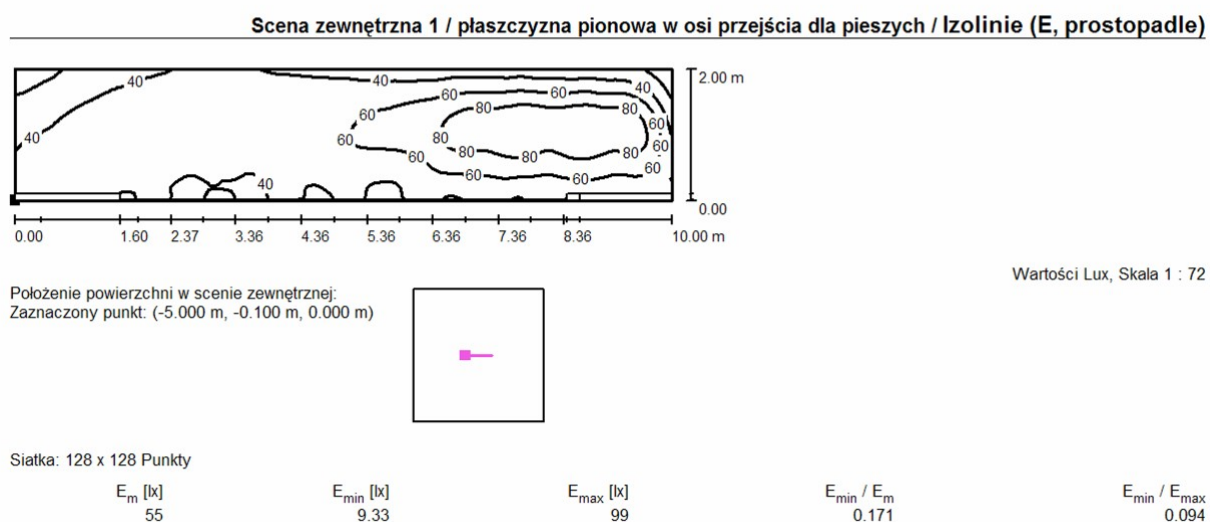
Rys.11. Bryła światłości diody LED CREE XPG z optyką LXP-RS-10661 Real Spot

W dalszym etapie badań symulacyjnych usytuowano 32 diody LED w ustalonej pozycji przed przejściem dla pieszych i rozpoczęto proces optymalizacji rozsyłu wiązki świetlnej oprawy. Każda z zastosowanych diod LED otrzymała indywidualny kierunek emisji (rys. 12).

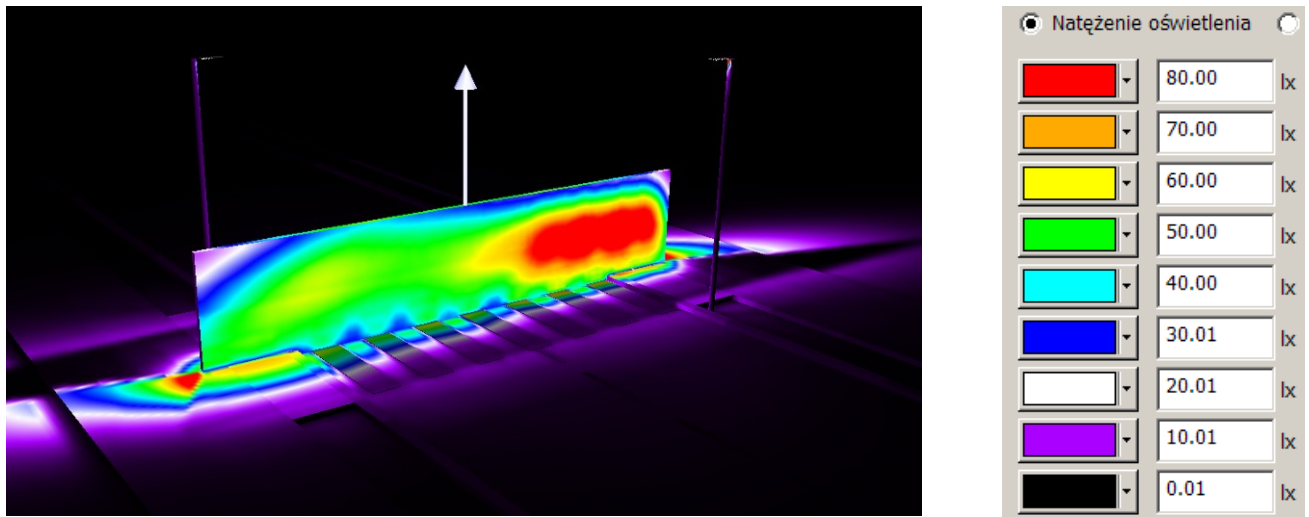


Rys. 12. Oddziaływanie światła pojedynczej diody LED

W efekcie uzyskano rozsył kompleksowy na płaszczyźnie pomiarowej przechodzącej przez środek przejścia dla pieszych.

