

**Wydział
Transportu**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA



**Wydział
Elektryczny**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

EWALUACJA PROJEKTU OŚWIETLENIA PRZEJŚCIA DLA PIESZYCH

Evaluation of a pedestrian crossing lighting project

dr hab. inż. Piotr Tomczuk, prof. uczelni
Wydział Transportu Politechnika Warszawska

dr inż. Marcin Chrzanowicz

Wydział Elektryczny Politechnika Warszawska

VIII KRAKOWSKIE DNI BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO 2021

24-26 lutego 2021 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Tło prezentacji

Opracowanie zrealizowane na zlecenie Skarbu Państwa – **Ministra Infrastruktury**, reprezentowanego przez **Sekretariat Krajowej Rady BRD**.

Wykonawca: **Fundacja Rozwoju Inżynierii Lądowej**, **Politechnika Gdańska** oraz **Instytut Badawczy Dróg i Mostów**, w Partnerstwie z **Politechniką Warszawską**.

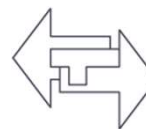
FUNDACJA
ROZWOJU
INŻYNIERII
LĄDOWEJ



POLITECHNIKA
GDAŃSKA
WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ
I ŚRODOWISKA



Instytut
Badawczy
Dróg i Mostów



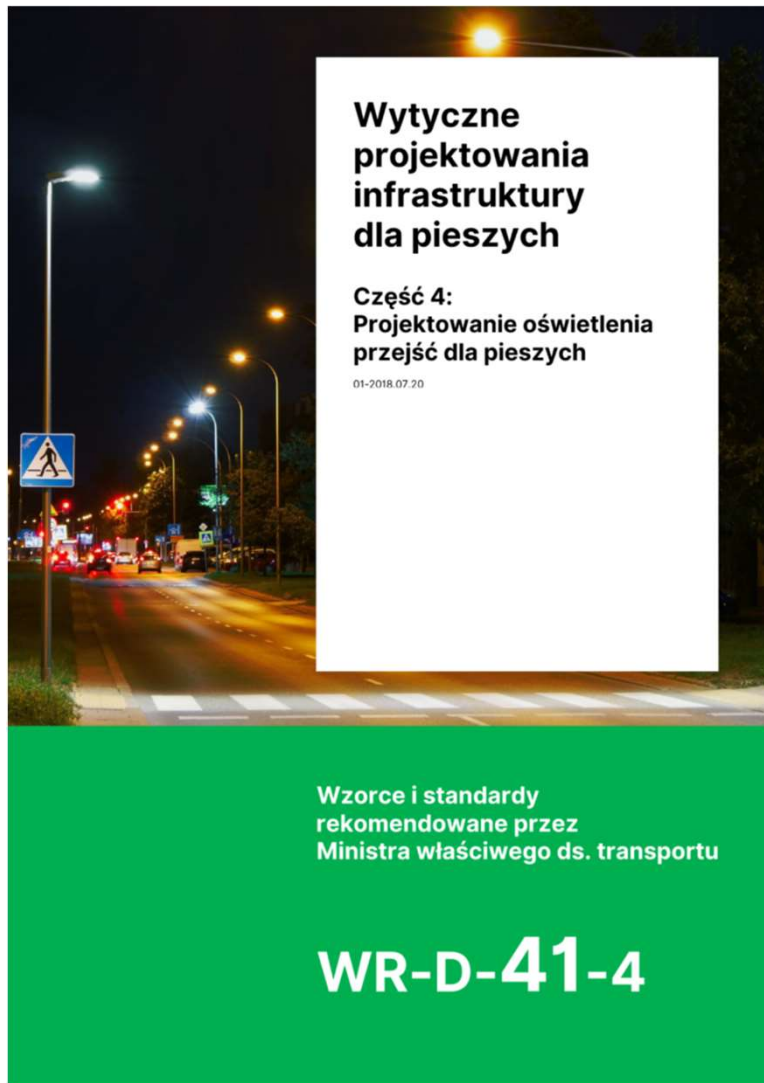
Wydział
Transportu

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

<http://www.krbrd.gov.pl/>

1. WYTYCZNE ORGANIZACJI BEZPIECZNEGO RUCHU PIESZYCH -
WYTYCZNE PRAWIDŁOWEGO OŚWIETLENIA PRZEJŚĆ DLA
PIESZYCH.
2. WYTYCZNE ORGANIZACJI BEZPIECZNEGO RUCHU PIESZYCH -
RAPORT Z PRZEPROWADZONYCH STUDIÓW I ANALIZ.
3. RAPORT Z PRZEPROWADZONYCH STUDIÓW I ANALIZ -
ZAŁĄCZNIKI.

Tło prezentacji



ŹRÓDŁO: WR-D-41-4 WYTYCZNE PROJEKTOWANIA INFRASTRUKTURY DLA PIESZYCH. CZĘŚĆ 4: PROJEKTOWANIE OŚWIETLENIA PRZEJŚĆ DLA PIESZYCH. WZORCE I STANDARDY REKOMENDOWANE PRZEZ MINISTRA WŁAŚCIWEGO DS. TRANSPORTU

<http://www.gov.pl/attachment/88541526-15c7-485e-9271-b4cd109300eb>

Raport i załączniki

WYTYCZNE ORGANIZACJI BEZPIECZNEGO RUCHU
PIESZYCH

WYTYCZNE PRAWIDŁOWEGO OŚWIETLENIA PRZEJŚĆ
DLA PIESZYCH

CZĘŚĆ I – RAPORT Z PRZEPROWADZONYCH
STUDIÓW I ANALIZ

FUNDACJA
ROZWOJU
INŻYNIERII
LĄDOWEJ



Wydział
Transportu
POLITECHNIKA WARSZAWSKA

 **POLITECHNIKA
GDAŃSKA**
WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ
I ŚRODOWISKA



Instytut
Badawczy
Dróg i Mostów

Gdańsk, Warszawa - grudzień 2017

WYTYCZNE ORGANIZACJI BEZPIECZNEGO RUCHU
PIESZYCH

WYTYCZNE PRAWIDŁOWEGO OŚWIETLENIA PRZEJŚĆ
DLA PIESZYCH

CZĘŚĆ I – RAPORT Z ANALIZ
ZAŁĄCZNIKI

FUNDACJA
ROZWOJU
INŻYNIERII
LĄDOWEJ



Wydział
Transportu
POLITECHNIKA WARSZAWSKA



**POLITECHNIKA
GDAŃSKA**
WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ
I ŚRODOWISKA



Instytut
Badawczy
Dróg i Mostów

Gdańsk, Warszawa - grudzień 2017

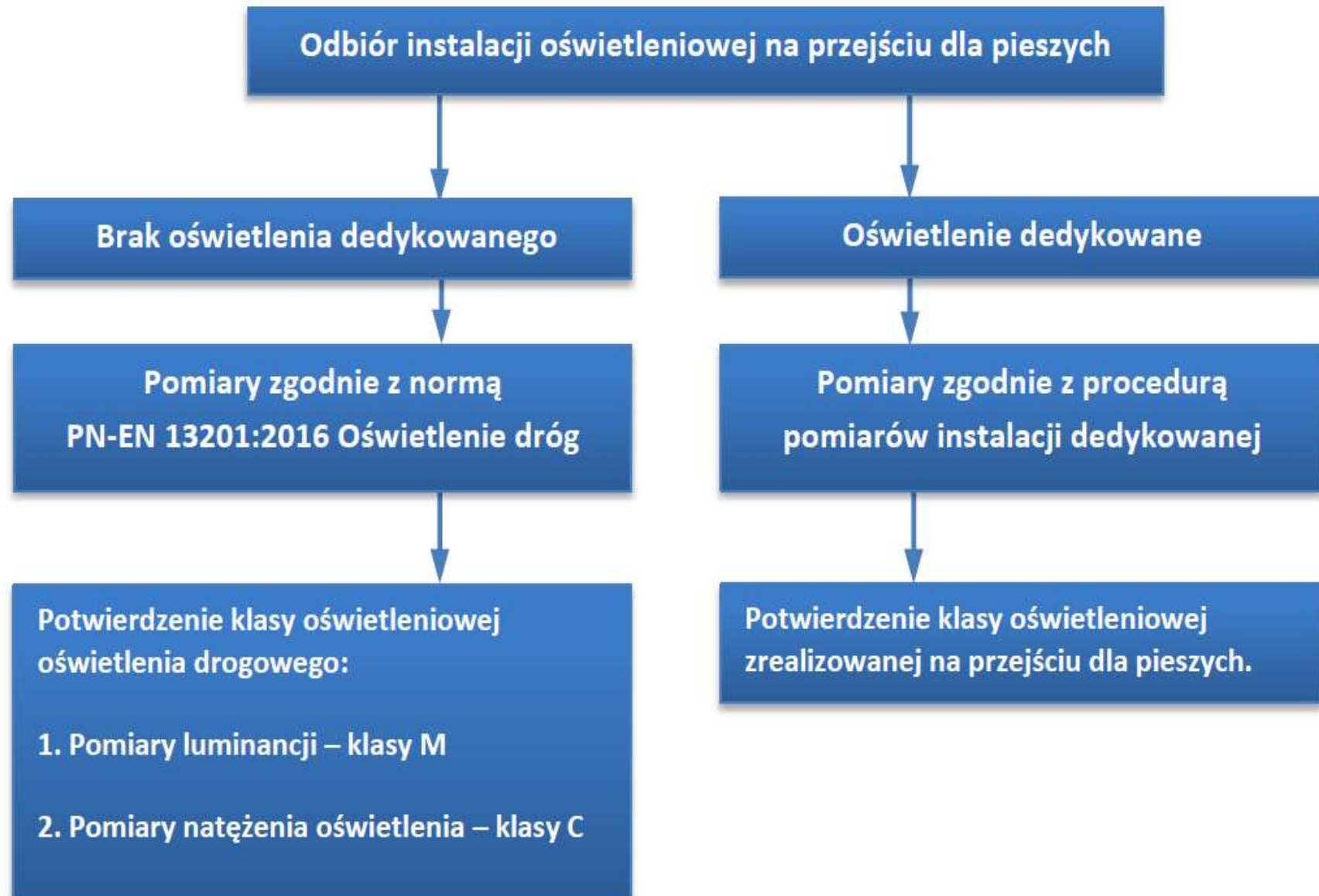
Odbiór rozwiązania oświetleniowego

1. Na etapie odbioru instalacji oświetleniowej, poza standardowymi procedurami, **należy przeprowadzić pomiary oświetlenia, sprawdzające uzyskanie założonych w projekcie parametrów oświetleniowych.** Podstawowe formularze pomiarowe, sosowane w przygotowanej dla tego celu „Procedurze pomiarów parametrów oświetlenia przejść dla pieszych przy odbiorze” przedstawiono w załącznikach nr 4 i 5.
2. Ocena spełnienia założonych standardów oświetlenia za pomocą „Procedury pomiarów przy odbiorze” powinna być prowadzona **na wszystkich oddawanych do użytku przejściach dla pieszych oświetlonych za pomocą rozwiązań dedykowanych.**
3. Za gwarantujące realizację podstawowych funkcji oświetleniowych należy uznać rozwiązania oświetleniowe na tych przejściach dla pieszych, których parametry oświetleniowe zostaną potwierdzone przeprowadzonymi badaniami oświetleniowymi zrealizowanymi za pomocą „Procedury pomiarów przy odbiorze”.

Odbiór rozwiązania oświetleniowego

4. Na etapie odbioru instalacji oświetleniowej na przejściu dla pieszych ocenę zgodności wykonania z dokumentacją projektową, pomiary elektryczne i oświetleniowe **powinien przeprowadzić zespół niezależny od wykonawcy, w skład, którego powinna wchodzić minimum jedna osoba posiadająca doświadczenie w zakresie pomiarów oświetlenia ulicznego**, oraz stosowne świadectwo kwalifikacji w zakresie dozoru technicznego sprawującego nadzór nad eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci.
5. Z pomiarów przy odbiorach **powinien powstać stosowny raport, w którym imiennie podpisany autor raportu, powinien ocenić czy spełniono założenia projektu.**
6. Zarządca oświetlenia powinien traktować wyniki uzyskane za pomocą „**Procedury pomiarów przy odbiorze**” jako **dane początkowe**, określające parametry i stan techniczny instalacji oświetleniowej na przejściu dla pieszych w momencie przekazania jej do eksploatacji.

Odbiór instalacji oświetleniowej

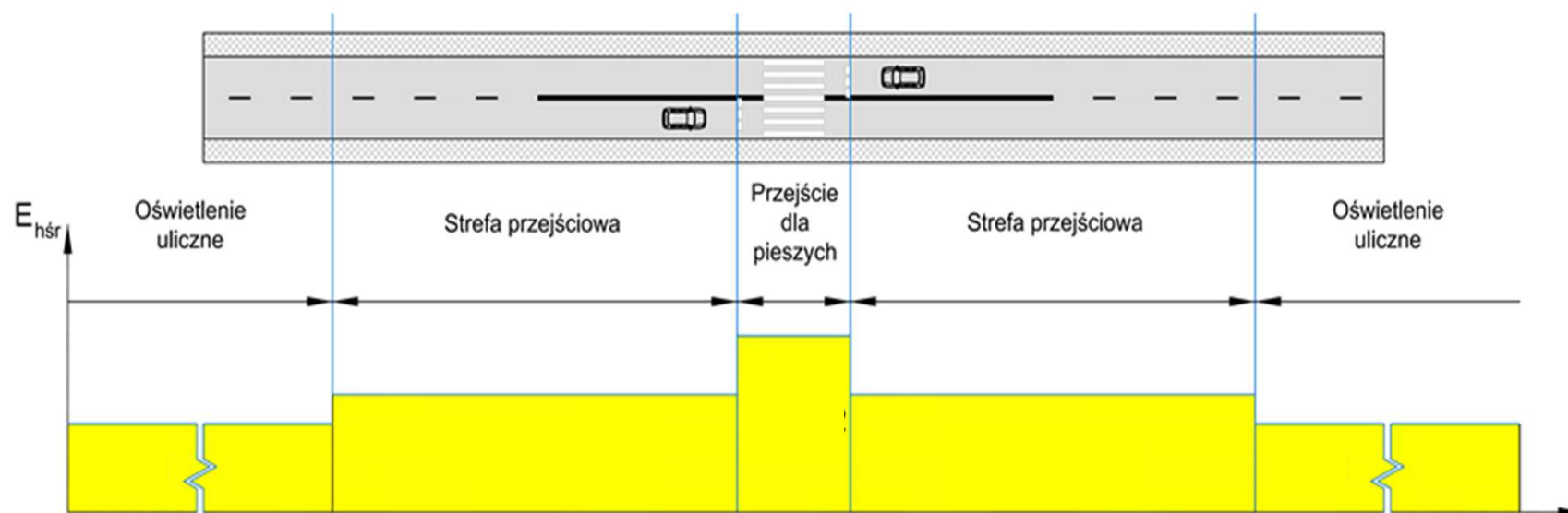


Identyfikacja klasy oświetlenia drogowego

Klasa wymagań fotometrycznych	Luminancja suchej i mokrej jezdni drogi			Olśnienie	Oświetlenie otoczenia		
	Sucha nawierzchnia		Mokra nawierzchnia	Sucha nawierzchnia	Sucha nawierzchnia		
	L_{sr} [cd/m ²] [eksploatacyjne min.]	U_o [min.]	U_L^* [min.]	U_{ow}^{**} [min.]	f_{η}^{***} [max.] %	R_{EI}^{****} [min.]	
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35	
M2	1,50		0,60			15	0,30
M3	1,00						
M4	0,75	0,35	0,40			20	
M5	0,50						
M6	0,30						

Klasa wymagań fotometrycznych	Poziome natężenie oświetlenia	
	$\bar{E}$ [lx] [utrzymywane w minimum]	U_o [-] [minimum]
C0	50	0,4
C1	30	
C2	20	
C3	15	
C4	10	
C5	7,5	

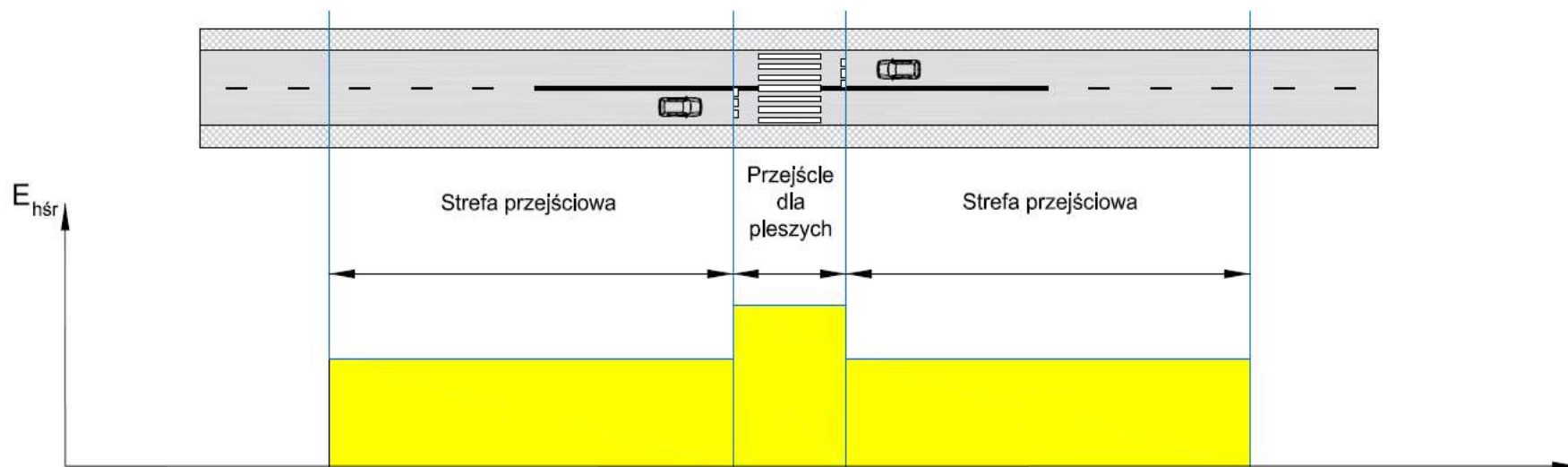
Strefa przejściowa w obszarze oświetlonym



Klasa wymagań fotometrycznych	Poziome natężenie oświetlenia	
	$\bar{E}$ [lx] [utrzymywane w minimum]	U_o [-] [minimum]
C0	50	0,4
C1	30	
C2	20	
C3	15	
C4	10	
C5	7,5	

Długość strefy przejściowej za przejściem dla pieszych nie mniejsza niż 100 m.

Strefa przejściowa w obszarze nieoświetlonym



Długość strefy przejściowej w obszarze nieoświetlonym reguluje Dz. U. 2016 r., poz. 124 Rozporządzenie w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie, rozdział 2, (§109) Urządzenia oświetleniowe.

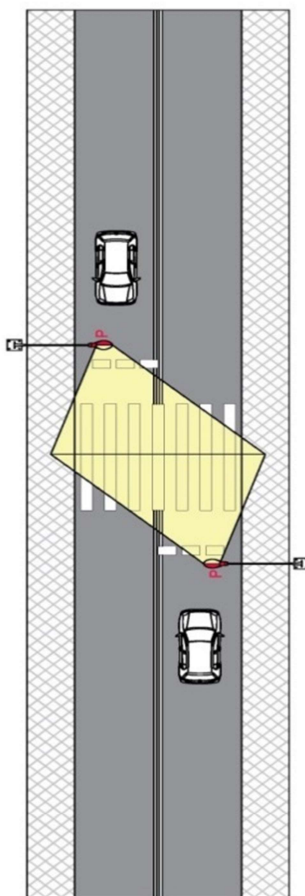
Między oświetlonym a nieoświetlonym odcinkiem drogi powinna być wykonana strefa przejściowa o zmniejszającym się natężeniu światła i długości nie mniejszej niż:

- 1) 200 m – na drodze klasy A lub S,
- 2) 100 m – na drodze klasy GP i drogach niższych klas.

Odbiór instalacji oświetleniowej

Przekrój drogi:
1x2 (pomiar dla 2 kierunków ruchu)

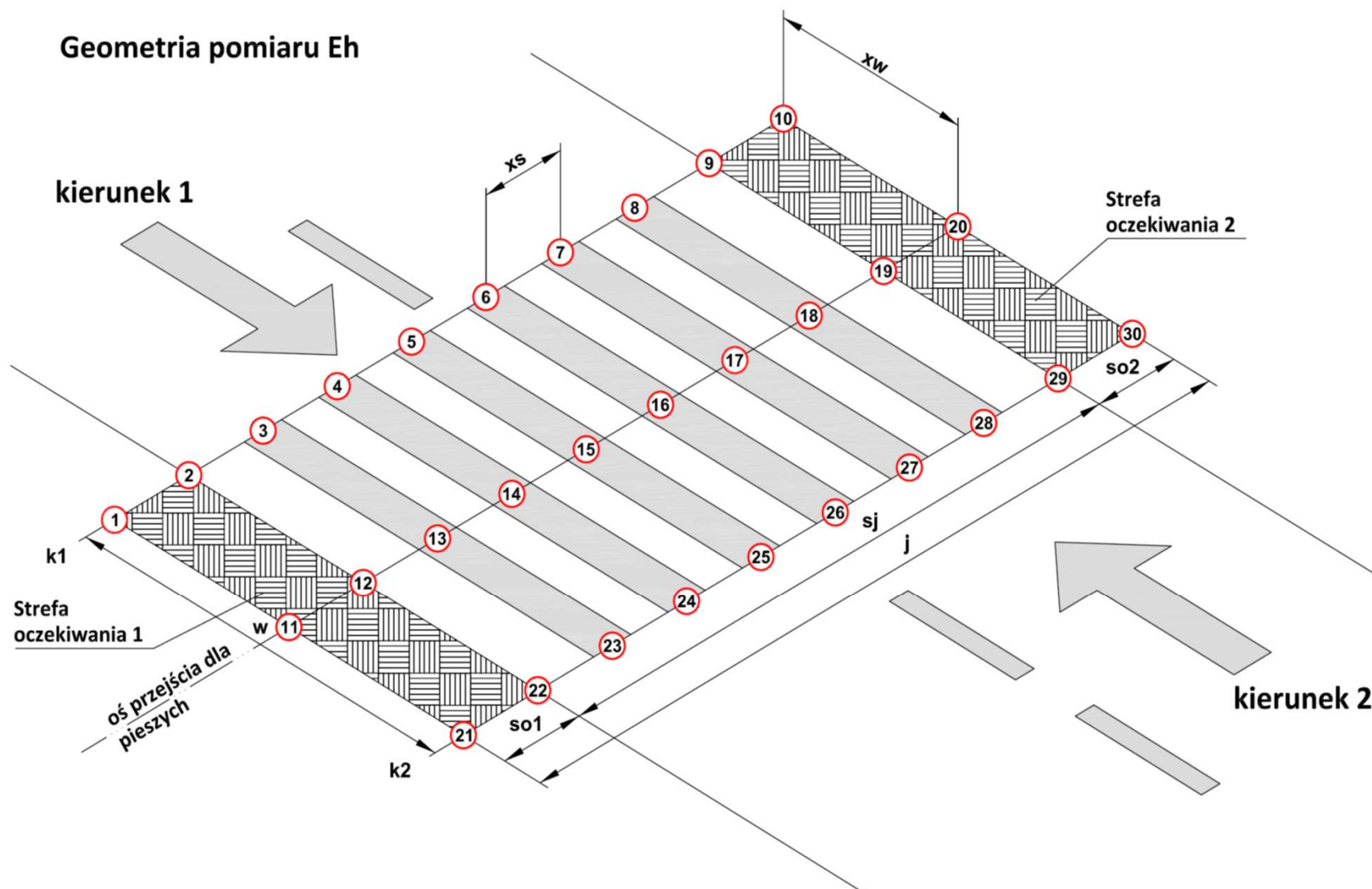
Dwie oprawy dedykowane LED z optyką prawą



Klasy oświetleniowe PC (dla rozwiązań dedykowanych) na przejściu dla pieszych

Oświetlenie przejścia dla pieszych					
Klasa PC	Płaszczyzna				Punkty A, B, C, D, E, F
	Pionowa Ev		Pozioma Eh		Ev min (A, B ..)
	Ev śr	Uo v	Eh śr	Uo h	
	[lx] (min)	[-] (min)	[lx] (min)	[-] (min)	[lx] (min)
-	Brak potrzeby stosowania rozwiązań dedykowanych				
PC1	75	0,35	75	0,4	5,0
PC2	50	0,35	50	0,4	4,0
PC3	35	0,35	35	0,4	4,0
PC4	25	0,35	25	0,4	3,0
PC5	15	0,35	15	0,4	2,0

Przykładowa siatka pomiarowa natężenia oświetlenia w płaszczyźnie poziomej (E_h)



Zalecany sprzęt pomiarowy

- miernik natężenia oświetlenia + uchwyt,
- dalmierz laserowy
- taśma miernicza / koło pomiarowe
- koszulki, materiały odblaskowe
- aparat fotograficzny
- kreda
- protokoły i podkładki do pisania



Odbiór instalacji oświetleniowej - Raport

Przekrój drogi:
1x2 (pomiar dla 2 kierunków
ruchu)

Dwie oprawy dedykowane LED
z optyką prawą



Odbiór instalacji oświetleniowej - Raport

Raport z pomiarów oświetlenia na przejściu dla pieszych Procedura odbioru

Lp.	Parametry		Opis		
1	Nazwiska członków zespołu		Nowak K., Kowalski J., Malinowski A.		
2	Współrzędne GPS		52.1745619, 21.1077379		
3	Data i godzina pomiaru		2020.07.10 - 23:15		
4	Miejscowość / Ulica / Nr drogi / km		Warszawa / Syta / - / -		
5	Skrzyżowanie/Zjazd		Syta 142F / -		
6	Kategoria drogi		powiatowa		
7	Przekrój drogi		1x2		
8	Liczba pasów		2 - po 1 w każdym kierunku		
9	Stan techniczny drogi		bardzo dobry		
10	Kierunek 1 w stronę	k. ruchu	Siedliskowa	N	TAK
11	Kierunek 2 w stronę	k. ruchu	Jara	S	TAK
12	Źródło światła na przejściu dla pieszych		LED		
13	Odległość najbliższej oprawy ulicznej [m]		0,5		
14	Dodatkowe oświetlenie przejścia		Dwie oprawy LED z optyką prawą		
15	Szerokość pola pomiarowego [m]		4,4		
16	Długość pola pomiarowego [m]		10		
17	Typ miernika natężenia oświetlenia		Sonel LXP-10A		

18. Wyniki pomiarów poziomego natężenia oświetlenia na przejściu dla pieszych E_{p} :

Opis	E_{p} [lx]									
Nr. pomiaru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
krawędź k1	99,0	120,9	128,0	133,4	136,0	135,0	130,6	127,0	120,5	110,0
oś	110,5	117,0	121,0	140,2	140,0	135,0	133,0	130,0	125,3	120,0
krawędź k2	56,0	59,0	74,0	85,0	110,1	123,0	130,0	132,0	122,0	98,0

19. Obliczenia parametrów poziomego natężenia oświetlenia na przejściu dla pieszych E_{p} :

E_{p}	E_{min}	E_{max}	U_{av}
[lx]	[lx]	[lx]	[-]
115,91	56,00	140,00	0,48

20. Wyniki pomiarów pionowego natężenia oświetlenia na przejściu dla pieszych E_{v} :

Opis	E_{v} [lx]									
Nr. pomiaru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
w k1 1,5 m	50,3	63,6	73,3	84,7	83,5	73,4	62,1	58,4	66,1	50,1
w k1 1,0 m	52,0	66,4	77,4	87,3	87,0	75,3	66,1	60,4	66,1	54,3
w k1 0,5 m	81,4	69,6	88,3	87,0	87,1	74,4	66,1	60,8	68,0	57,8
w k2 1,5 m	51,6	64,6	60,6	61,0	71,9	89,3	87,8	74,4	64,0	59,1
w k2 1,0 m	54,0	64,0	63,3	64,7	76,6	79,6	83,1	69,4	68,3	53,1
w k2 0,5 m	58,4	59,0	62,3	66,9	79,3	79,9	89,3	71,3	71,4	48,4

21. Obliczenia parametrów pionowego natężenia oświetlenia na przejściu dla pieszych E_{v} :

Opis	E_{v}	E_{min}	E_{max}	U_{av}
kierunek	[lx]	[lx]	[lx]	[-]
w kierunku 1	69,94	50,10	88,30	0,72
w kierunku 2	68,22	48,40	89,30	0,71

22. Pomiary natężenia oświetlenia w punktach A, B, C, D, E, F:

Opis	A	B	C	D	E	F
w k1 1,0 m	7,2	8,6	7,9	8,2	5,9	5,1
w k2 1,0 m	9,1	9,6	8,4	18,7	16,4	10,1

23. Oświetlenie uliczne:

Ulica Syta oświetlona jest instalacją z oprawami sodowymi w ustawieniu jednostronnym, na odcinkach następuje zmiana strony usytuowania latarni. Instalacja sprawna, ale klosze opraw są brudne. W otoczeniu przejścia znajduje się słup oświetleniowy z oprawą sodową. Przejście dla pieszych oświetlone za pomocą opraw dedykowanych w ustawieniu krzyżowym ze źródłami LED. Bardzo dobre warunki obserwacji pieszego na przejściu dla pieszych i w strefie oczekiwania z kierunków ruchu pojazdów.