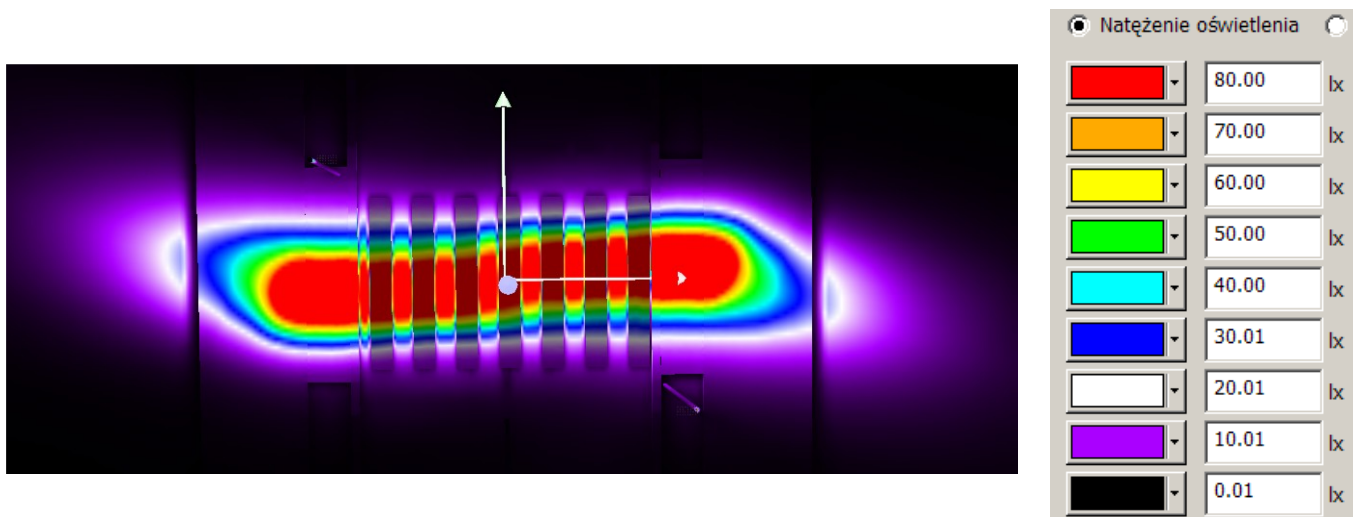


Zrealizowano założony cel uzyskania 50lx.



Rys.13. rozkład natężenia oświetlenia na płaszczyźnie pomiarowej

Jednocześnie w płaszczyźnie przejścia dla pieszych uzyskano symetryczny rozkład natężenia oświetlenia (rys.14).



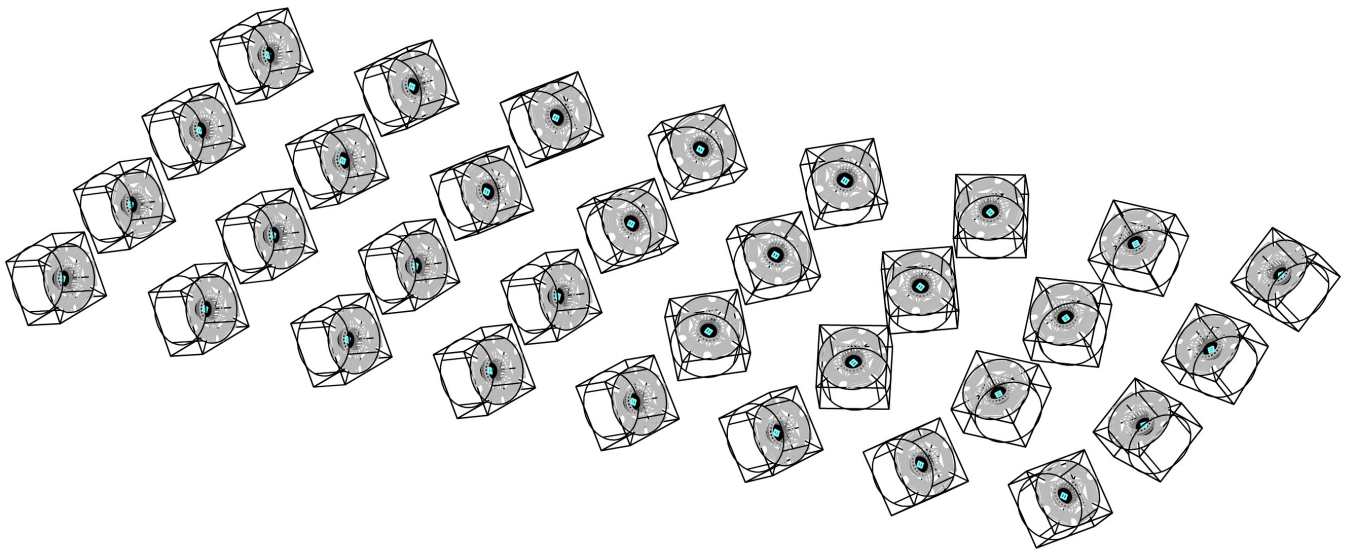
Rys.14. Rozkład natężenia oświetlenia w płaszczyźnie przejścia dla pieszych

Na podstawie danych fotometrycznych ustalono kierunki emisji wiązek świetlnych poszczególnych diod LED (tabela 1)