Raport z pomiarów oświetlenia na przejściu dla pieszych Procedura odbioru

24. Pytania kontrolne:

L.p.	Pytanie kontrolne	✓	Komentarz
1	Czy słupy oświetleniowe zostały zamontowane w geometrii zgodnej z dokumentacją projektową?	✓	
2	Czy słupy oświetleniowe są ustawione w pionie?	✓	
3	Czy słup oświetleniowy nie ogranicza widoczności geometrycznej z kierunku ruchu pojazdów?	✓	
4	Czy na słupie znajdują się jego podstawowe dane identyfikacyjne?	✓	
5	Czy parametry techniczne zastosowanych opraw oświetleniowych są zgodne z dokumentacją projektową?	✓	
6	Czy na oprawie znajdują się jej dane identyfikacyjne?	✓	
7	Czy oprawy oświetleniowe zostały zamontowane zgodnie z dokumentacją projektową?	✓	
8	Czy oprawy oświetleniowe zostały wyregulowane zgodnie z dokumentacją projektową?	✓	
9	Czy oprawy oświetleniowe zostały ustawione w równej odległości względem osi przejścia dla pieszych i geometrii jezdni?	✓	
10	Czy barwa światła opraw oświetleniowych jest zgodna z założeniami projektu?	✓	

25. Potwierdzenie efektów:

L.p.	Parametry oświetleniowe przejścia dla pieszych	klasa PC (wartość)	Pomiar (wartość)	v	
1	Wartość średnia pionowego natężenia oświetlenia [lx] na płaszczyźnie pionowej w kierunku 1	E_{pv}	75	69,9	v
2	Wartość równomierności ogólnej natężenia oświetlenia U_{av} [-] na płaszczyźnie pionowej w kierunku 1		0,35	0,7	v
3	Wartość średnia pionowego natężenia oświetlenia E_{pv} [lx] na płaszczyźnie pionowej w kierunku 2		75	68,22	v
4	Wartość równomierności ogólnej natężenia oświetlenia U_{av} [-] na płaszczyźnie pionowej w kierunku 2		0,35	0,71	v
5	Wartość średnia poziomego natężenia oświetlenia [lx] na płaszczyźnie poziomej	E_{ph}	75	115,9	v
6	Wartość równomierności ogólnej natężenia oświetlenia [-] na płaszczyźnie poziomej	U_{oh}	0,4	0,5	v
7	Wartości minimalne pionowego natężenia oświetlenia [lx] w punktach A, B, C, D, E, F w kierunku 1	E_v	5	5,1	v
8	Wartości minimalne pionowego natężenia oświetlenia [lx] w punktach A, B, C, D, E, F w kierunku 2	E_v	5	>5,1	v

26. Realizacja klasy oświetleniowej

klasa PC	✓
PC1	✓

27. Decyzja

	✓
1. Potwierdzono założenia projektu i spełnione wymagania klasy oświetleniowej - rekomenduje się do dalszych etapów odbioru	✓
2. Nie spełniono założeń projektu i klasy oświetleniowej - wymagana modyfikacja instalacji oświetleniowej	

28. Uwagi:

.....
miejscowość, data, czytelny podpis

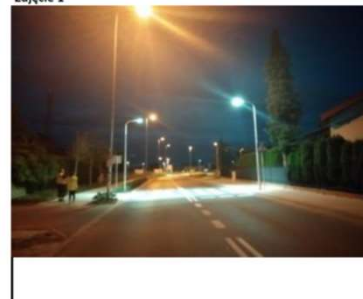
Odbiór instalacji oświetleniowej – pytania kontrolne

1. Czy słupy oświetleniowe zostały zamontowane w geometrii zgodnej z dokumentacją projektową?
2. Czy słupy oświetleniowe są ustawione w pionie?
3. Czy słup oświetleniowy nie ogranicza widoczności geometrycznej z kierunku ruchu pojazdów?
4. Czy na słupie znajdują się jego podstawowe dane identyfikacyjne?
5. Czy parametry techniczne zastosowanych opraw oświetleniowych są zgodne z dokumentacją projektową?
6. Czy na oprawie znajdują się jej dane identyfikacyjne?
7. Czy oprawy oświetleniowe zostały zamontowane zgodnie z dokumentacją projektową?
8. Czy oprawy oświetleniowe zostały wyregulowane zgodnie z dokumentacją projektową?
9. Czy oprawy oświetleniowe zostały ustawione w równej odległości względem osi przejścia dla pieszych i geometrii jezdni?
10. Czy barwa światła opraw oświetleniowych jest zgodna z założeniami projektu?

Raport z pomiarów oświetlenia na przejściu dla pieszych Procedura odbioru

29. Dokumentacja zdjęciowa:

Zdjęcie 1



Zdjęcie 2



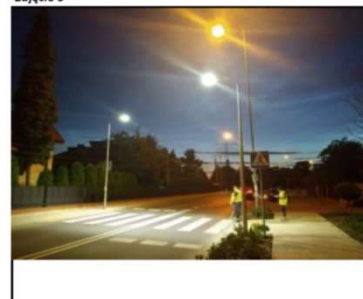
Zdjęcie 3



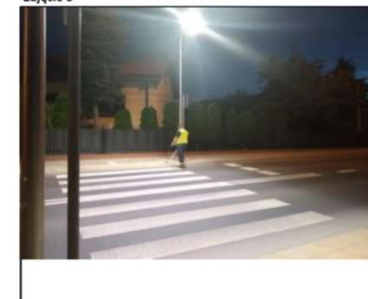
Zdjęcie 4



Zdjęcie 5



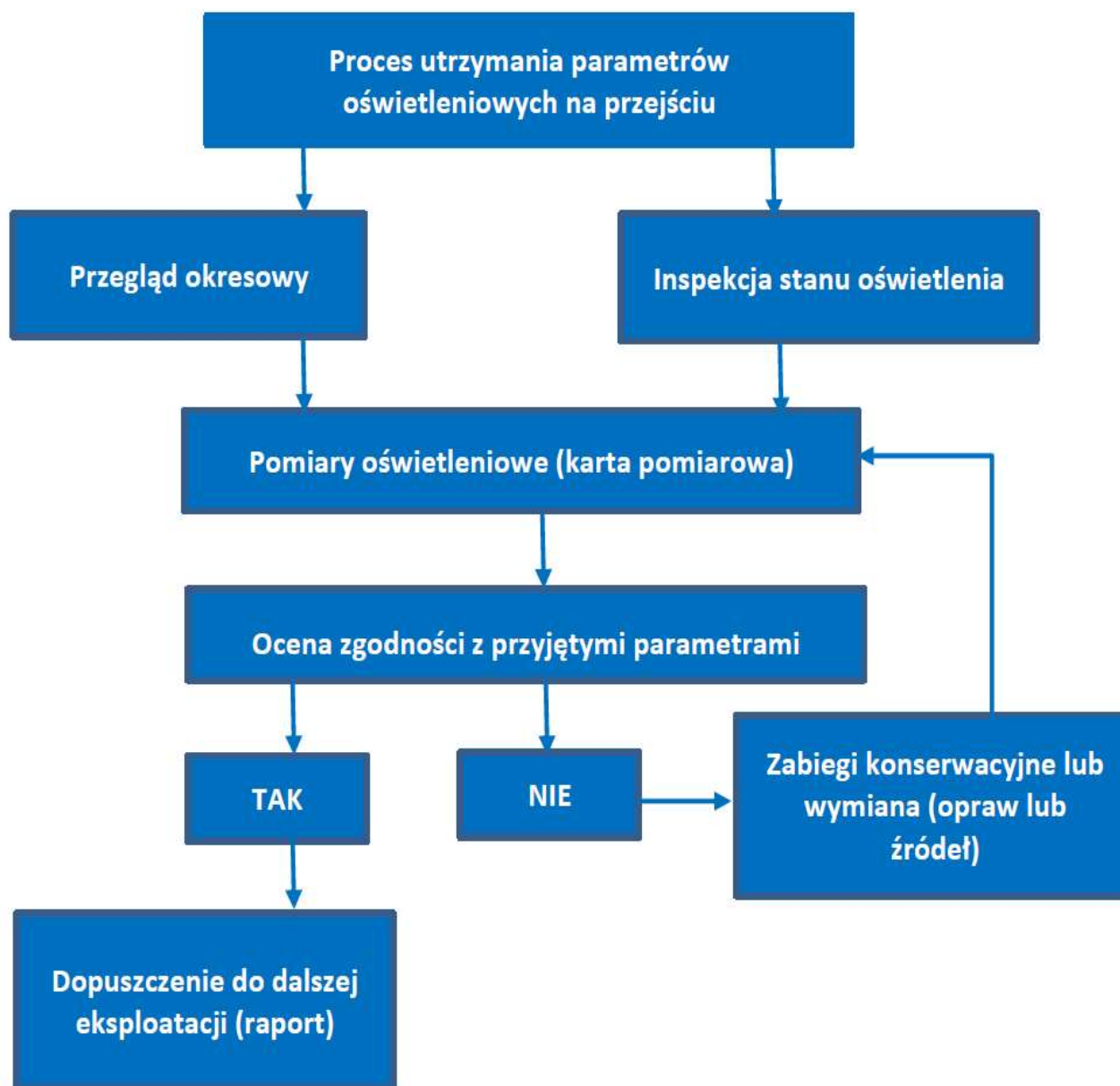
Zdjęcie 6



Utrzymanie instalacji oświetleniowej

- 1. Zarządca instalacji oświetleniowej powinien nią aktywnie i świadomie zarządzać.** Oznacza to, że powinien posiadać wiedzę odnośnie liczby, lokalizacji oraz stanu technicznego urządzeń oświetleniowych. Zarządca powinien także przewidywać spodziewaną degradację infrastruktury, aby przeprowadzać planowe remonty i modernizacje. Do zadań zarządcy należy konserwacja, monitoring oraz sterowanie rozwiązaniami oświetleniowymi.
- 2. Należy prowadzić systematyczne zabiegi konserwacyjne opraw oświetleniowych w założonych interwałach czasowych, polegających między innymi na: czyszczeniu kloszy oraz wymianie uszkodzonych źródeł światła.**
- 3. Konieczne jest systematyczne monitorowanie sytuacji oświetleniowej w otoczeniu przejścia dla pieszych** tj. stanu opraw oświetleniowych, źródeł światła i występowania przeszkód dla światła.
4. W miarę możliwości technicznych zaleca się montaż systemu monitorowania zdalnego parametrów elektrycznych źródeł światła, pozwalający na ocenę stopnia zużycia oraz przesłanie informacji o uszkodzeniu źródła światła.
- 5. Zabrania się wyłączania oświetlenia w rejonie przejścia dla pieszych w porze nocnej.**

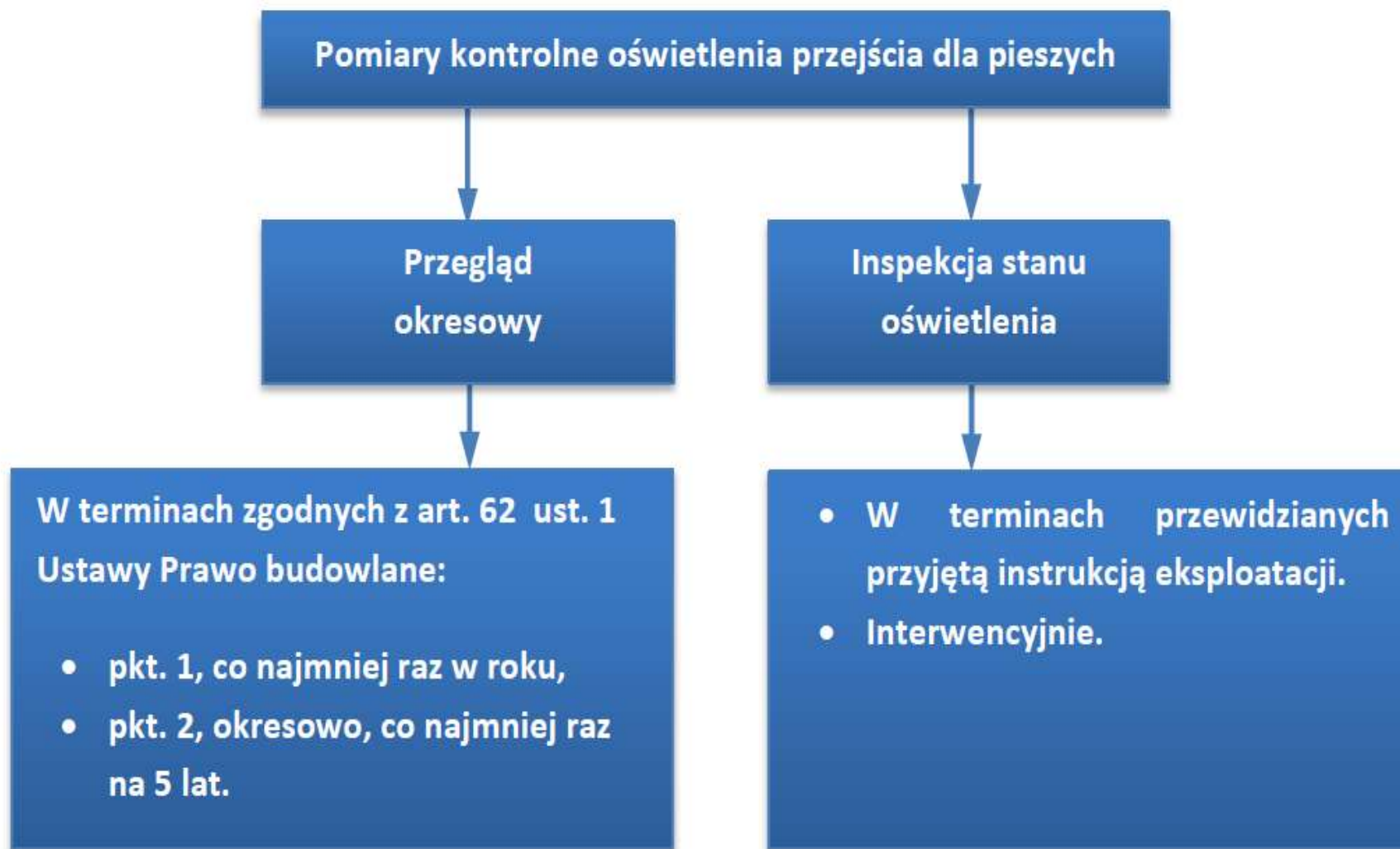
Utrzymanie parametrów oświetleniowych



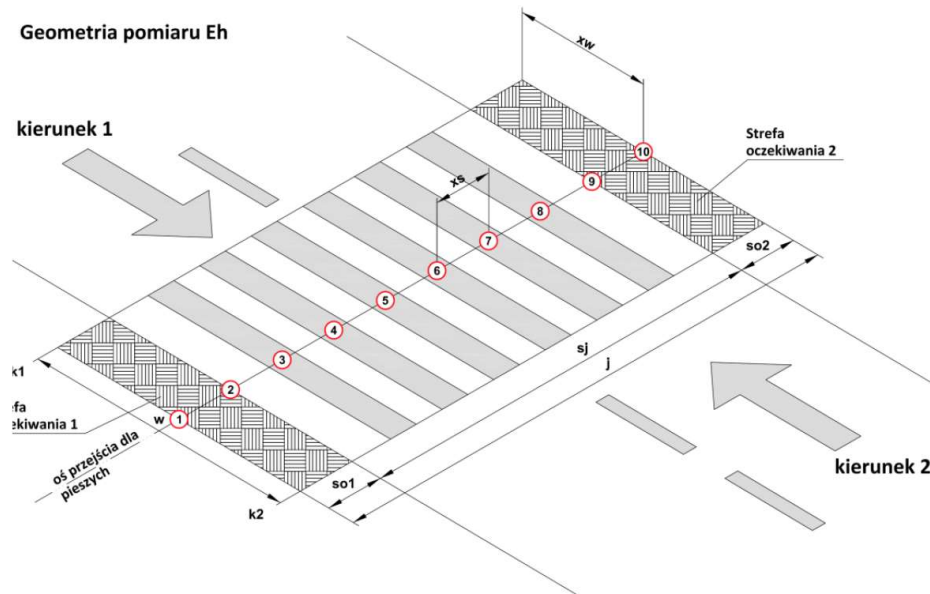
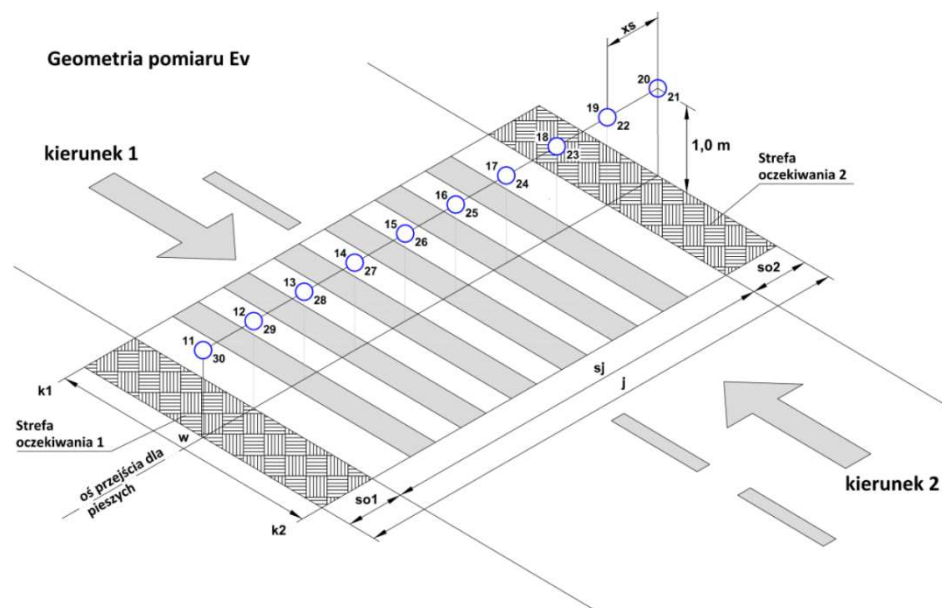
Monitorowanie stanu warunków oświetleniowych

1. W celu zapewnienia wysokiego poziomu bezpieczeństwa pieszych oraz efektywnego wykorzystania infrastruktury oświetleniowej konieczne jest prowadzenie systematycznego monitorowania spełnienia zakładanych parametrów oświetleniowych na przejściu dla pieszych.
2. W celu ujednolicenia procesu monitorowania stanu warunków oświetleniowych opracowano **uproszczoną „Procedurę kontrolną prowadzenia pomiarów parametrów oświetleniowych na przejściach dla pieszych”**
3. Monitorowanie stanu warunków oświetleniowych powinno być prowadzone na **wszystkich przejściach dla pieszych**, a zarządca oświetlenia powinien gromadzić i przetwarzać dane w postaci systematycznie aktualizowanej bazy danych. W celu ułatwienia zapisu lokalizacji przejść dla pieszych i parametrów świetlnych w obszarze przejść dla pieszych zaleca się wykorzystanie systemów GIS.
4. Pomiary kontrolne oświetlenia przejścia dla pieszych należy realizować za pomocą „Procedury kontrolnej”, **co najmniej raz na 5 lat** (podczas przeglądu okresowego instalacji), w terminach przewidzianych przyjętą instrukcją eksploatacji oraz interwencyjnie w zależności od potrzeb.

Pomiary kontrolne



Pomiary kontrolne – siatki Ev i Eh



Pomiary kontrolne - Raport

Raport z pomiarów oświetlenia na przejściu dla pieszych Procedura kontrolna

Lp.	Parametry		Opis		
1	Nazwiska członków zespołu		Nowak K., Kowalski J., Malinowski A.		
2	Współrzędne GPS		52.28556, 21.03264		
3	Data i godzina pomiaru		2017.05.17 - 02:10		
4	Miejscowość / Ulica / Nr drogi / km		Warszawa / Rembielińska / - / -		
5	Skrzyżowanie/Zjazd		Julianowska / -		
6	Kategoria drogi		powiatowa		
7	Przekrój drogi		1x2		
8	Liczba pasów		2		
9	Stan techniczny drogi		dobry		
10	Kierunek 1 w stronę	k. ruchu	Julianowska	S	TAK
11	Kierunek 2 w stronę	k. ruchu	Bartnicza	N	TAK
12	Źródło światła na przejściu dla pieszych		metalohalogenkowe		
13	Odległość najbliższej oprawy ulicznej [m]		2		
14	Dodatkowe oświetlenie przejścia		nie		
15	Szerokość pola pomiarowego [m]		4		
16	Długość pola pomiarowego [m]		9		
17	Typ miernika natężenia oświetlenia		Sonel LXP-10A		

18. Wyniki pomiarów poziomego natężenia oświetlenia na przejściu dla pieszych E_h :

Opis	E_h [lx]									
Nr. pomiaru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
oś	128,2	134,5	124,5	103,1	88,5	80,3	75,7	70,2	68,1	60,7

19. Obliczenia parametrów poziomego natężenia oświetlenia na przejściu dla pieszych E_h :

$E_{h,1}$	$E_{h,2}$	$E_{h,3}$	$U_{0,1}$
[lx]	[lx]	[lx]	[-]
93,38	60,70	134,50	0,65

20. Wyniki pomiarów pionowego natężenia oświetlenia na przejściu dla pieszych E_v :

Opis	E_v [lx]									
Nr. pomiaru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
w k1 1,0 m	8,1	8,4	9,3	9,9	10,5	8,9	9,0	9,2	9,9	8,5
w k2 1,0 m	69,6	99,4	101,1	95,9	70,7	51,4	42,9	38,3	30,3	26,4

21. Obliczenia parametrów pionowego natężenia oświetlenia na przejściu dla pieszych E_v :

Opis	$E_{v,1}$	$E_{v,2}$	$E_{v,3}$	$U_{0,2}$
kierunek	[lx]	[lx]	[lx]	[-]
w kierunku 1	9,17	8,10	10,50	0,88
w kierunku 2	62,60	26,40	101,10	0,42

22. Oświetlenie uliczne:

Przebieg oświetlony oprawami oświetlenia ulicznego, dwoma oprawami metalohalogenkowymi zainstalowanymi na podwójnym wysięgniku typu V 60 stopni, na wysokości 10m. Wzdłuż ul. Rembielińskiej nowa, sprawna instalacja oświetleniowa w ustawieniu jednostronnym. Bardzo dobre warunki oświetleniowe na przejściu dla pieszych. Kierunek 2 jest zdecydowanie lepiej doświetlony niż kierunek 1.

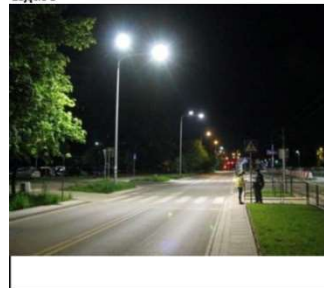
23. Uwagi dodatkowe i zalecenia dotyczące oświetlenia przejścia dla pieszych:

Brak uwag.

Raport z pomiarów oświetlenia na przejściu dla pieszych Procedura kontrolna

24. Dokumentacja zdjęciowa:

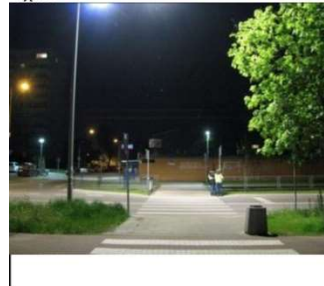
Zdjęcie 1



Zdjęcie 2



Zdjęcie 3



Zdjęcie 4



Zdjęcie 5



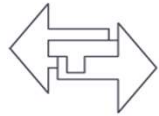
Zdjęcie 6



.....
miejscowość, data, czytelny podpis

Wnioski

- Zaproponowane zasady nawiązują do wymagań normy:
PN-EN 13201:2016 Oświetlenie dróg.
- **Uporządkowano i ujednolicono** zasady odbioru instalacji oświetleniowych stosowanych na przejściach dla pieszych wyposażonych w rozwiązanie dedykowane.
- Wprowadzono wzory dokumentów – **Raport z pomiarów oświetlenia na przejściu dla pieszych.**
- Należy stosować procedury: **projektowe, pomiarowe, odbiorcze i kontrolne.**
- **Wdrażanie wytycznych musi być realizowane na podstawie inspekcji parametrów oświetleniowych przed rozpoczęciem i po zakończeniu inwestycji i w trakcie eksploatacji.**



**Wydział
Transportu**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA



**Wydział
Elektryczny**

POLITECHNIKA WARSZAWSKA

EWALUACJA PROJEKTU – PRZYKŁADY I ANALIZY



**dr hab. inż. Piotr Tomczuk, prof. uczelni
Wydział Transportu Politechnika Warszawska**

dr inż. Marcin Chrzanowicz

Wydział Elektryczny Politechnika Warszawska

Oświetlenie przejść dla pieszych

PN-EN 13201:2016 Oświetlenie dróg



Oświetlenie przejścia - brak



Oświetlenie przejścia: dedykowane „V” LED

Oświetlenie przejść dla pieszych

PN-EN 13201:2016 Oświetlenie dróg

Oświetlenie przejścia dla pieszych za pomocą systemu **oświetlenia ulicznego**



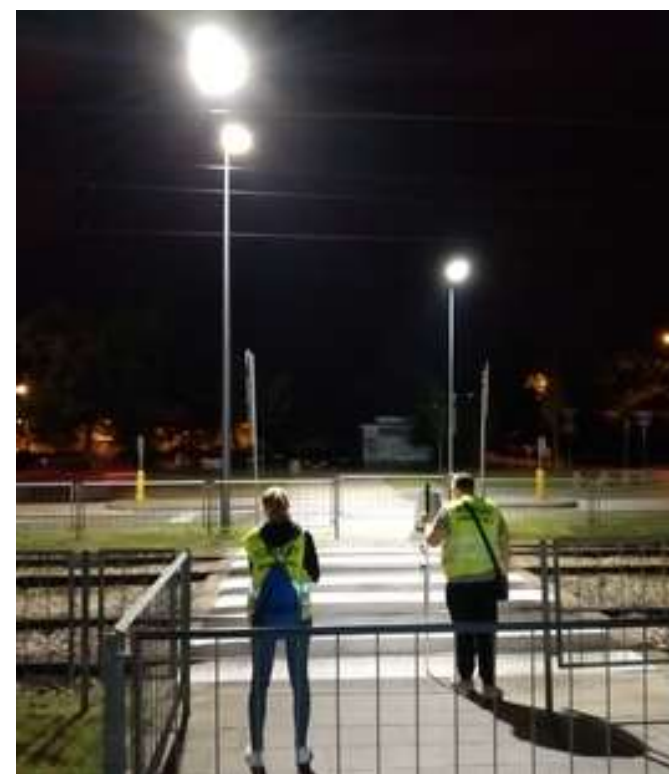
☐ **Masztowe** – rozległe skrzyżowania,
różne poziomy wysokości



☐ **Klasyczne oświetlenie uliczne**

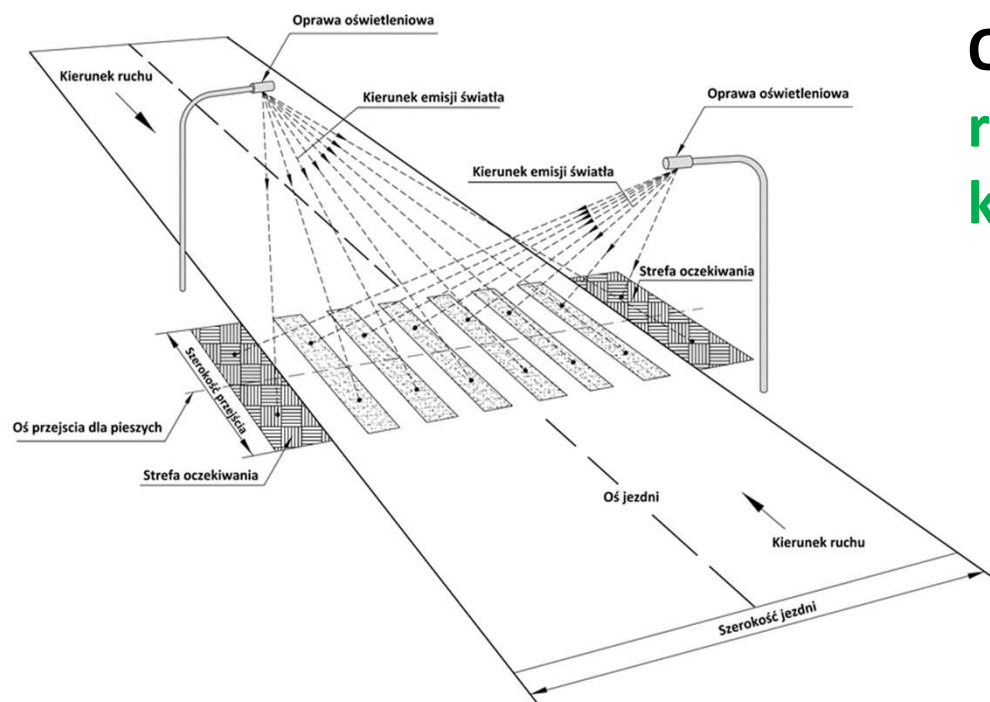
Oświetlenie przejść dla pieszych

Oświetlenie przejścia dla pieszych za pomocą **systemu dedykowanego** asymetrycznego w układzie krzyżowym pracującego z wykorzystaniem **kontrastu dodatniego**



Klasy PC - wytyczne

Oświetlenie przejść dla pieszych



Oświetlenie dedykowane –
rozwiązanie rekomendowane
kontrast dodatni

Optyka prawa

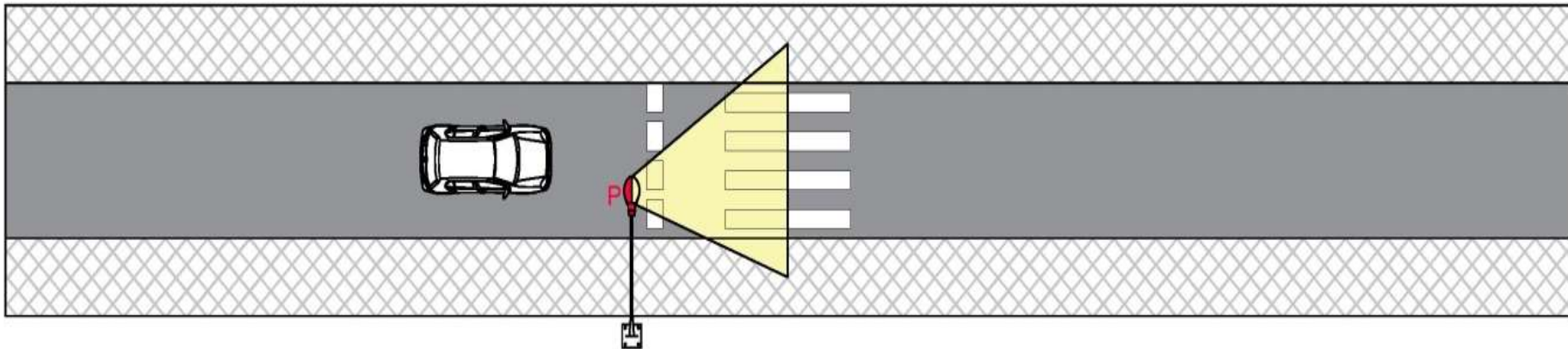


Optyka lewa

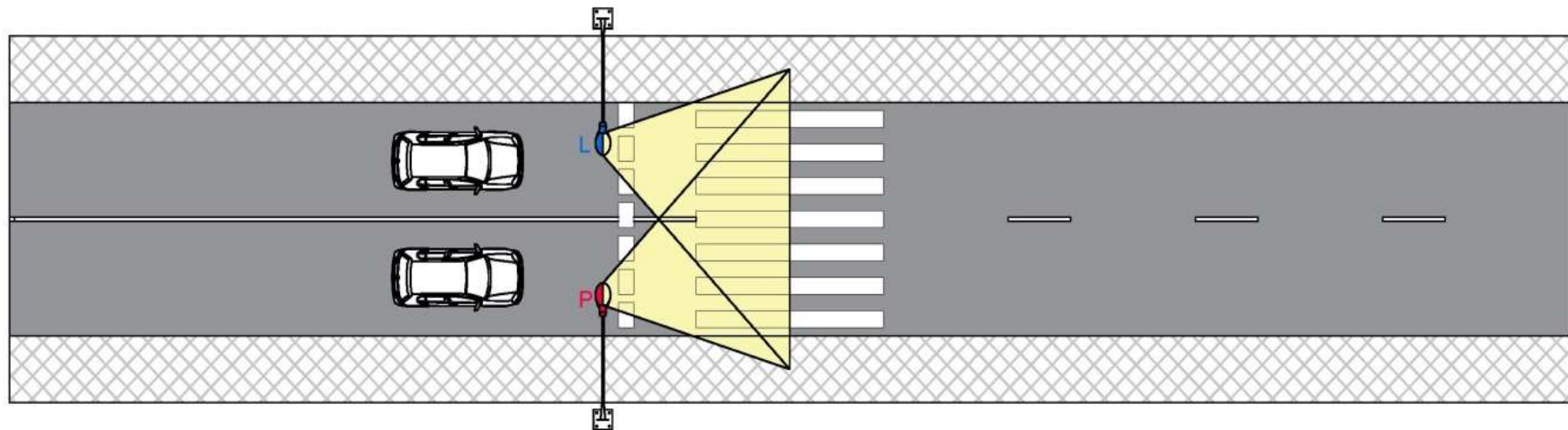


Oświetlenie przejść dla pieszych

Rozmieszczenie opraw asymetrycznych (oświetlenia dedykowanego wytwarzającego kontrast dodatni) w zależności od układu geometrycznego jezdni:



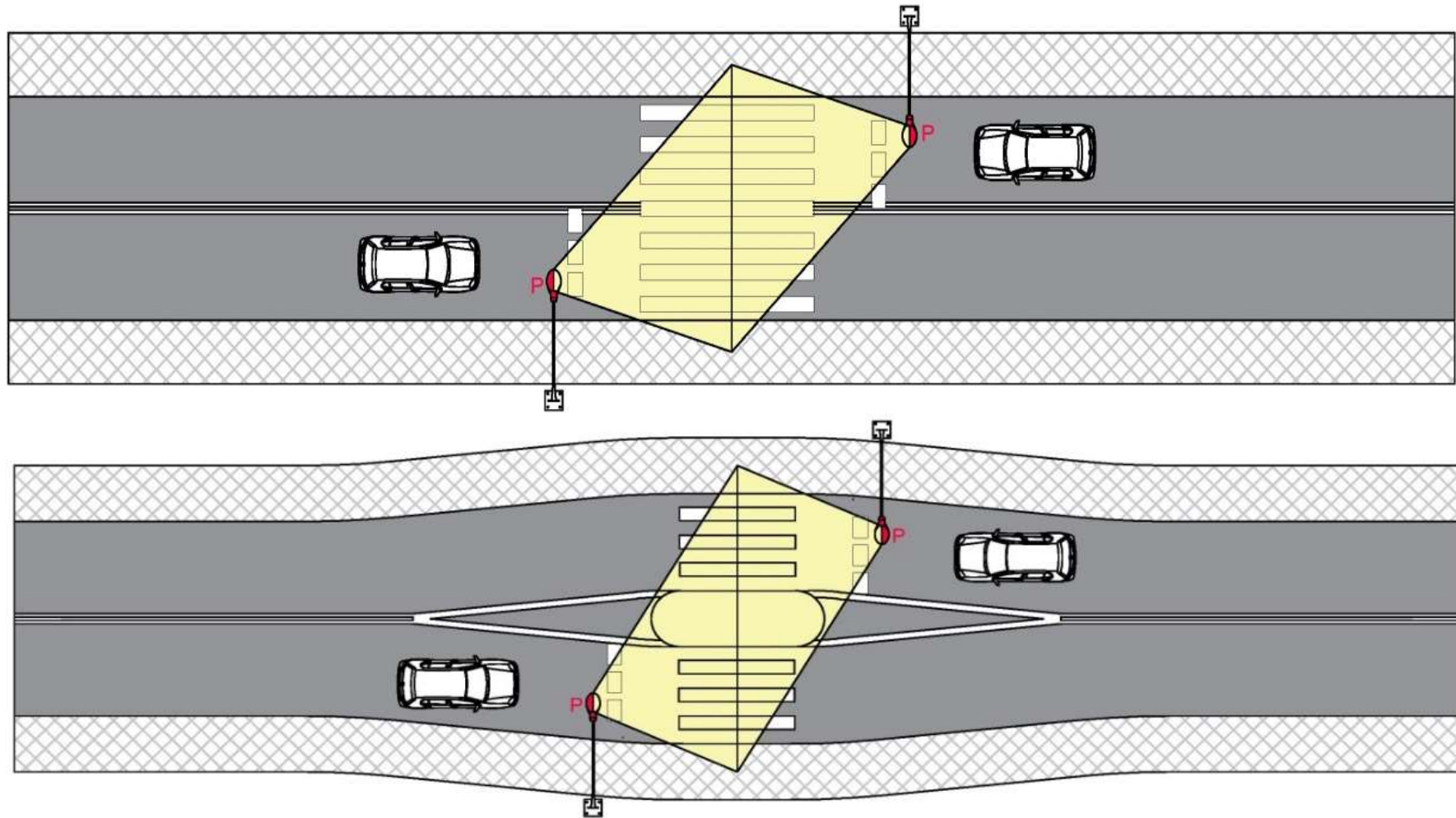
*Oprawa oświetleniowa na drodze **jednojezdniowej jednokierunkowej** (oprawa z optyką prawą)*



*Oprawy oświetleniowe na drodze **jednojezdniowej jednokierunkowej o dwóch pasach ruchu** w jednym kierunku (dwie oprawy z optyką **lewą i prawą**)*

Oświetlenie przejść dla pieszych

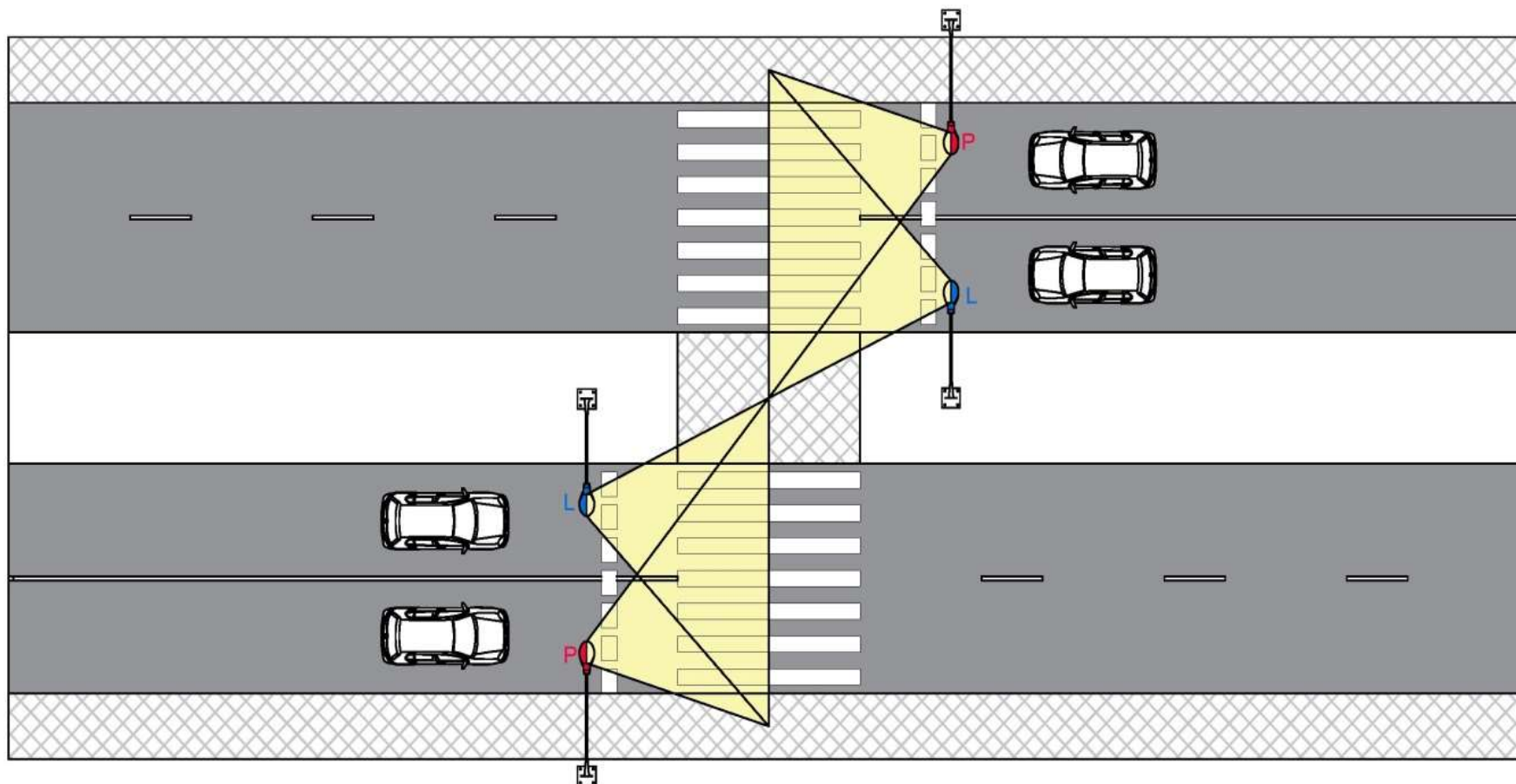
Rozmieszczenie opraw asymetrycznych (oświetlenia dedykowanego wytwarzającego kontrast dodatni) w zależności od układu geometrycznego jezdni:



Oprawy oświetleniowe na **drodze jednojezdniowej dwukierunkowej** o jednym pasie ruchu w każdym kierunku (dwie oprawy z optyką prawą)

Oświetlenie przejść dla pieszych

Rozmieszczenie opraw asymetrycznych (oświetlenia dedykowanego wytwarzającego kontrast dodatni) w zależności od układu geometrycznego jezdni:



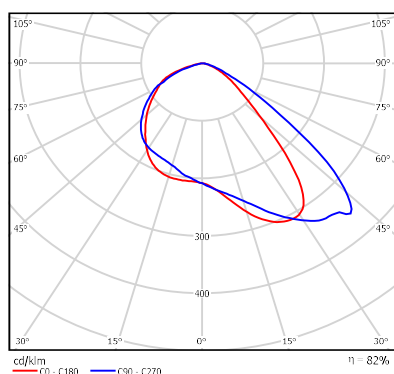
Oprawy oświetleniowe na drodze **dwujezdniowej dwukierunkowej** o dwóch pasie ruchu w każdym kierunku (dwie oprawy z optyką **prawą** oraz dwie z **optyką lewą**)

Projekt oświetlenia przejścia dla pieszych

Projekt oświetlenia przejścia



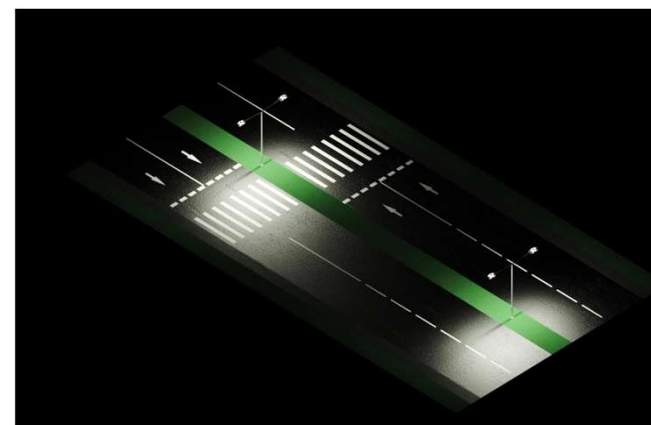
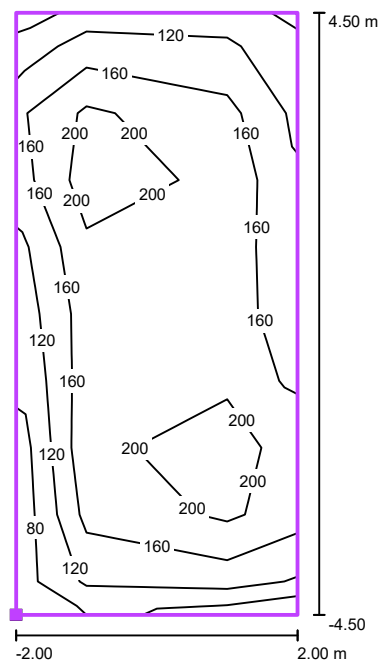
budowlany



wykonawczy



Obliczenia fotometryczne
(ważny element)



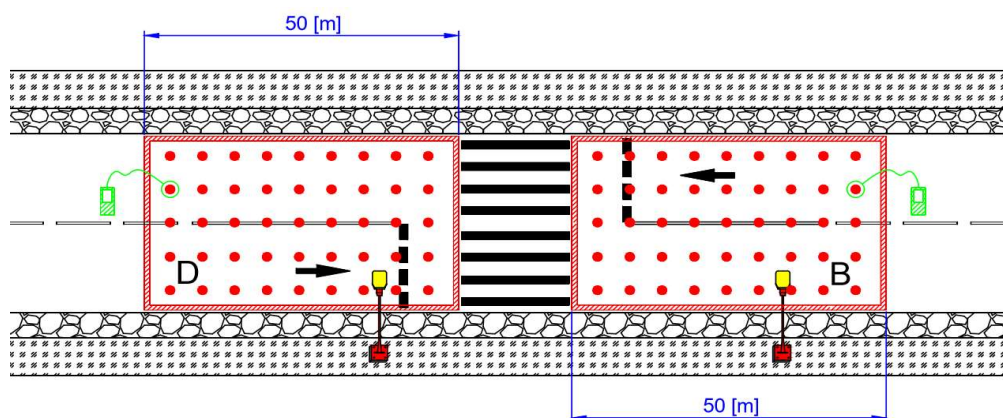
Oświetlenie przejść dla pieszych

Założenia projektowe:

- ❑ Inwentaryzacja stanu istniejącego (długość $7,0 + 2,0 = 9,0$ [m]; szerokość 4,0 m; droga jednojezdniowa, dwukierunkowa)
- ❑ Ustalenie klasy oświetlenia ulicznego po obu stronach przejścia (klasa C [lx])
- ❑ **Zaprojektowanie w oparciu o: „WYTYCZNE PRAWIDŁOWEGO OŚWIETLENIA PRZEJŚĆ DLA PIESZYCH”**

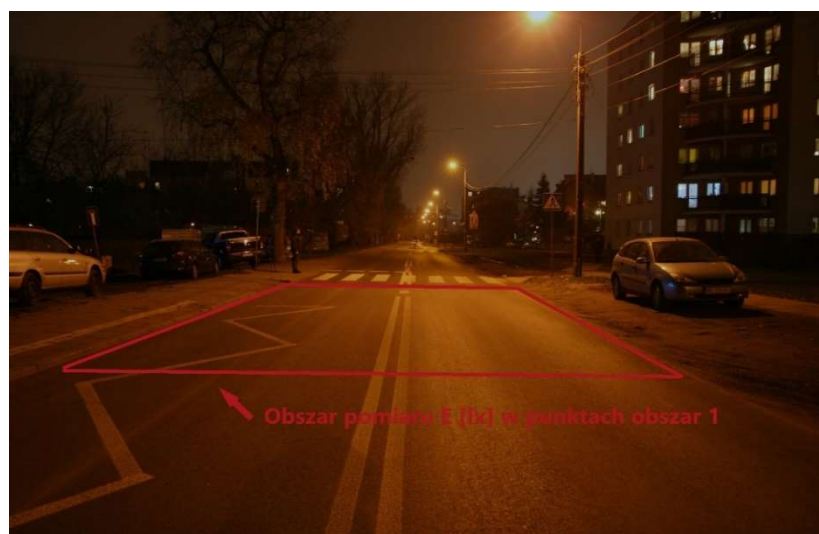


Wyznaczenie klasy oświetlenia drogi (C [lx]) do projektu



Obszar pomiaru
natężenia
oświetlenia:

obszar 1 (przed przejściem)



obszar 2 (za przejściem)