Tabela 1. Usytuowanie przestrzenne diod LED

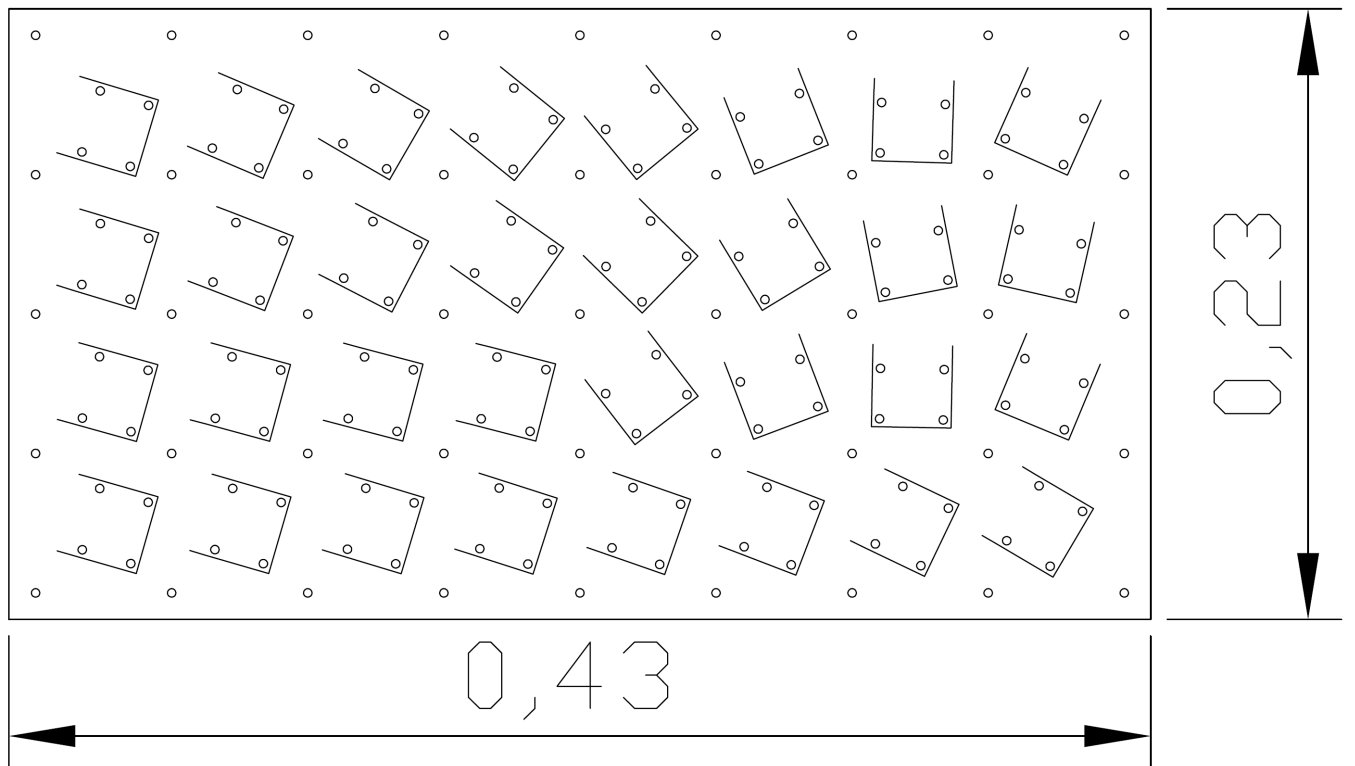
Numer Diody LED	Położenie [m]			Rotacja [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	3,64	-2,41	4,504	0	-36	66
2	3,59	-2,41	4,504	0	-33	88,3
3	3,54	-2,41	4,504	0	-35	112
4	3,49	-2,41	4,504	0	-40	129
5	3,44	-2,41	4,504	0	-45	141
6	3,39	-2,41	4,504	0	-53	150
7	3,34	-2,41	4,504	0	-57	157
8	3,29	-2,41	4,504	0	-63	163
9	3,64	-2,46	4,504	0	-34	77,3
10	3,59	-2,46	4,504	0	-34	101
11	3,54	-2,46	4,504	0	-38	121
12	3,49	-2,46	4,504	0	-44	136
13	3,44	-2,46	4,504	0	-49	145
14	3,39	-2,46	4,504	0	-57	153
15	3,34	-2,46	4,504	0	-61	159
16	3,29	-2,46	4,504	0	-62	163
17	3,64	-2,51	4,504	0	-33	67,4
18	3,59	-2,51	4,504	0	-31	88,9
19	3,54	-2,51	4,504	0	-33	111
20	3,49	-2,51	4,504	0	-37	128
21	3,44	-2,51	4,504	0	-66	166
22	3,39	-2,51	4,504	0	-66	165
23	3,34	-2,51	4,504	0	-65	165
24	3,29	-2,51	4,504	0	-65	164
25	3,64	-2,56	4,504	0	-47	150
26	3,59	-2,56	4,504	0	-53	154
27	3,54	-2,56	4,504	0	-59	159
28	3,49	-2,56	4,504	0	-62	161
29	3,44	-2,56	4,504	0	-65	162
30	3,39	-2,56	4,504	0	-66	163
31	3,34	-2,56	4,504	0	-67	164
32	3,29	-2,56	4,504	0	-68	164