Poziom natężenia oświetlenia jezdni 50m za i przed przejściem dla pieszych

Parametr oświetleniowy	$E_{\text{śr}}$	E_{min}	E_{max}	U_{oh}	Klasa
	[lx]	[lx]	[lx]	[cd/m ²]	C
Obszar 1, strona - 1	15,26	6,35	43,64	0,42	C3
Obszar 2, strona - 2	12,18	5,33	39,31	0,44	C4

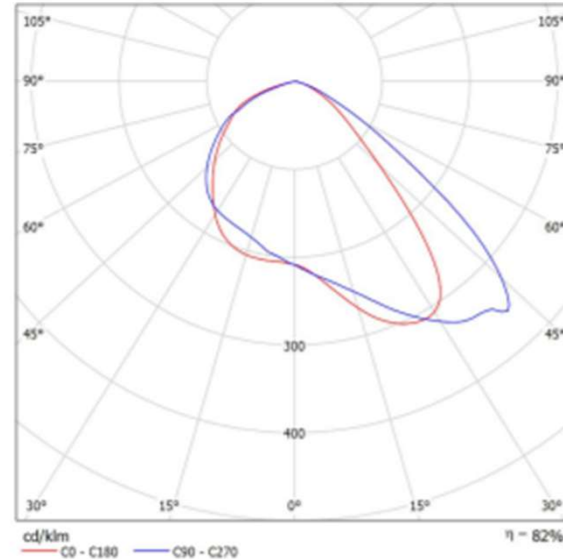
Oświetlenie przejść dla pieszych

Wymagania fotometryczne dla klas oświetlenia PC:

Oświetlenie jezdni		Oświetlenie przejścia dla pieszych					
Wartości przed i za przejściem		Poziom w klasie PC	Płaszczyzny pomiarowe				Punkty A, B, C, D, E, F
Poziom w klasie C	$E_{\text{śr}}^{1)}$		Pionowa		Pozioma		$E_{\text{v min}} (A, B \dots)$
	[lx] (eksploatacyjne min)		$E_{\text{v śr}}^{2)}$	U_{ov}	$E_{\text{h śr}}$	U_{oh}	
			[lx] (eksploatacyjne min)	[-] (min)	[lx] (eksploatacyjne min)	[-] (min)	[lx] (eksploatacyjne min)
C0	50	Brak konieczności stosowania rozwiązań dedykowanych					
C1	30	PC1	75	0,35	75	0,4	5,0
C2	20	PC2	50	0,35	50	0,4	4,0
C3	15	PC3	35	0,35	35	0,4	4,0
C4	10	PC4	25	0,35	25	0,4	3,0
C5	7,5	PC5	15	0,35	15	0,4	2,0

Projekt oświetlenia przejścia dla pieszych

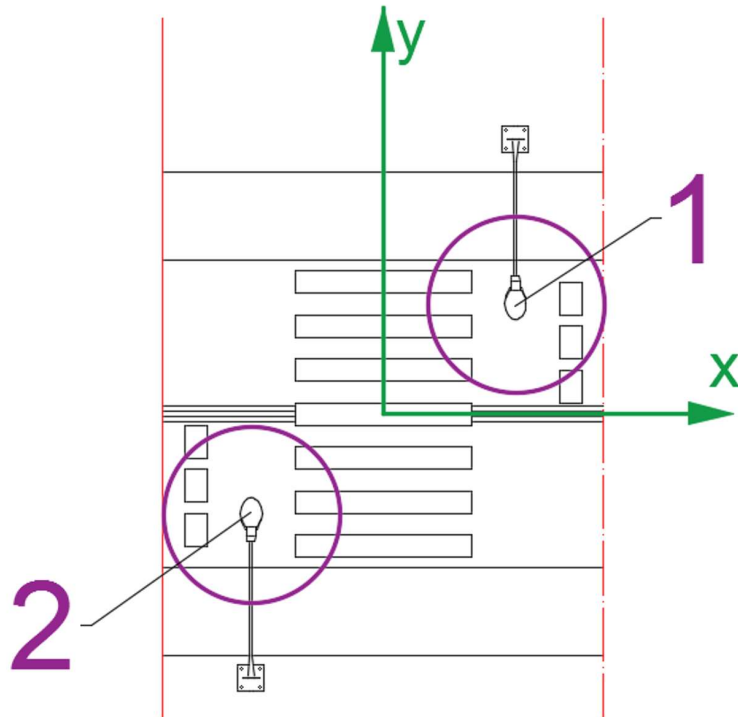
☐ Wybór opraw – przykładowa oprawa oświetleniowa



- ☐ 2 oprawy asymetryczne ustawione w układzie krzyżowym
- ☐ **Strumień świetlny każdej z opraw: 11677 [lm]** (strumień lampy 14236 lm)
- ☐ Moc oprawy: **99,0 [W]**
- ☐ Konstrukcja: 64 LED; wysterowane pradem: 500 [mA]

Projekt oświetlenia przejścia dla pieszych

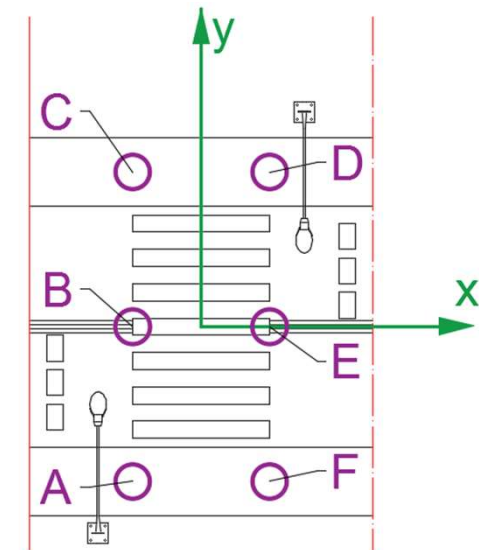
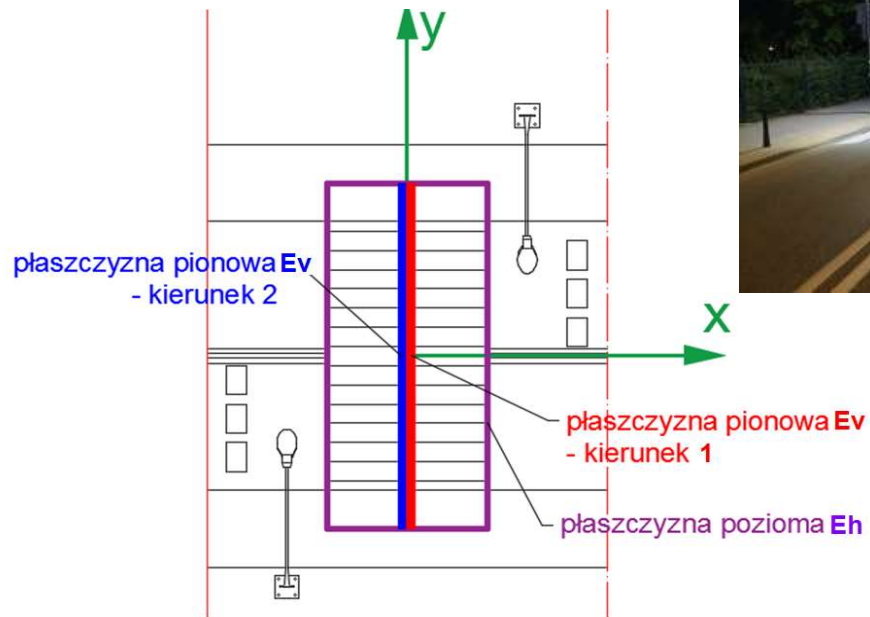
□ Rozmieszczenie opraw oświetleniowych



Nr.	Pozycja [m]			Rotacja [°]		
	X	Y	Z	X	Y	Z
1	3.000	3.500	6.500	0.0	0.0	180.0
2	-3.000	-3.500	6.500	0.0	0.0	0.0

Projekt oświetlenia przejścia dla pieszych

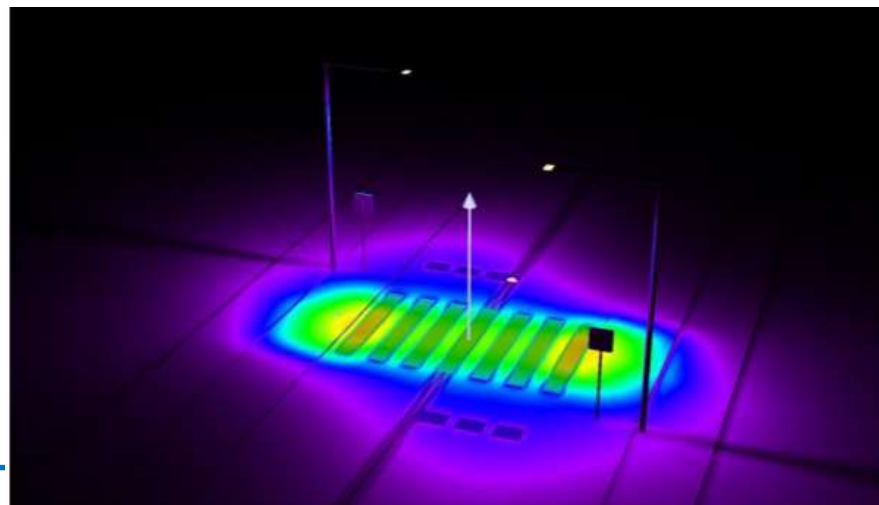
❑ Siatki obliczeniowe



Płaszczyzny:

- E_h
- E_{v1}
- E_{v2}

Punkty ABCDEF
(kier 1 i 2)



Projekt oświetlenia przejścia dla pieszych

□ Wyniki obliczeń

Parametr	Zakładana w klasie PC1	Obliczona w projekcie	Spełnienie warunku
Płaszczyzna pionowa $E_{v\text{śr}}$ kierunek 1 [lx]	75,00	83,00	✓
Płaszczyzna pionowa U_{ov} kierunek 1 [-]	0,35	0,48	✓
Płaszczyzna pionowa $E_{v\text{śr}}$ kierunek 2 [lx]	75,00	83,00	✓
Płaszczyzna pionowa U_{ov} kierunek 2 [-]	0,35	0,48	✓
Płaszczyzna pozioma $E_{h\text{śr}}$ [lx]	75,00	135,00	✓
Płaszczyzna pozioma U_{oh} [-]	0,40	0,70	✓
E_{vmin} w punktach A,B,C,D,E,F w kierunek 1 i 2 [lx]	5 lx	19,00	✓

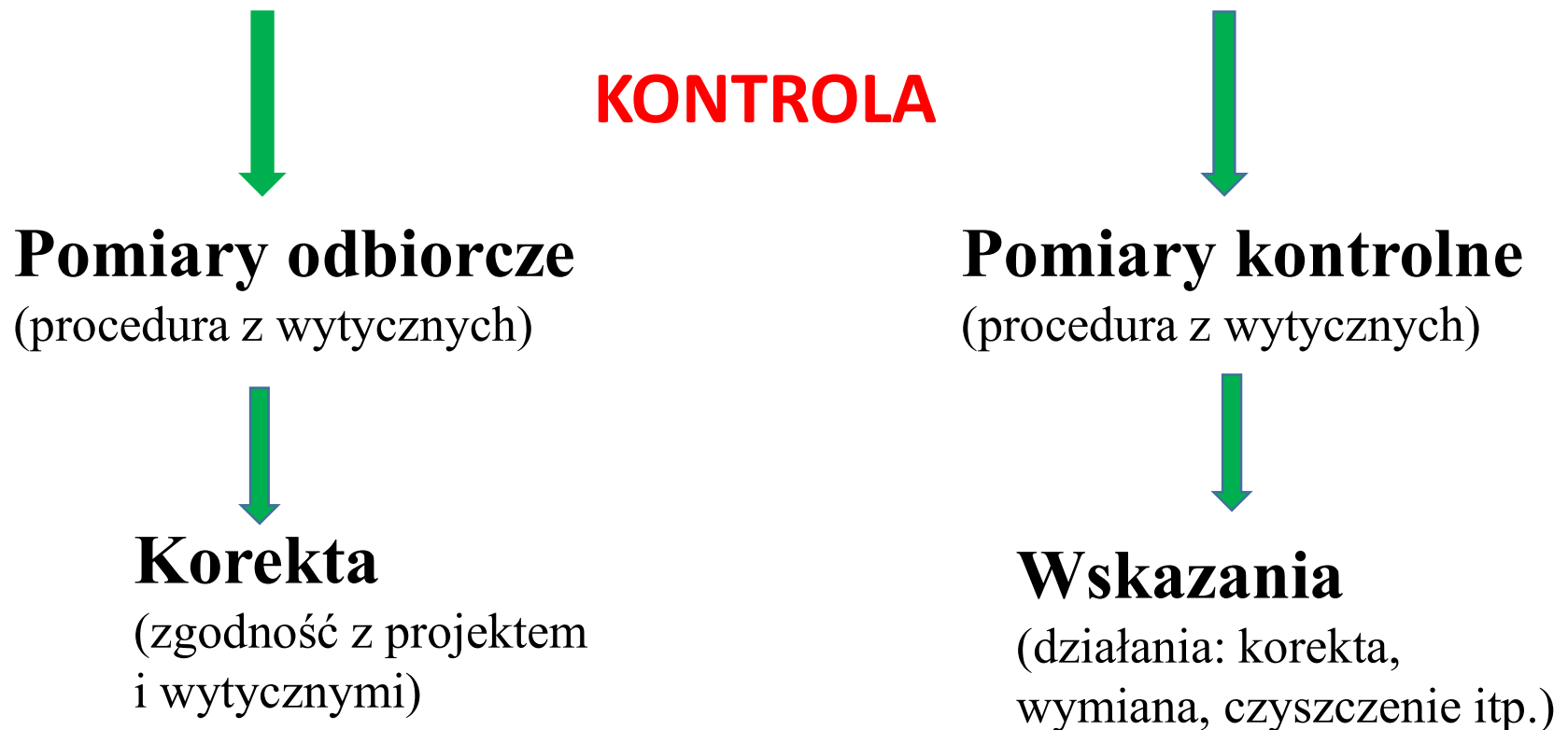


KONIEC projektu

Czy to oznacza, że na drodze też tak będzie?

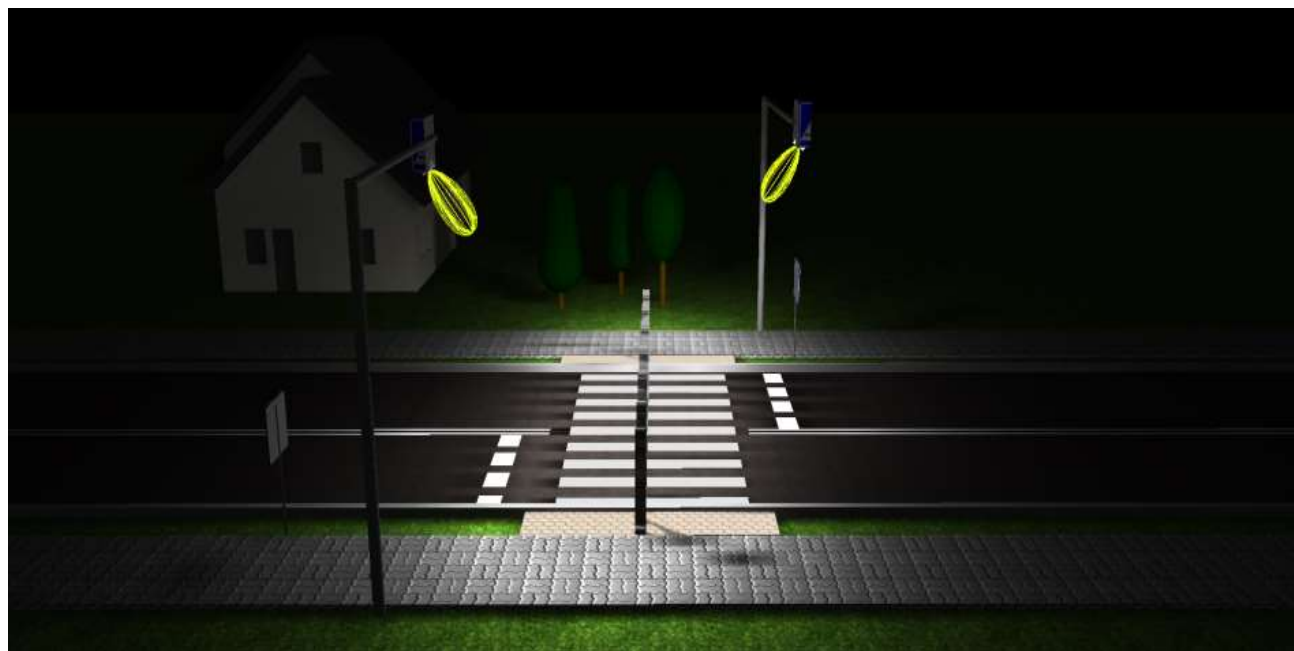
Weryfikacja projektu oświetlenia przejścia dla pieszych

Teza: montaż opraw asymetrycznych systemu dedykowanego opartego na kontraście dodatnim wymaga dużej precyzji i kontroli podczas eksploatacji.



Weryfikacja projektu oświetlenia przejścia dla pieszych

Czy błędy montażowe znacząco wpływają na jakość oświetlenia przejścia oraz na zgodność wyników pomiarów z założeniami projektowymi i poziomami zawartymi w wytycznych ?

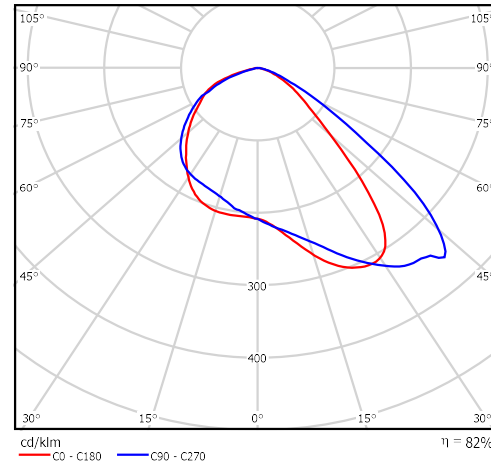
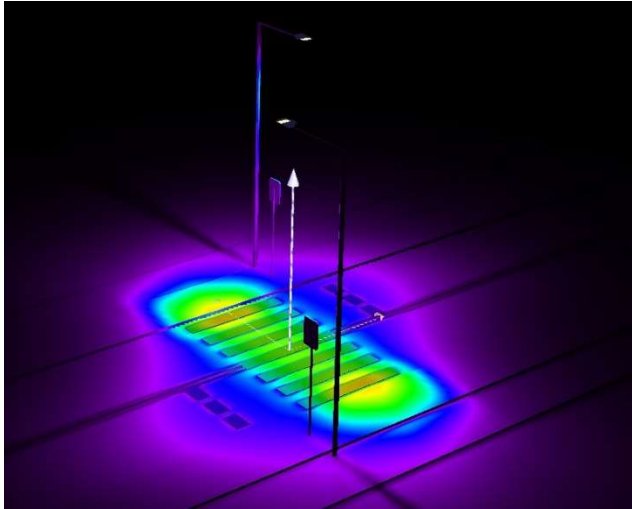


Analiza błędów montażu opraw oświetleniowych

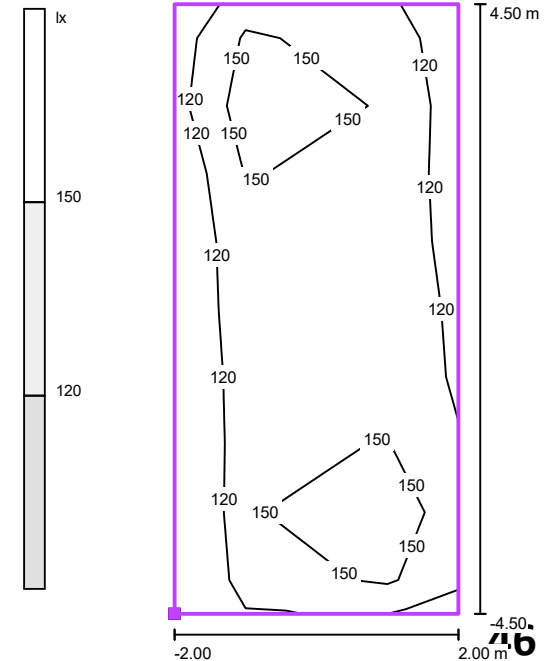
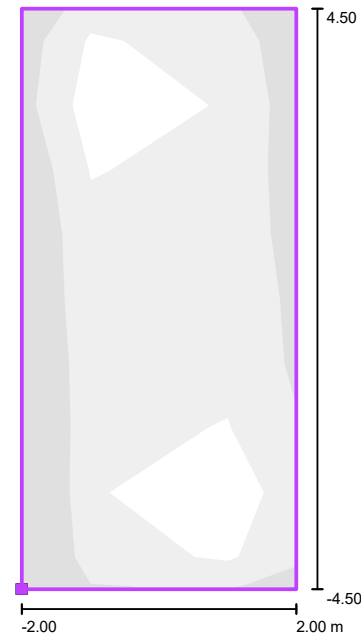
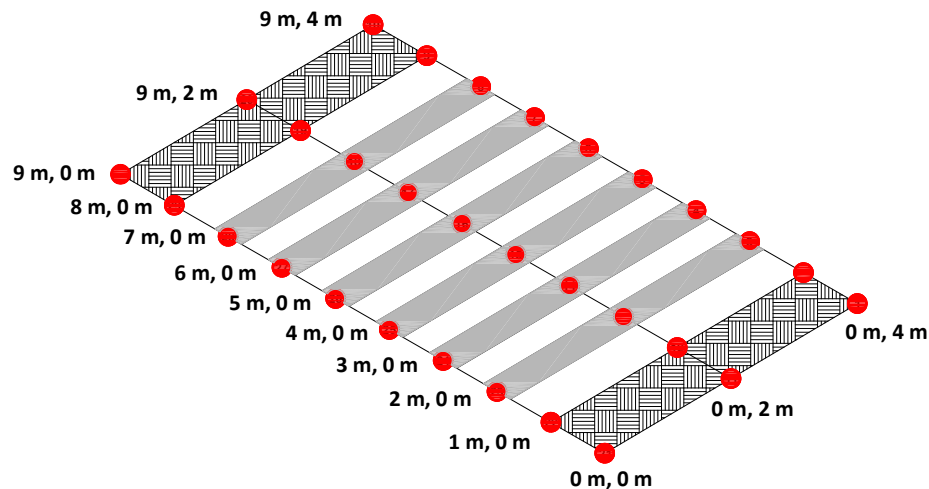
Lp.	Przkłady możliwych sytuacji montażowych oraz eksploatacyjnych generujących błędy w funkcjonowaniu oświetlenia dedykowanego
1	Właściwie zamontowane oprawy asymetryczne (przykład: wysokość montażu 6,5 m, prawidłowe kąty pochylenia oprawy – zgodne z projektem)
2	Niewłaściwie ustawiony kąt pochylenia oprawy (słupa) względem jezdni (przykład: oprawy podniesione o 3 ⁰ do góry)
3	Niewłaściwie ustawiony kąt oprawy (słupa) w płaszczyźnie poziomej (przykład: oprawy przechylone w stronę przejścia o 3 ⁰)
4	Jedna z opraw opada w wyniku niewłaściwego dokręcenia śrub montażowych (przykład: jedna oprawa opuszczona o 30 ⁰)
5	Nieprawidłowa wysokość montażu opraw asymetrycznych (przykład: obniżenie wysokości montażu z 6,5 m do 5,5 m)
6	Zamontowanie oprawy z niewłaściwą optyką (przykład: jedna z opraw systemu krzyżowego ma lewą zamiast prawej optyki)
7	Zamontowanie oprawy z niewłaściwą optyką (przykład: jedna z opraw systemu dedykowanego na drodze jednokierunkowej ma niewłaściwą optykę – dwie oprawy z optyką prawa a jedna powinna mieć lewą)

Projekt oświetlenia przejścia dla pieszych

1. Poprawne ustawienie opraw oświetleniowych (płaszczyzna E_h)



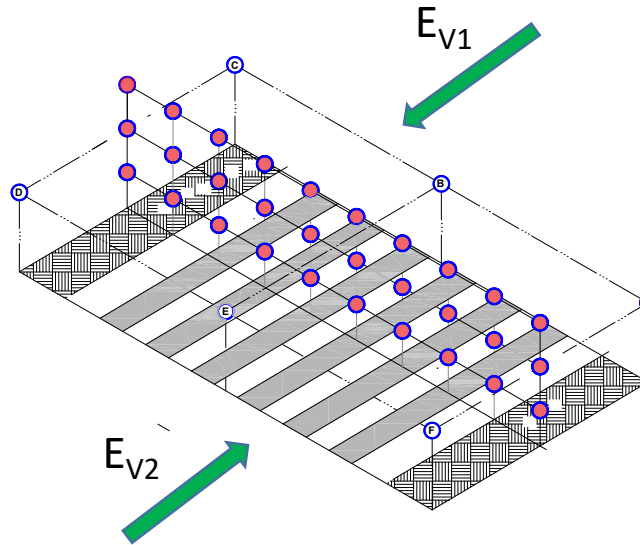
punkt [m]	natężenie E_h [lx]		
9	115	161	94
8	143	196	103
7	130	190	102
6	115	171	106
5	115	170	111
4	111	170	115
3	106	171	115
2	102	190	130
1	103	196	143
0	94	161	115
punkt [m]	0	2	4



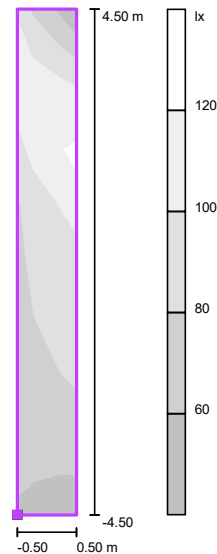
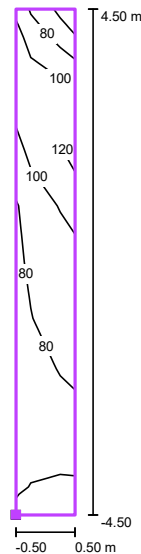
Projekt oświetlenia przejścia dla pieszych

1. Poprawne ustawienie opraw oświetleniowych (płaszczyzna E_v)

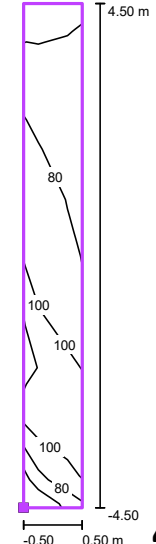
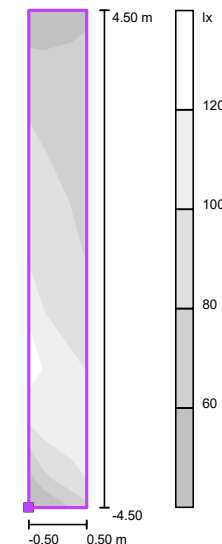
punkt [m]	natężenie E_{v2} [lx]		
9	88	66	<u>41</u>
8	112	103	82
7	113	125	<u>127</u>
6	86	100	124
5	81	86	95
4	79	84	92
3	75	80	89
2	71	73	79
1	67	63	64
0	56	51	50
punkt [m]	0	0,5	1



punkt [m]	natężenie E_{v1} [lx]		
9	50	51	56
8	64	63	67
7	79	73	71
6	89	80	75
5	92	84	79
4	95	86	81
3	124	100	86
2	<u>127</u>	126	113
1	83	104	112
0	<u>41</u>	67	88
punkty [m]	0	0,5	1



Optyka prawa

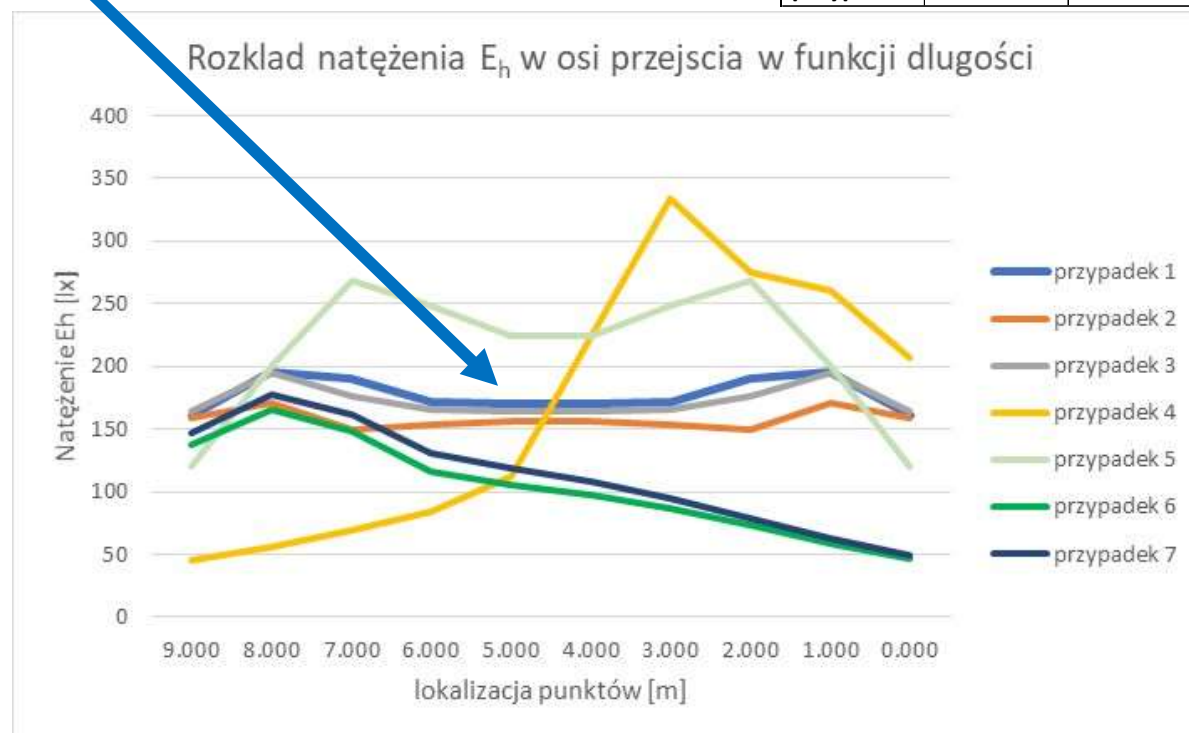


Analiza błędów montażu opraw oświetleniowych

Analiza wyników

- **Płaszczyzna pozioma E_h**
(oś przejścia dla pieszych)