Na podstawie ustalonej geometrii opracowano model 3D usytuowanie diod LED w oprawie (rys.15)

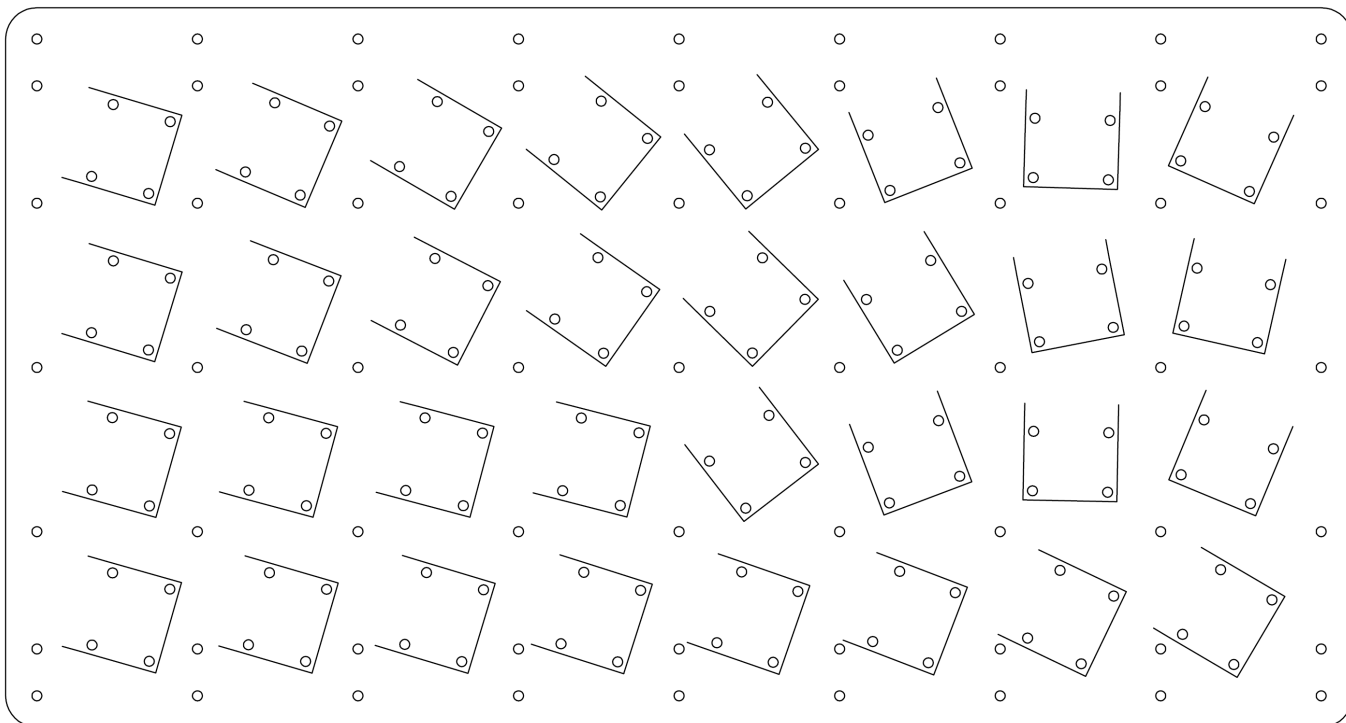


Rys.15. Usytuowanie diod LED w oprawie

Następnie przygotowano dokumentację techniczną niezbędną do wycięcia i ukształtowania powierzchni nośnej diod (rys. 16 i rys. 17).

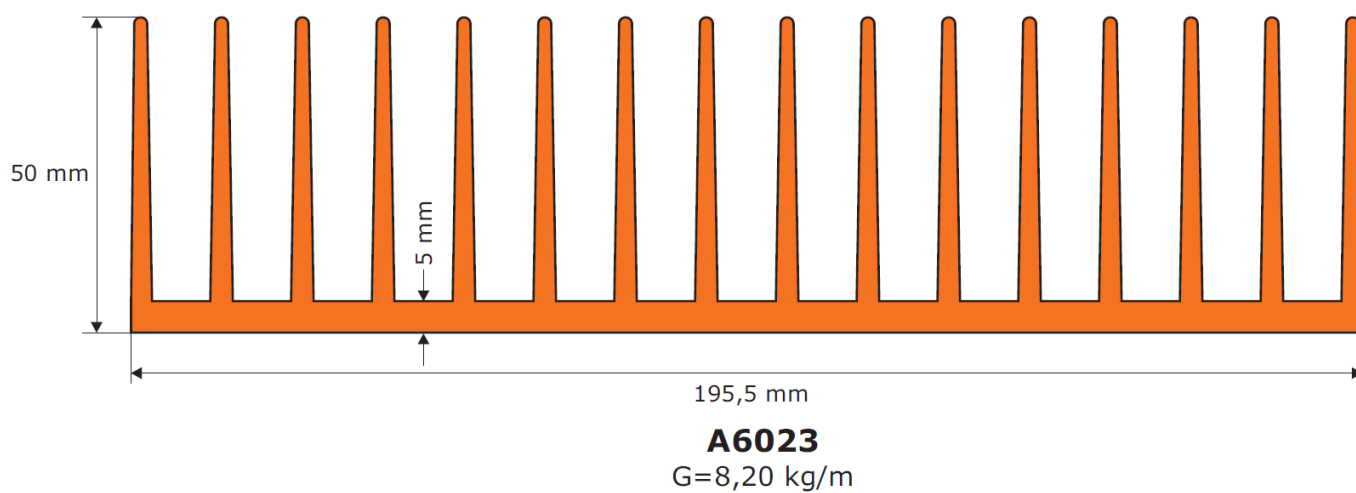


Rys. 16. Wymiary podstawowe oprawy



Rys. 17. Rysunek końcowy krawędzi cięcia profilu oprawy

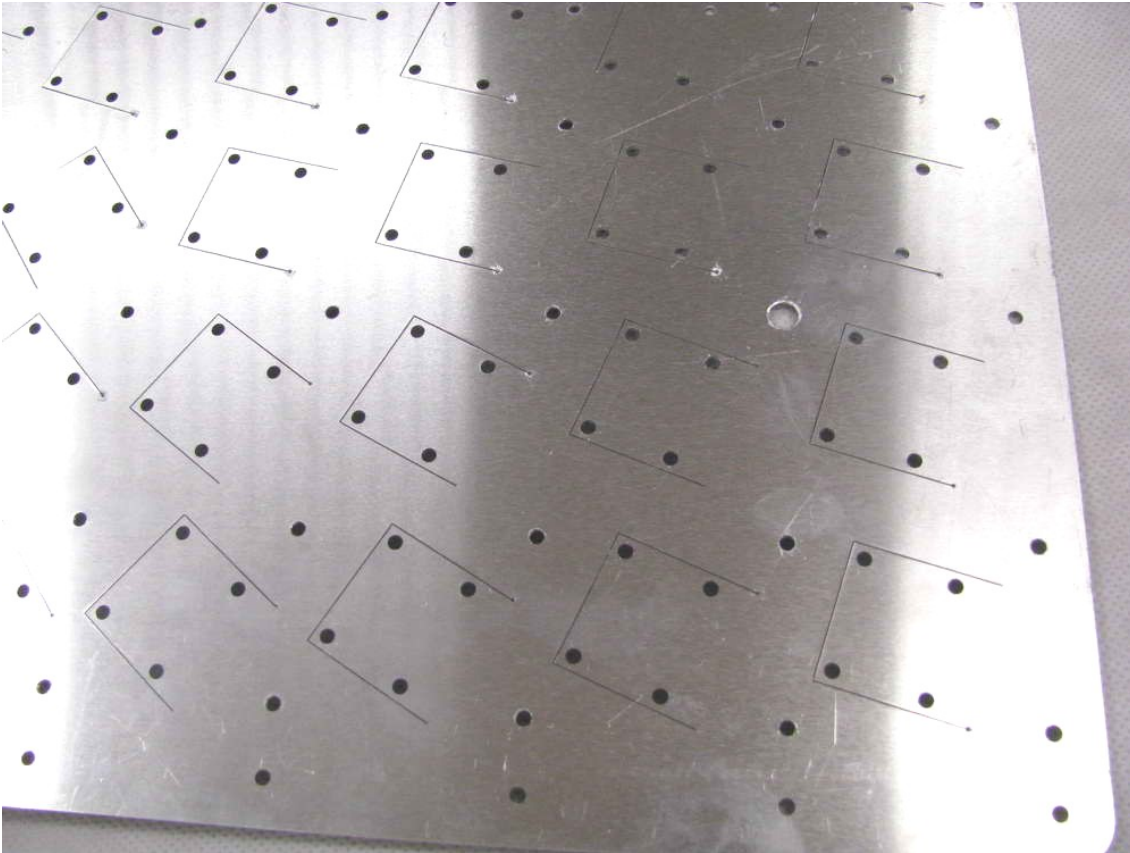
Do chłodzenia diod LED wybrano radiator A6023 o następującym profilu:



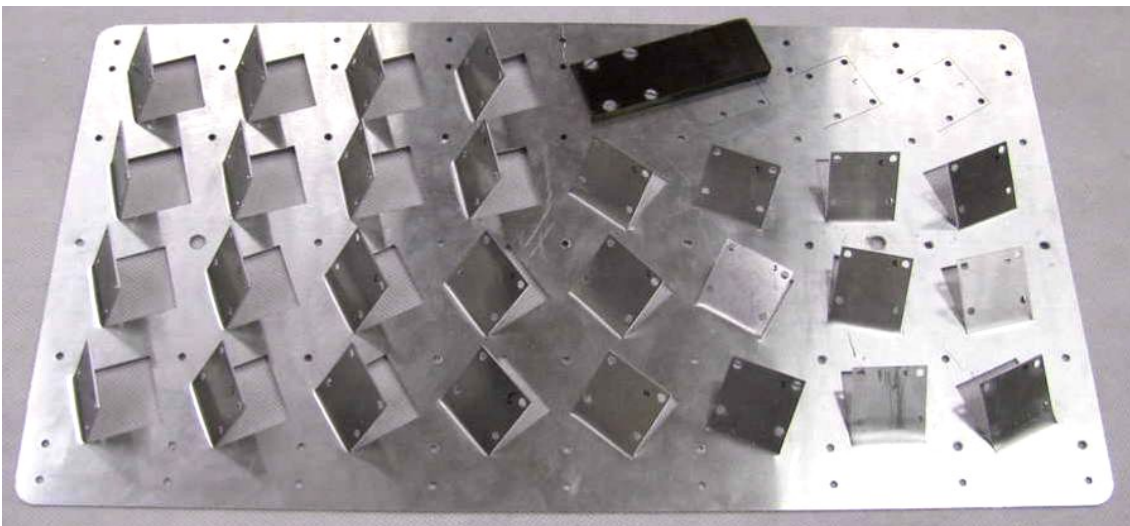
Rys. 18. Profil radiatora A6023

Montaż oprawy

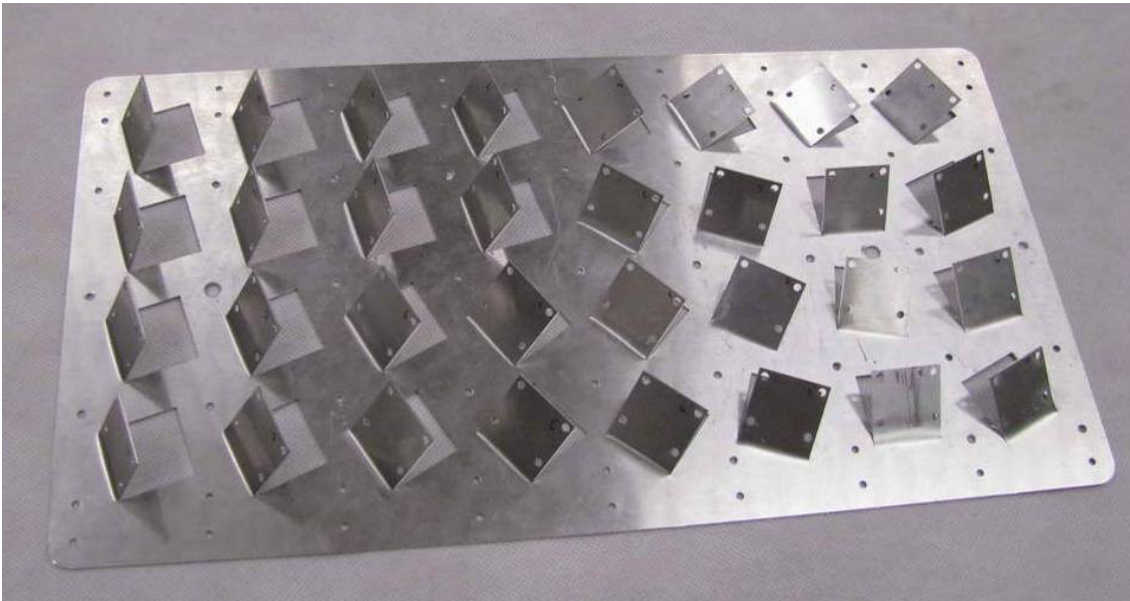
1. Ogłędziny powierzchni montażu diod LED i przygotowanie otworów mocujących



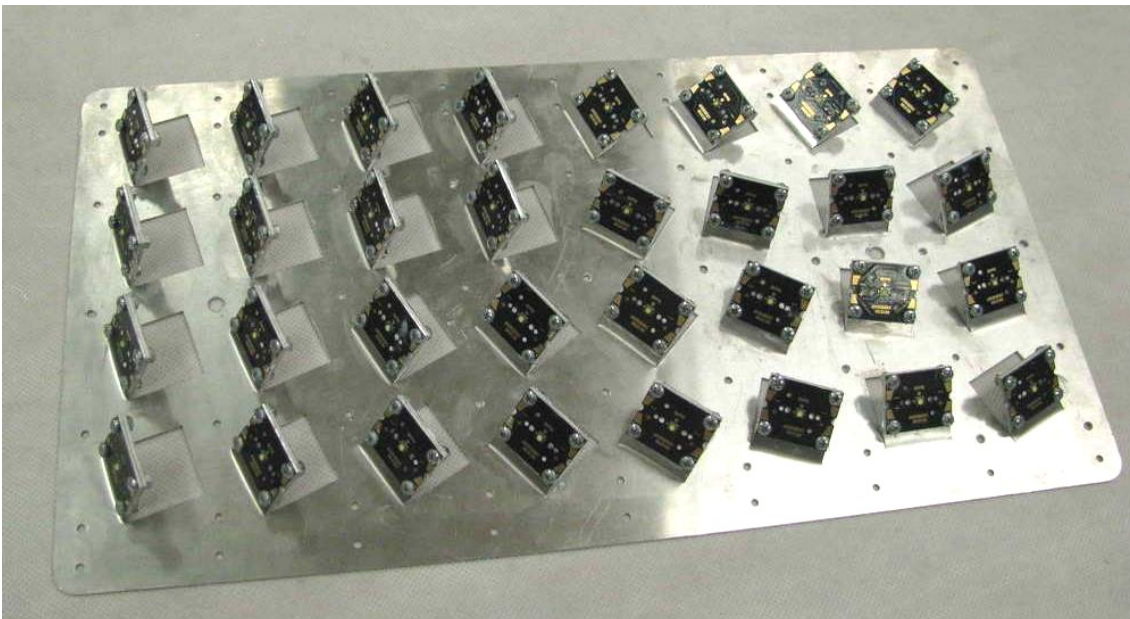
2. Profilowanie płaszczyzn montażu diod LED



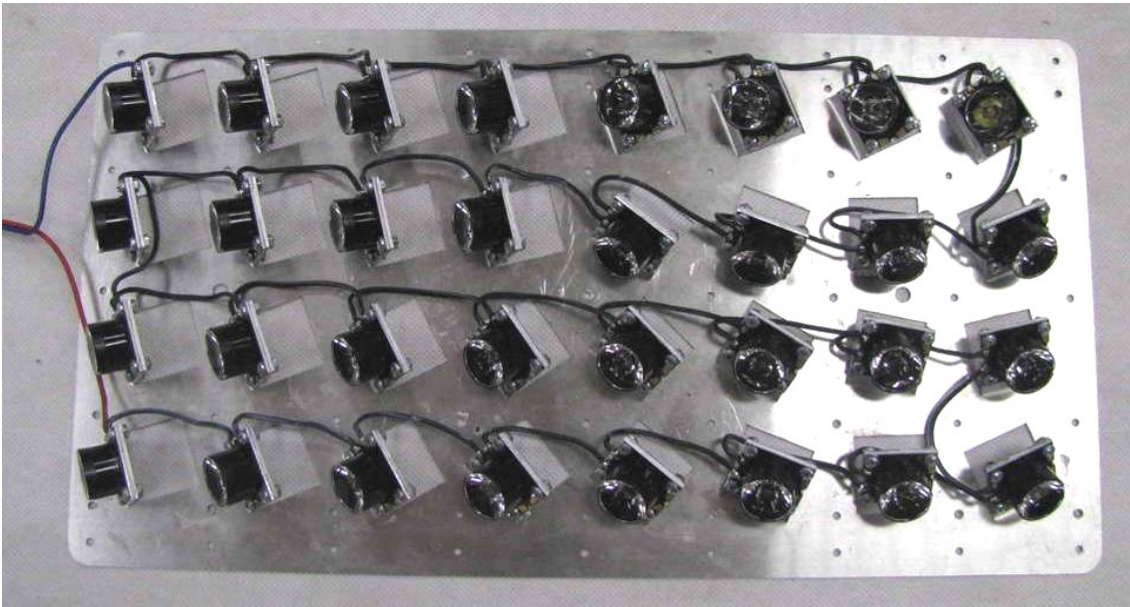
3. Weryfikacja poprawności wykonania płaszczyzn montażu diod LED



4. Montaż diod LED



5. Montaż obwodu zasilania



6. Montaż obudowy z poliwęglanu



7. Montaż radiatora i zasilacza MEAN WELL PS-HVGC-100-700A, 700mA, 3-142V, IP67, ROHS



8. Testy zasilania oprawy

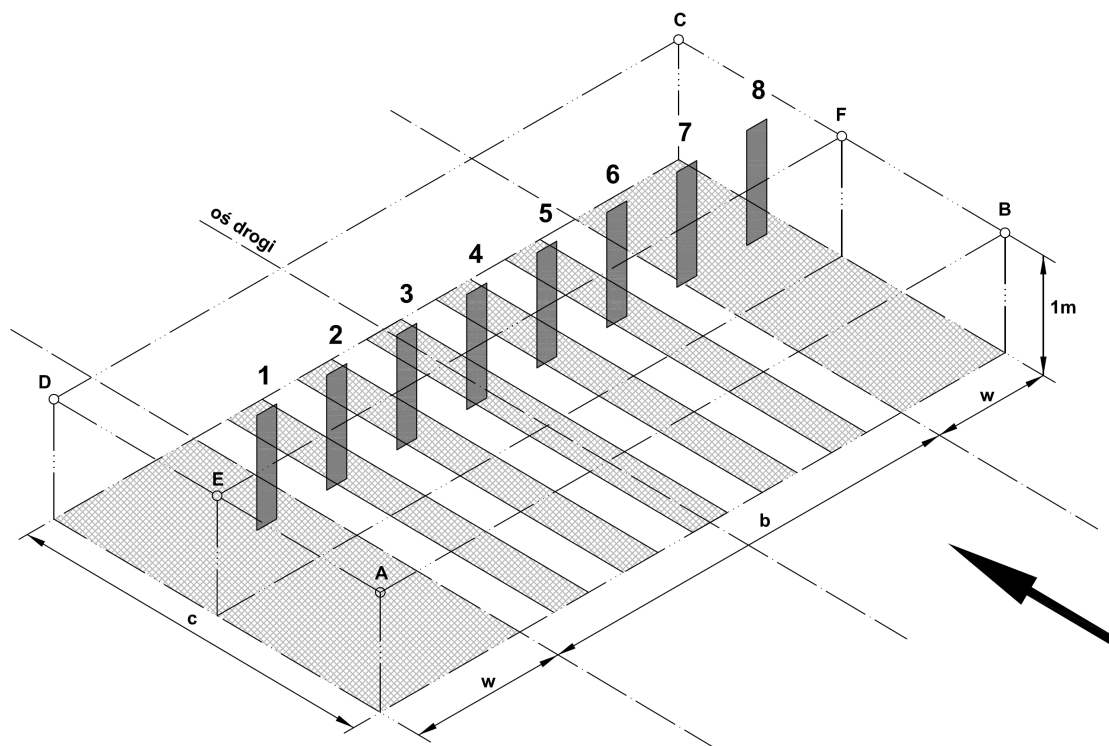


Pomiary terenowe

Pomiar luminancji obiektu testowego na przejściu dla pieszych

Usytuowanie obiektów testowych na przejściu dla pieszych przedstawia rysunek 1

Obiekty dla danego kierunku wykonania pomiarów (obserwacji) oznaczano numerami kolejno od 1 do 8 licząc od lewej strony przejścia.

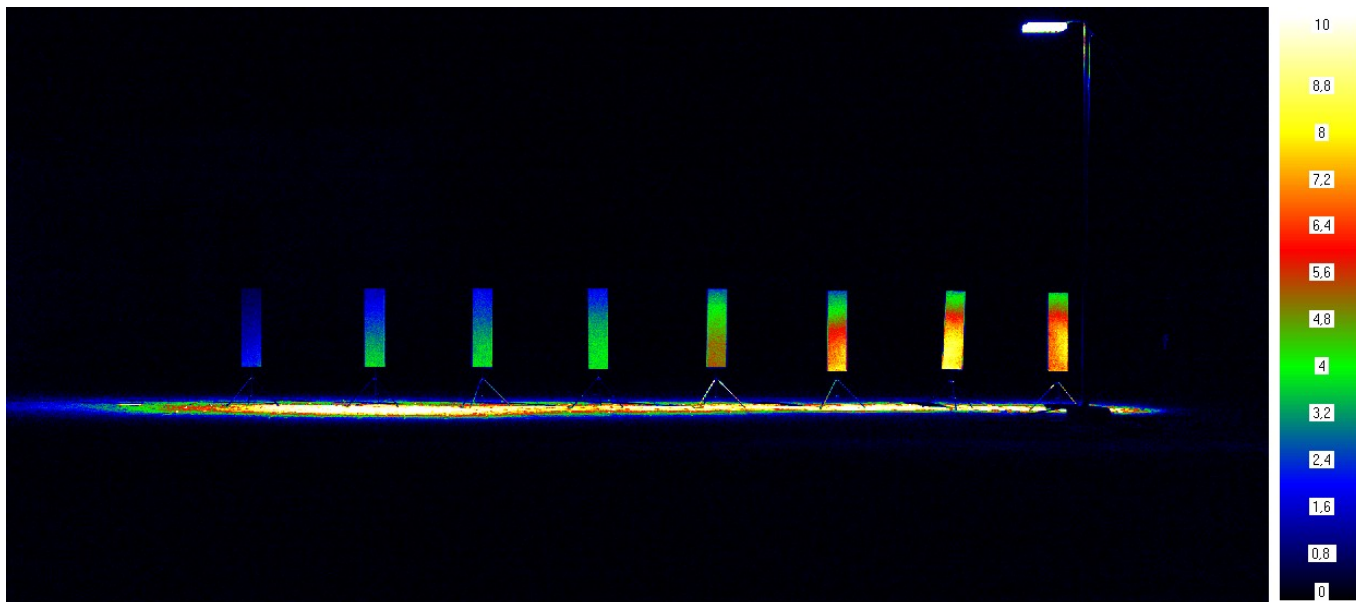


Rys. 1. Ustawienie obiektów testowych na przejściu dla pieszych

Wykonano pomiar luminancji za pomocą miernika matrycowego LMK MOBILE ADVANCED. Pomiaru dokonano z odległości 25m dla każdego kierunku ruchu pojazdów. Miernik ustawiony był na środku pasa ruchu, na wysokości 1,5m nad nawierzchnią jezdni. Luminancję mierzono dla każdego obiektu na całej jego powierzchni (luminancja obiektu L_T) oraz w jego otoczeniu (luminancja tła L_B).

Poniżej na rysunkach 6.10 i 6.11 zaprezentowano uzyskane wyniki w postaci zdjęć luminancji dla oświetlenia przejścia dla pieszych za pomocą opraw oświetlenia ulicznego:

Pomiar luminancji na sylwetkach pieszych ustawionych w osi przejścia dla pieszych



Rys. 2. Pomiar luminancji obiektów (skala liniowa, jednostka cd/m^2)

Tabela 1. Zbiorcze wyniki pomiaru luminancji na obiektach testowych i w ich otoczeniu oraz obliczona wartość kontrastu dla oświetlenia przejścia dla pieszych

Obiekt [nr]	Luminancja obiektu [cd/m^2]	Luminancja tła [cd/m^2]	Kontrast
1	1,31	0,100	12,10
2	2,66	0,100	25,60
3	2,94	0,100	28,40
4	3,21	0,100	31,10
5	4,42	0,100	43,20
6	5,63	0,100	55,30
7	6,91	0,100	68,10
8	6,51	0,100	64,10
Średnia	4,20	0,10	40,99