Płaszczyzna pozioma punkty przez oś przejścia (współrzędna 2 [m] - dialux)							
punkt [m]	natężenie E_h [lx]						
9	161	159	164	45	120	138	147
8	196	171	195	56	201	166	177
7	190	149	176	69	269	148	162
6	171	153	165	84	249	116	131
5	170	156	164	112	224	105	119
4	170	156	164	225	224	97	108
3	171	153	165	334	249	87	95
2	190	149	176	275	269	74	79
1	196	171	195	260	201	59	63
0	161	159	164	207	120	47	49
przypadek	1	2	3	4	5	6	7



Przypadki możliwych odstępstw montażowych

1	Poprawne ustawienie opraw
2	Podniesione do góry (3°)
3	Przechylone w stronę przejścia (3°)
4	Jedna z opraw opuszczona w dół (30°)
5	Niewłaściwa wysokość montażu
6	Niewłaściwa optyka 1 oprawy (droga dwukierunkowa)
7	Niewłaściwa optyka 1 oprawy (droga jednokierunkowa)

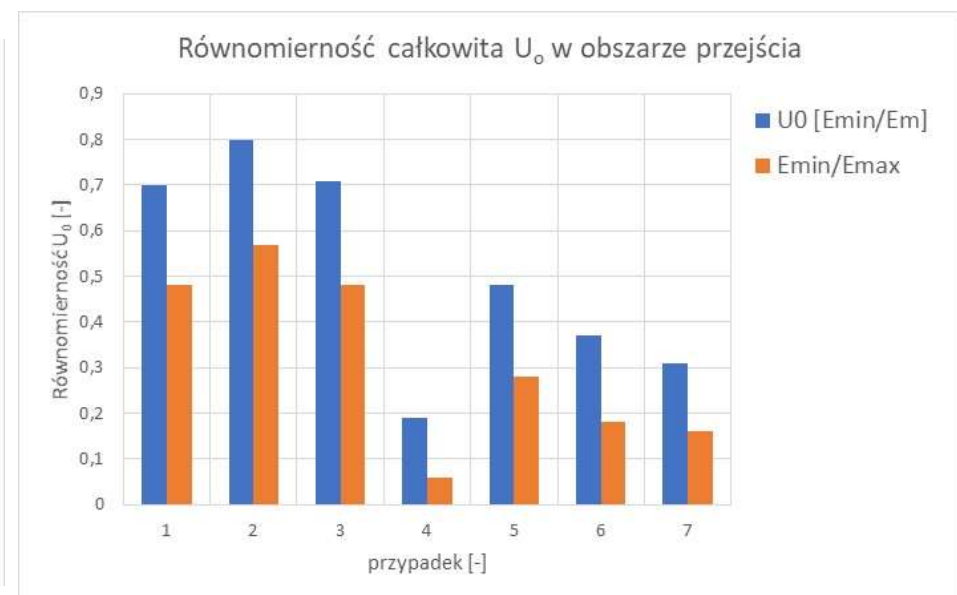
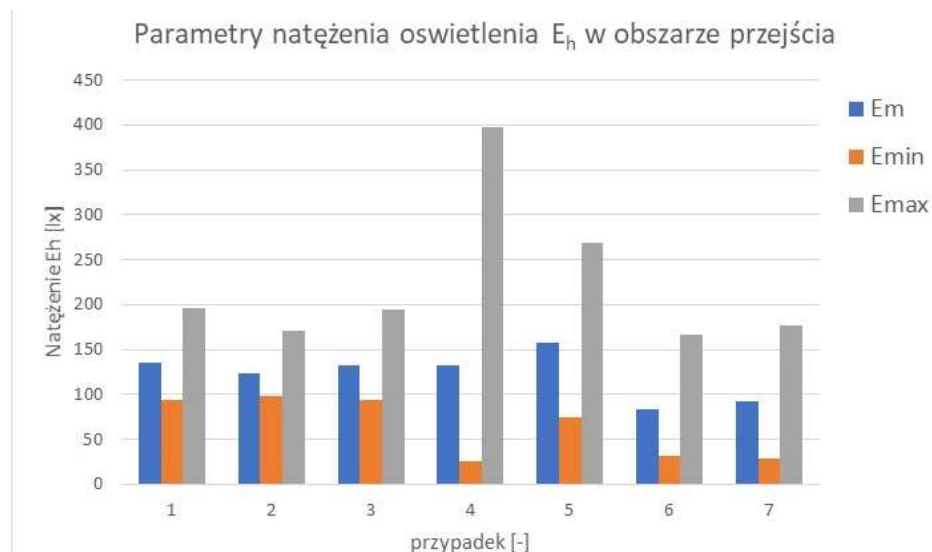
Analiza błędów montażu opraw oświetleniowych

Analiza wyników

- Płaszczyzna pozioma E_h (analiza parametrów całego obszaru)

Płaszczyzna pozioma E_h (cały obszar)							
parametr	natężenie [lx] / równomierność [-]						
Em [lx]	135	123	133	132	157	83	93
Emin [lx]	94	98	94	26	<u>74</u>	31	28
Emax [lx]	196	171	195	398	269	166	177
Emin/Em	0,7	0,8	0,71	0,19	0,48	0,37	0,31
Emin/ Emax	<u>0,48</u>	<u>0,57</u>	<u>0,48</u>	0,06	0,28	0,18	0,16
przypadek	1	2	3	4	5	6	7

Przypadki możliwych odstępstw montażowych	
1	Poprawne ustawienie opraw
2	Podniesione do góry (3^0)
3	Przechylone w stronę przejścia (3^0)
4	Jedna z opraw opuszczona w dół (30^0)
5	Niewłaściwa wysokość montażu
6	Niewłaściwa optyka 1 oprawy (droga dwukierunkowa)
7	Niewłaściwa optyka 1 oprawy (droga jednokierunkowa)



Analiza błędów montażu opraw oświetleniowych

Analiza wyników

- Płaszczyzna pionowa E_v (kierunek 2)

Płaszczyzna pionowa: punkty przez środek przejścia na wysokości 1 m (kierunek 2)							
punkt [m]	natężenie E_v [lx]						
9	41,0	65,0	49,0	5,5	22,0	39,0	65,0
8	82,0	101,0	96,0	7,3	40,0	79,0	112,0
7	127,0	124,0	132,0	0,8	79,0	122,0	159,0
6	124,0	97,0	126,0	15,0	135,0	119,0	153,0
5	95,0	86,0	96,0	26,0	112,0	89,0	116,0
4	92,0	86,0	92,0	53,0	113,0	86,0	105,0
3	89,0	83,0	88,0	103,0	118,0	81,0	95,0
2	79,0	73,0	79,0	120,0	106,0	70,0	80,0
1	64,0	61,0	66,0	120,0	81,0	55,0	63,0
0	50,0	48,0	52,0	96,0	59,0	42,0	48,0
przypadek	1	2	3	4	5	6	7



Przypadki możliwych odstępstw montazowych	
1	Poprawne ustawienie opraw
2	Podniesione do góry (3°)
3	Przechylone w stronę przejścia (3°)
4	Jedna z opraw opuszczona w dół (30°)
5	Niewłaściwa wysokość montażu
6	Niewłaściwa optyka 1 oprawy (droga dwukierunkowa)
7	Niewłaściwa optyka 1 oprawy (droga jednokierunkowa)

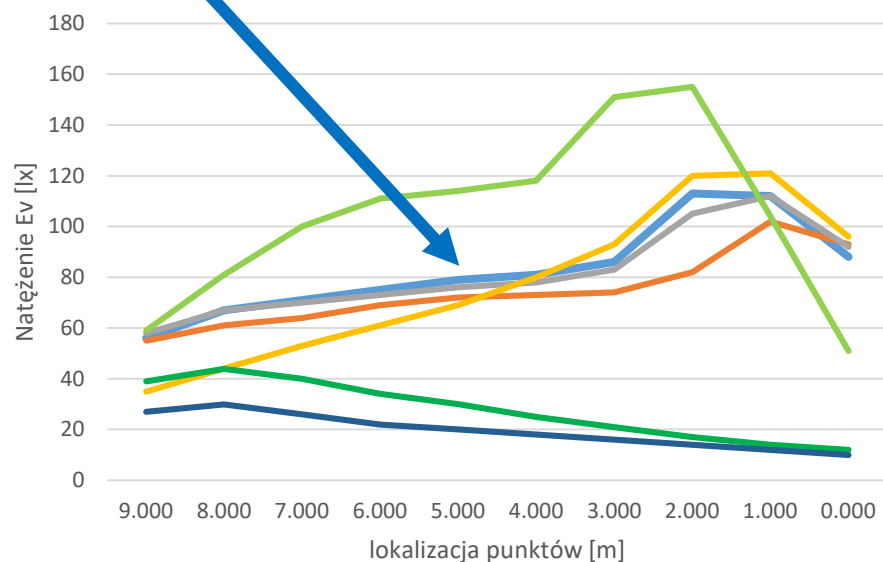
Analiza błędów montażu opraw oświetleniowych

Analiza wyników

- Płaszczyzna pionowa E_v (kierunek 1)

Płaszczyzna pionowa: punkty przez środek przejścia na wysokości 1 m (kierunek 1)							
punkt [m]	natężenie E_v [lx]						
9	56	55	58	<u>35</u>	59	39	27
8	67	61	67	44	81	<u>44</u>	<u>30</u>
7	71	64	70	53	100	40	26
6	75	69	73	61	111	34	22
5	79	72	76	69	114	30	20
4	81	73	78	80	118	25	18
3	86	74	83	93	151	21	16
2	113	82	105	120	<u>155</u>	17	14
1	112	102	112	121	104	14	12
0	88	93	92	96	51	12	10
przypadek	1	2	3	4	5	6	7

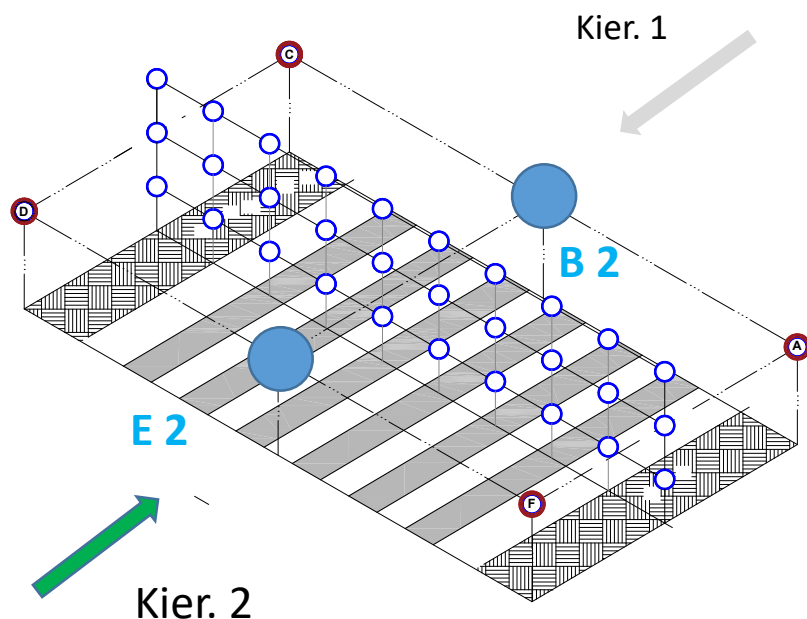
Rozkład natężenia E_v w osi przejścia na wysokości 1 [m]
w funkcji długości



Przypadki możliwych odstępstw montażowych	
1	Poprawne ustawienie opraw
2	Podniesione do góry (3^0)
3	Przechylone w stronę przejścia (3^0)
4	Jedna z opraw opuszczona w dół (30^0)
5	Niewłaściwa wysokość montażu
6	Niewłaściwa optyka 1 oprawy (droga dwukierunkowa)
7	Niewłaściwa optyka 1 oprawy (droga jednokierunkowa)

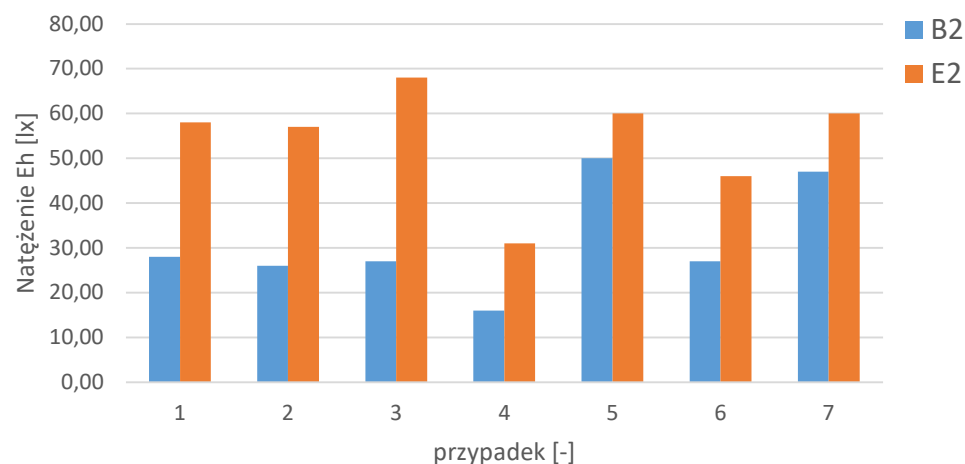
Analiza błędów montażu opraw oświetleniowych

Analiza wyników (punkty charakterystyczne ABCDEF z kierunku 1 i 2)



Punkty charakterystyczne ABCDEF z kierunku 1 i 2							
punkt [-]	natężenie E_v [lx] (min. 2 - 5 lx)						
D1	42,00	54,00	55,00	51,00	29,00	12,00	11,00
E1	57,00	57,00	67,00	65,00	59,00	26,00	23,00
F1	48,00	46,00	51,00	<u>29,00</u>	42,00	34,00	27,00
A1	23,00	23,00	24,00	20,00	32,00	<u>17,00</u>	<u>4,72</u>
B1	28,00	26,00	27,00	26,00	50,00	14,00	3,20
C1	20,00	25,00	16,00	20,00	8,93	7,47	3,06
F2	42,00	54,00	55,00	10,00	29,00	38,00	53,00
E2	58,00	57,00	68,00	31,00	60,00	46,00	60,00
D2	49,00	46,00	52,00	63,00	43,00	29,00	33,00
C2	23,00	23,00	24,00	35,00	<u>32,00</u>	20,00	30,00
B2	28,00	26,00	27,00	16,00	50,00	27,00	47,00
A2	20,00	25,00	16,00	2,90	8,95	18,00	36,00
przypadek	1	2	3	4	5	6	7

Parametry natężenia oświetlenia w punkcie B2 i E2



Przypadki możliwych odstępstw montażowych	
1	Poprawne ustawienie opraw
2	Podniesione do góry (3°)
3	Przechylone w stronę przejścia (3°)
4	Jedna z opraw opuszczona w dół (30°)
5	Niewłaściwa wysokość montażu
6	Niewłaściwa optyka 1 oprawy (droga dwukierunkowa)
7	Niewłaściwa optyka 1 oprawy (droga jednokierunkowa)

Ewaluacja projektu oświetlenia przejścia dla pieszych

Podsumowując:

☐ **Projekt wykonany zgodnie z wytycznymi**

- ☐ określona klasa oświetleniowa jezdni
- ☐ właściwy dobór rozwiązania
- ☐ spełnienie wymagań klas PC

☐ **Odbiór instalacji**

- ☐ Pomiary
- ☐ korekty, wskazania (precyzja montażu)

☐ **Eksploatacja instalacji**

- ☐ Pomiary kontrolne
- ☐ zalecenia



KONTROLA

Od dzisiaj będziemy regularnie kontrolować stan oświetlenia przejeżdżalnic dla pieszych



VIII KRAKOWSKIE DNI BEZPIECZEŃSTWA RUCHU DROGOWEGO 2021
24-26 lutego 2021 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl