
W Y M A G A N I A T E C H N I C Z N E
W Z O R C E I S T A N D A R D Y

WYTYCZNE ORGANIZACJI BEZPIECZNEGO RUCHU PIESZYCH

**WYTYCZNE PRAWIDŁOWEGO OŚWIETLENIA
PRZEJŚĆ DLA PIESZYCH**

	Przygotowanie inwestycji
	Budowa
Standard	Przebudowa
	Remont
	Utrzymanie

Opracowano: grudzień 2017 r.
Rekomendowano: 20 lipca 2018 r.

Opracowanie dostępne na stronie www.mib.bip.gov.pl w zakładce „Wzorce i standardy”.



MINISTERSTWO
INFRASTRUKTURY



Krajowa Rada
BEZPIECZEŃSTWA
RUCHU DROGOWEGO

Ministerstwo Infrastruktury
Sekretariat Krajowej Rady Bezpieczeństwa Ruchu Drogowego
ul. T. Chałubińskiego 4/6, 00-928 Warszawa
tel. (22) 630 12 55; www.mi.gov.pl

**Opracowanie wykonano na zlecenie
Skarbu Państwa – Ministra Infrastruktury
w ramach umowy nr SKR-U-162/17 z dnia 18 września 2017 r.**

Wykonawca:

<p>FUNDACJA ROZWOJU INŻYNIERII LĄDOWEJ</p> 	 <p>POLITECHNIKA GDAŃSKA WYDZIAŁ INŻYNIERII LĄDOWEJ I ŚRODOWISKA</p>
 <p>Instytut Badawczy Dróg i Mostów</p>	 <p>Wydział Transportu POLITECHNIKA WARSZAWSKA</p>

Zespół autorski:

dr hab. inż. Kazimierz Jamroz, prof. PG – kierownik projektu,
dr hab. inż. Piotr Tomczuk, prof. PW – autor prowadzący w zakresie oświetlenia,
mgr inż. Tomasz Mackun – autor prowadzący w zakresie inżynierii drogowej,
dr inż. Marcin Chrzanowicz



MINISTER INFRASTRUKTURY

Andrzej Adamczyk

Warszawa, dnia 20 lipca 2018 r.

SKR.1.033.1.2018.KD.1

NK: 81194/18

REKOMENDACJA

Na podstawie art. 17 ust. 3 ustawy z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz. U. z 2017 r. poz. 2222, z późn. zm.) rekomenduję do stosowania w zakresie przygotowania inwestycji, budowy, przebudowy, remontu oraz utrzymania dróg publicznych, jako standard, opracowanie pt.:

„Wytyczne organizacji bezpiecznego ruchu pieszych – wytyczne prawidłowego oświetlenia przejść dla pieszych”

wykonane przez konsorcjum w składzie: Fundacja Rozwoju Inżynierii Lądowej, Politechnika Gdańska oraz Instytut Badawczy Dróg i Mostów, w Partnerstwie z Politechniką Warszawską, na zlecenie Skarbu Państwa – Ministra Infrastruktury.

Przedmiotowe opracowanie nie stanowi przepisów techniczno-budowlanych, w rozumieniu art. 7 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2017 r. poz. 1332, z późn. zm.), i – zgodnie z art. 17 ust. 4 ustawy o drogach publicznych – przeznaczone jest do dobrowolnego stosowania.

SPIS TREŚCI

1. Wstęp	1
1.1 Cel i zakres wytycznych.....	1
1.2 Podstawy formalne.....	1
1.3 Podstawowe pojęcia i definicje	2
2. Założenia do zasad oświetlenia przejść dla pieszych	6
2.1 Wymagania funkcjonalne oświetlenia przejść dla pieszych.....	6
2.2 Analiza jakości oświetlenia w fazach cyklu życia rozwiązania oświetleniowego.....	6
3. Ocena konieczności oświetlenia przejść dla pieszych	8
3.1 Procedura.....	8
3.2 Ustalenie ogólnych wymagań konieczności oświetlenia przejść dla pieszych.....	8
3.3 Analiza konieczności oświetlenia przejścia dla pieszych na obszarach nieoświetlonych	9
4. Ustalenie poziomu oświetlenia przejścia dla pieszych	11
4.1 Procedura ustalania poziomu oświetlenia przejścia dla pieszych	11
4.2 Klasyfikacja oświetlenia drogi	11
4.3 Zasady pomiaru parametrów fotometrycznych.....	12
4.4 Ustalenie klasy oświetlenia odcinka drogi w obszarze analizowanego przejścia	14
4.5 Ustalenie poziomu oświetlenia drogi w obszarze przejścia dla pieszych.....	16
4.6 Ustalenie klasy oświetlenia przejścia dla pieszych.....	16
4.7 Ustalenie poziomu oświetlenia przejścia dla pieszych	17
5. Dobór rozwiązania oświetleniowego	20
5.1 Procedura postępowania	20
5.2 Dobór rozwiązania oświetleniowego na przejściu dla pieszych na drodze oświetlonej ...	20
5.3 Dobór rozwiązania oświetleniowego na przejściu dla pieszych na drodze nieoświetlonej	22
5.4 Rozwiązania oświetleniowe	22
5.5 Strefy przejściowe	24
5.6 Wybór miejsca montażu oprawy oświetleniowej.....	25
6. Budowa i utrzymanie rozwiązania oświetleniowego	27
6.1 Budowa oświetlenia przejścia dla pieszych	27
6.2 Odbiór rozwiązania oświetleniowego.....	27
6.3 Utrzymanie instalacji oświetleniowej	27
6.4 Monitorowanie stanu warunków oświetleniowych	28
7. Ustalenia końcowe	30
8. Spis literatury	31
9. Załączniki	32

9.1	Załącznik 1: Metoda oceny ryzyka zagrożenia wypadkami na przejściu dla pieszych.....	33
9.2	Załącznik 2: Metoda szacowania efektywności oświetlania przejść dla pieszych	38
9.3	Załącznik 3: Przykłady lokalizacji słupów i opraw przy oświetleniu dedykowanym	41
9.4	Załącznik 4: Procedura odbioru. Przykład karty pomiaru parametrów oświetlenia.....	44
9.5	Załącznik 5: Procedura odbioru. Przykład raportu z pomiaru oświetlenia.....	46
9.6	Załącznik 6: Procedura kontrolna. Przykład karty pomiaru parametrów oświetlenia	49
9.7	Załącznik 7: Procedura kontrolna. Przykład karty raportu z pomiaru oświetlenia	51
9.8	Załącznik 8: Przykłady wyboru rozwiązania oświetleniowego.....	53

1. WSTĘP

1.1 Cel i zakres wytycznych

1.1.1 „Wytyczne oświetlania przejść dla pieszych”, zwane dalej „wytycznymi”, zostały opracowane na zamówienie Ministerstwa Infrastruktury, reprezentowanego przez Sekretariat Krajowej Rady BRD.

1.1.2 Potrzeba opracowania w/w wytycznych wynika z konieczności uporządkowania obszaru przygotowania inwestycji drogowych, w tym także uporządkowania kwestii oświetlenia przejść dla pieszych. Obecne przepisy techniczno – budowlane nie regulują w należyty sposób kwestii oświetlania przejść dla pieszych jako obszarów konfliktowych między pojazdami i osobami poruszającymi się pieszo.

1.1.3 Przedmiotem wytycznych są przejścia dla pieszych położone na drogach publicznych, istniejących lub planowanych. Wytyczne można stosować także na drogach niepublicznych.

1.1.4 Głównym celem wytycznych jest zapewnienie widzialności pieszego na przejściu dla pieszych poprzez ujednoczenie zasad projektowania, instalowania, odbioru i utrzymania instalacji oświetleniowych w obszarze przejść dla pieszych.

1.1.5 Wytyczne zawierają: zasady ogólne oświetlania przejść dla pieszych, procedurę projektowania oświetlenia na przejściach dla pieszych, w tym: ustalanie konieczności oświetlania przejść dla pieszych, określanie klasy oświetlenia i zasady doboru rozwiązania oświetleniowego, a także zasady odbioru instalacji oświetleniowych, wymagania dotyczące eksploatacji i monitorowania stanu instalacji oświetleniowych.

1.1.6 Wytyczne nie służą do oceny zasadności wyznaczania przejścia dla pieszych na drodze lub wyboru rodzaju przejścia.

1.2 Podstawy formalne

1.2.1 W Polsce zasady oświetlenia dróg regulują normy i raport techniczny międzynarodowych organizacji oświetleniowych [9]:

- CEN/TR 13201-1:2016-02 Oświetlenie dróg - Część 1: Wytyczne dotyczące wyboru klas oświetlenia,
- PN-EN 13201-2:2016-03 Oświetlenie dróg - Część 2: Wymagania eksploatacyjne,
- PN-EN 13201-3:2016-03 Oświetlenie dróg - Część 3: Obliczenia parametrów oświetleniowych,
- PN-EN 13201-4:2016-03 Oświetlenie dróg - Część 4: Metody pomiaru efektywności oświetlenia.
- PN-EN 13201-5:2016-03 Oświetlenie dróg - Część 5: Wskaźniki efektywności energetycznej.

1.2.2 Wytyczne stanowią uzupełnienie Normy PN-EN 13201:2016 [9] w zakresie oświetlenia przejść dla pieszych.

1.2.3 Raport Techniczny PKN-CEN/TR 13201-1:2016-02 Oświetlenie dróg [9] nie podaje kryteriów uściślających podjęcie decyzji o wykonaniu oświetlenia drogowego oraz jakie rozwiązanie oświetleniowe powinno być zastosowane dla przejść dla pieszych. Dokumenty te precyzują pewne ramy, jednak założono, że każdy kraj UE posiada różne przepisy i uwarunkowania, w szczególności różną strefę klimatyczną (szerokość i długość geograficzną) i wskazują, że szczegółowe wytyczne powinny być dostosowane do warunków lokalnych.

1.3 Podstawowe pojęcia i definicje

1.3.1 Przejście dla pieszych zgodnie z ustawą Prawo o Ruchu drogowym [1] określa się następująco: przejście dla pieszych – powierzchnia jezdni, drogi dla rowerów lub torowiska przeznaczona do przechodzenia przez pieszych, oznaczona odpowiednimi znakami drogowymi.

1.3.1.1 Przejście dla pieszych może być wyznaczone za pomocą oznakowania pionowego i/lub poziomego, ale może być także zaplanowane jako kompleksowe rozwiązanie projektowe, najczęściej jednopoziomowe, a w niektórych przypadkach także wielopoziomowe.

1.3.1.2 Przejście dla pieszych powinno być zlokalizowane i zorganizowane zgodnie z zasadami bezpieczeństwa i sprawności ruchu drogowego, a w szczególności zgodnie z *Zasadami lokalizowania przejść dla pieszych*, określonymi w obowiązujących przepisach, przedstawionymi w „Szczegółowych warunkach technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunki ich umieszczania na drogach”, pkt 5.2.6.2 w Załączniku nr 1 [10].

1.3.1.3 W praktyce krajowej, stosuje się trzy grupy rozwiązań dotyczących przejść dla pieszych: wyznaczone przejścia dla pieszych, przejścia dla pieszych poprowadzone w innym poziomie, rozwiązania alternatywne (przejścia dla pieszych: wyniesione, zawężone, nadzorowane przez osobę, inne) a w praktyce zagranicznej także sugerowane przejścia dla pieszych.

1.3.2 Charakterystycznymi parametrami geometrycznymi przejścia dla pieszych i obszaru wpływu tego przejścia są: długość przejścia, szerokość przejścia, strefy oczekiwania, wyspy azylu, strefa przejściowa.

1.3.2.1 Długość przejścia jest to odcinek jezdni, na której wyznaczono przejście dla pieszych liczony od krawężnika do krawężnika. Natomiast do celów analiz oświetleniowych długość ta liczona jest, jako szerokość jezdni wraz ze strefami oczekiwania pieszego (min 1 m po każdej stronie przejścia).

1.3.2.2 Szerokość przejścia dla pieszych wyznacza oznakowanie poziome na jezdni lub urządzenia geometryczne (np. powierzchnia przejścia wyniesiona ponad poziom jezdni).

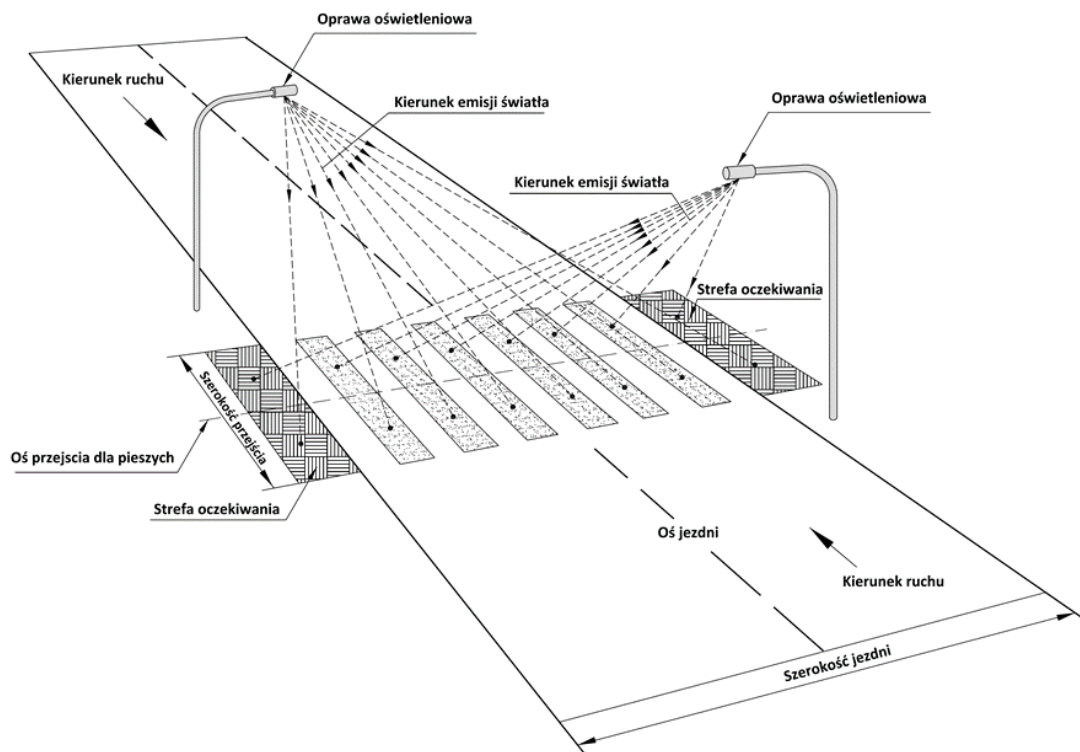
1.3.2.3 Strefy oczekiwania - są to obszary znajdujące się poza jezdnią (najczęściej na chodnikach przyległych do jezdni), po jej obydwu stronach przeznaczone do oczekiwania pieszego na przejście przez jezdnię. Za podstawową długość strefy oczekiwania przyjmuje się wymiar 1 m. W szczególnych przypadkach podstawowy wymiar obszaru można wydłużyć do większych wartości. W miejscach szczególnych (przejścia w pobliżu szkół, przedszkoli, obiektów handlowych i sportowych, dworców miejsc kultu religijnego oraz udokumentowanego dużego ruchu pieszych, przejścia dla pieszych z przejazdami rowerowymi) lub przy braku oświetlenia pobocza jezdni, należy poszerzyć strefę oczekiwania do minimum 2 m.

1.3.2.4 Strefa przejściowa – odcinek jezdni przed lub za przejściem dla pieszych, na którym następuje stopniowa zmiana wartości poziomego natężenia oświetlenia na jezdni od mniejszego (lub braku) przed przejściem dla pieszych do większego na przejściu dla pieszych, realizowana za pomocą opraw oświetlenia drogowego (rys. 1.2b). W obszarach oświetlonych rozwiązanie to stosuje się, aby wyróżnić wyższym poziomem natężenia oświetlenia obszar przejścia dla pieszych a w obszarach nieoświetlonych, aby zminimalizować oślnienie kierujących.

1.3.3 Oświetlenie przejść dla pieszych może być standardowe lub dedykowane.

1.3.3.1 Oświetlenie standardowe – rozwiązanie techniczne do oświetlenia odcinków dróg, skrzyżowań i innych elementów infrastruktury drogowej, realizowane za pomocą różnych rozwiązań oświetleniowych - poprzez: rozsył strumienia świetlnego z opraw umieszczonych wzdłuż drogi np. liniowo w konfiguracji jednostronnej (np. na odcinkach dróg i ulic) oraz miejscowo na skrzyżowaniach i złożonych układach drogowych (np. poprzez zastosowanie systemu masztowego zapewniającego oświetlenie obszarowe) (rys. 1.2a).

1.3.3.2 Oświetlenie dedykowane - rozwiązanie techniczne służące do oświetlenia przejścia dla pieszych realizowane za pomocą specyficznych rozwiązań oświetleniowych, polegających na zastosowaniu opraw oświetleniowych o asymetrycznych rozsyłach strumienia świetlnego, umieszczonych w odpowiedniej konfiguracji (przed przejściem dla pieszych zgodnie z kierunkiem ruchu pojazdów - rys. 1.1, rys. 1.2c).



Rys. 1.1 Schemat rozmieszczenia opraw oświetlenia na przejściu dla pieszych
 Źródło: Opracowanie własne na podstawie AS/NZS 1158.1.

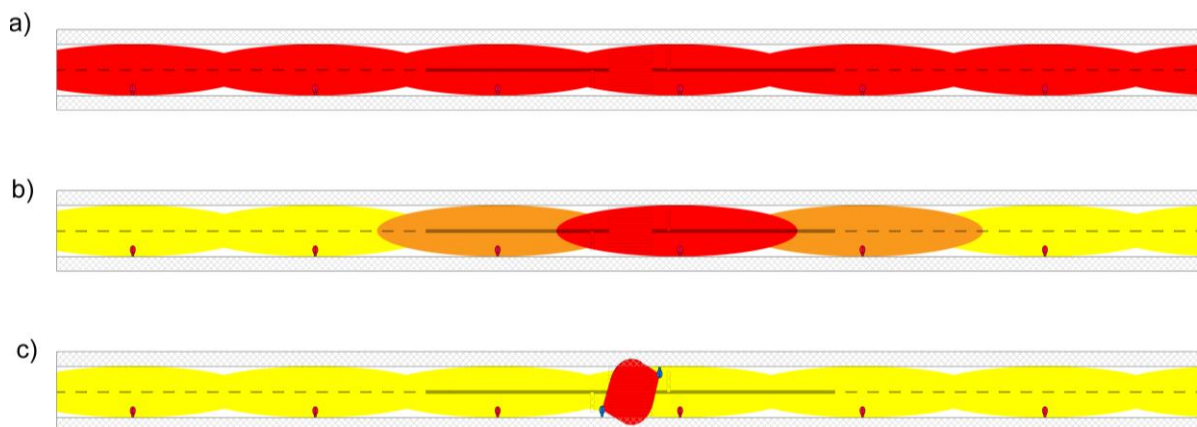
1.3.4 Ze względu na sposób sterowania poziomem oświetlenia przejść dla pieszych do warunków otoczenia oświetlenie może być: stałe lub adaptacyjne.

1.3.4.1 Oświetlenie stałe – oświetlenie, którego parametry oświetleniowe (przyjęta klasa oświetlenia) utrzymywane są przez cały okres funkcjonowania bez czasowych zmian parametrów oświetleniowych.

1.3.4.2 Oświetlenie adaptacyjne – oświetlenie, którego parametry oświetleniowe mogą być zmienne w czasie w zależności od natężeń ruchu pojazdów lub pieszych, detekcji pieszych, pory doby, warunków pogodowych lub innych czynników.

1.3.5 Rozwiązanie oświetleniowe na przejściu dla pieszych – kompletny system instalacji oświetleniowej złożonej z opraw oświetleniowych (o odpowiednich cechach rozsyłu strumienia świetlnego) oraz konfiguracji słupów lub/i wysięgników, który umożliwia uzyskanie założonych parametrów oświetlenia (ustalonej klasy oświetlenia).

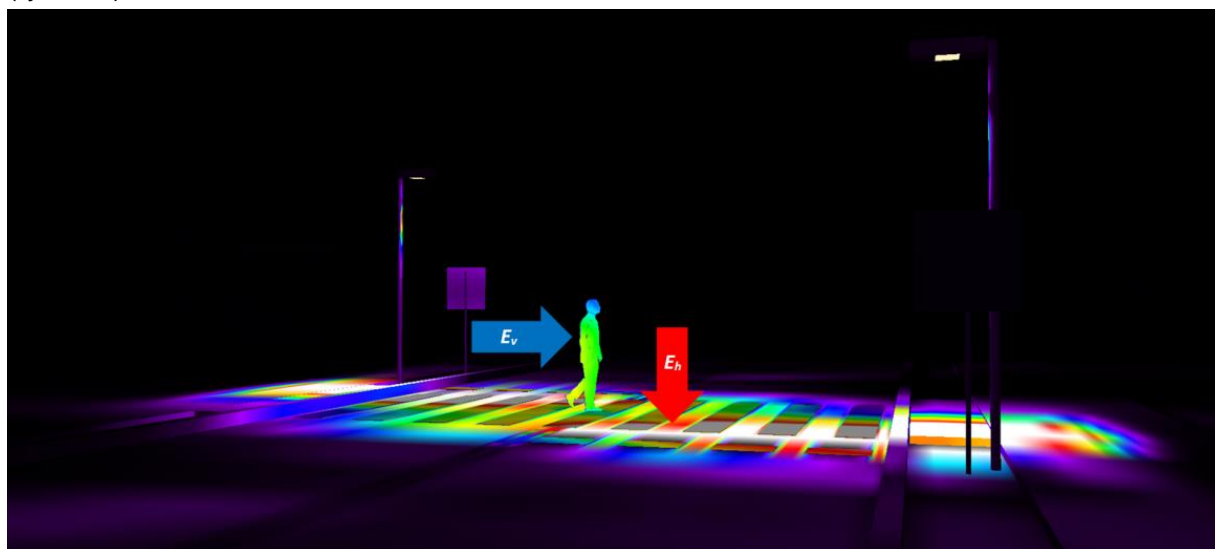
1.3.5.1 Oprawa oświetleniowa - urządzenie służące do rozdzielenia, filtracji i przekształcania strumienia świetlnego wysyłanego przez źródło (lub źródła) światła, zawierające wszystkie niezbędne elementy i podzespoły do przymocowania i połączenia z instalacją elektryczną. Oprawa wyposażona jest także w elementy zasilające (np. zasilacze, stateczniki, układy zapłonowe, itp.) i niekiedy sterujące (np. fotokomórki, czujniki ruchu, itp.). Głównym zadaniem oprawy oświetleniowej jest właściwe ukierunkowanie strumienia świetlnego pochodzącego ze źródła światła, zgodnie z potrzebą oświetlanej drogi. Dystrybucję strumienia świetlnego oprawy opisuje się np. za pomocą krzywych rozsyłu światłości.



Rys. 1.2 Schemat rozmieszczenia opraw oświetlenia w obszarze przejścia dla pieszych: a) rozwiązanie standardowe b) rozwiązanie standardowe ze strefa przejściową c) rozwiązanie dedykowane
 Źródło: Opracowanie własne

1.3.6 Parametry oświetlenia są to parametry opisujące własności oddziaływania światła. Do określenia klas oświetlenia i świadomego projektowania oświetlenia używa się różnych parametrów i wskaźników oświetlenia takich jak: natężenie oświetlenia, luminancja, równomierność, kontrast luminancji, współczynnik odbicia, bryła fotometryczna, temperatura barwowa, wskaźnik oddawania barw, sprawność oprawy oświetleniowej, olśnienie.

1.3.6.1 Natężenie oświetlenia E (lx) luks - jest to gęstość powierzchniowa strumienia świetlnego padającego na daną płaszczyznę, czyli jest to stosunek strumienia świetlnego padającego na płaszczyznę do jej pola powierzchni. Jeden luks (1 lx) jest to natężenie oświetlenia wytworzone przez strumień świetlny 1 lumena równomiernie rozłożonego na powierzchni o polu 1 m^2 . Pomiar natężenia oświetlenia przeprowadzany jest za pomocą luksomierza. Wyróżnia się natężenie oświetlenia w płaszczyźnie pionowej E_v i poziomej E_h (rys. 1.3).



Rys. 1.3 Schemat obrazujący pomiar składowych natężenia oświetlenia: natężenie oświetlenia w płaszczyźnie pionowej E_v i natężenie oświetlenia w płaszczyźnie poziomej E_h
 Źródło: Opracowanie własne

1.3.6.2 Luminancja L (cd/m^2) kandela na metr kw. - opisuje intensywność wrażenia świetlnego odbieranego przez ludzkie oko spoglądające na powierzchnię oświetlaną lub powierzchnię świecąca. Luminancja jest to iloraz światłości w danym kierunku elementarnego pola otaczającego dany punkt, do pozornej powierzchni pola, widzianego z danego kierunku. Może być także zdefiniowana, jako intensywność jaskrawości przypisywana danej powierzchni (np. sylwetki pieszego lub jezdni). Poziom luminancji nawierzchni jezdni jest jednym z podstawowych kryteriów stosowanym w oświetleniu dróg. Pomiar luminancji przeprowadzany jest za pomocą miernika luminancji.

1.3.6.3 Kontrast luminancji C - ocena różnicy w wyglądzie (poziomie wartości luminancji) dwóch lub większej liczby części pola widzenia postrzeganych jednocześnie lub kolejno. Dla obiektów obserwowanych jednocześnie na jezdni definiowany, jako różnica luminancji sylwetki pieszego i luminancji tła, odniesiona do luminancji tła.

1.3.6.4 Bryła fotometryczna i biegunowy wykres rozsyłu światła - opisuje sposób, w jaki rozchodzi się w przestrzeni strumień świetlny pochodzący od oprawy oświetleniowej często przedstawiany za pomocą krzywych na wykresie. Biegunowy wykres rozsyłu światła ilustruje sposób rozsyłu strumienia światła przez źródło światła (oprawę oświetleniową). Wyróżnia się symetryczne i asymetryczne rozsyły światła.

1.3.6.5 Olśnienie: wrażenie wywołane niewłaściwym poziomem lub rozkładem luminancji w polu widzenia użytkownika drogi. Ze względu na skutki, jakie wywołuje olśnienie, rozróżnia się trzy jego rodzaje: olśnienie przykre, olśnienie przeszkadzające, olśnienie oślepiające – powodujące utratę sprawności wizualnej kierowcy.

1.3.7 Klasa oświetlenia - opisywana literą (np. M, C, EV), określa rodzaj użytkowników z ich wymaganiami wizualnymi, dynamiką poruszania się, potencjalne konflikty między nimi oraz przestrzeń, w której się poruszają (droga, chodnik, plac).

1.3.8 Poziom oświetlenia w klasie oświetlenia (np. M1, M2) - reprezentowany jest przez graniczne parametry określające parametry oświetleniowe występujące w obszarze analizowanego obiektu.

1.3.9 Obszar oświetlony – jest to obszar, w otoczeniu analizowanego obiektu (np. skrzyżowania, przejścia dla pieszych) i w sąsiedztwie tego obiektu, oświetlony za pomocą instalacji oświetleniowej (np. stacjonarne oświetlenie drogowe, oświetlone obszary przyległe do drogi).

1.3.10 Obszar nieoświetlony – w otoczeniu analizowanego obiektu (np. skrzyżowania, przejścia dla pieszych) i w sąsiedztwie tego obiektu, który nie jest oświetlony za pomocą instalacji oświetleniowej (np. stacjonarne oświetlenie drogowe, oświetlone obszary przyległe do drogi).

1.3.11 Teren zabudowy – „rozumie się przez to teren leżący w otoczeniu drogi, na którym dominują obszary o miejskich zasadach zagospodarowania, wymagające infrastruktury technicznej, lub obszary przeznaczone pod takie zagospodarowanie w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego” – zgodnie z [11]. Teren o przeciwstawnej charakterystyce w Wytycznych opisuje się jako „teren nie przeznaczony pod zabudowę” lub „poza terenem zabudowy”.

1.3.12 Obszar zabudowany – obszar ustalony oznakowaniem D-42 i D-43 („białe tablice”) zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach [10].

2. ZAŁOŻENIA DO ZASAD OŚWIETLENIA PRZEJŚĆ DLA PIESZYCH

2.1 Wymagania funkcjonalne oświetlenia przejść dla pieszych

2.1.1 Podstawowym wymaganiem funkcjonalnym w stosunku do oświetlenia przejść dla pieszych jest zapewnienie widzialności przez kierującego pojazdem pieszego na przejściu oraz w strefie oczekiwania lub strefie dojścia do przejścia w warunkach ograniczonej widoczności.

2.1.1.1 Stosując system oświetlenia na przejściu dla pieszych należy zapewnić, aby obiektom wyróżnionym z otoczenia oraz dobrze widzianym przez kierowcę był pieszy, a nie infrastruktura przejścia dla pieszych.

2.1.1.2 Ponadto system oświetlenia przejść dla pieszych powinien zapewniać bezpieczeństwo i komfort pieszych korzystających z przejścia dla pieszych.

2.1.2 W procesie opracowania projektu oświetlenia przejścia dla pieszych, należy uwzględniać czynniki wpływające na zdolność widzenia przez uczestników ruchu (kierujących pojazdami) obiektów na drodze i przejściu dla pieszych:

- kontrast obiektu (pieszego): luminancji lub chrominancji (barwy), w przypadku kontrastu luminancji jest to stosunek poziomu jaskrawości oświetlonego obiektu znajdującego się na drodze lub w jej otoczeniu do jaskrawością jego tła, na którym jest obserwowany, w przypadku kontrastu chrominancji jest to stosunek odcienia oraz nasycenia barwy na pieszym i tle na jakim jest obserwowany.
- poziom adaptacji oka kierowcy (wynikający z mechanizmu dostosowania się oka kierowcy do zmian poziomu oświetlenia wywołanego emisją światła z pojazdów i opraw oświetleniowych itp.), na który ma wpływ jasność nawierzchni jezdni i otoczenia drogi,
- czas niezbędny do percepcji i rozpoznania przez uczestnika ruchu obiektu lub zagrożenia występującego na drodze (tj. czas w jakim kierowca musi obserwować obiekt lub zagrożenie, aby je rozpoznał i zidentyfikował).

2.1.3 Sztuczne oświetlenie przejść dla pieszych powinno zapewniać jednocześnie:

- kierującemu pojazdem właściwe warunki rozpoznania sytuacji drogowej i obserwacji sylwetki pieszego,
- pieszemu właściwe warunki obserwacji otoczenia, przejścia dla pieszych i zbliżających się pojazdów.

2.1.4 Właściwe warunki rozpoznania sytuacji drogowej przez użytkowników drogi w obszarze przejścia dla pieszych w warunkach ograniczonej widoczności mogą zapewnić urządzenia oświetleniowe, które:

- zapewnią wysoki kontrast luminancji postaci pieszego oraz tła za pieszym,
- nie oślepiają (nie powodują oślnienia) żadnego z użytkowników drogi.

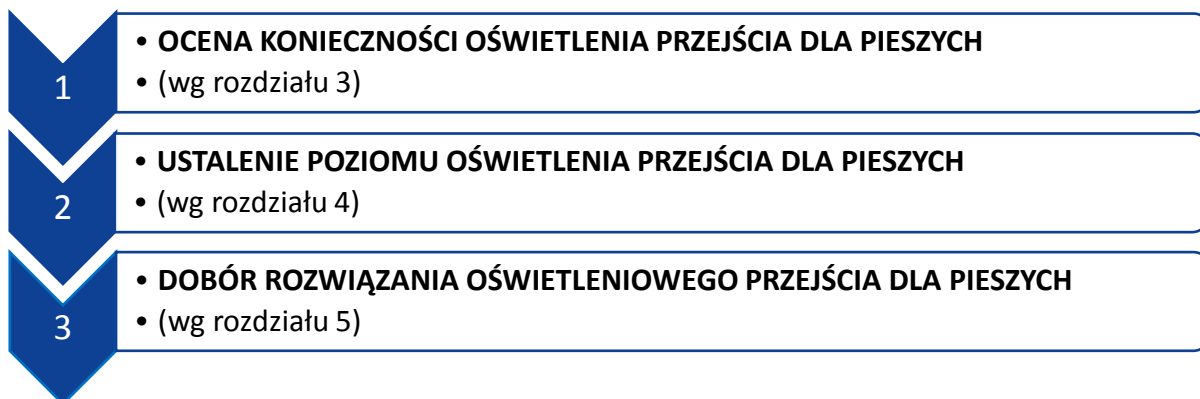
2.2 Analiza jakości oświetlenia w fazach cyklu życia rozwiązania oświetleniowego

2.2.1 Analizę jakości oświetlenia na przejściach dla pieszych wykonuje się w różnym zakresie w istotnych fazach cyklu życia rozwiązania oświetleniowego tj.: w fazie projektowania rozwiązania oświetleniowego, w fazie budowy oświetlenia i w fazie utrzymania oświetlenia.

2.2.2 Faza projektowania rozwiązania oświetleniowego obejmuje wykonanie prac analitycznych, które powinny być prowadzone na analizowanych przejściach dla pieszych w trzech krokach:

- 1) Ocena konieczności oświetlenia przejść dla pieszych,
- 2) Ustalenie poziomu oświetlenia przejścia dla pieszych,
- 3) Dobór rozwiązania oświetleniowego.

2.2.2.1 Zakres analiz i prac projektowych wymaganych w poszczególnych krokach (rys. 2.1), jest przedmiotem kolejnych rozdziałów niniejszych wytycznych.



Rys. 2.1 Schemat procedury postępowania przy projektowaniu oświetlenia przejścia dla pieszych

Źródło: Opracowanie własne

2.2.2.2 Zaleca się, aby pierwszy krok tj. ocenę konieczności oświetlenia przejść dla pieszych wykonywał inżynier ruchu drogowego przy współpracy z inżynierem elektrykiem, a dwa kolejne kroki tj. ustalenie klasy oświetlenia drogi i dobór urządzenia oświetleniowego wykonywał inżynier elektryk.

2.2.3 Faza budowy lub modernizacji oświetlenia drogowego. W tej fazie istotny jest odbiór zainstalowanego oświetlenia potwierdzający, że przyjęte w projekcie parametry oświetleniowe zostały osiągnięte. W tym celu należy przeprowadzić pomiary oświetleniowe nawierzchni jezdni oraz przejścia dla pieszych we wskazanych płaszczyznach i punktach pomiarowych.

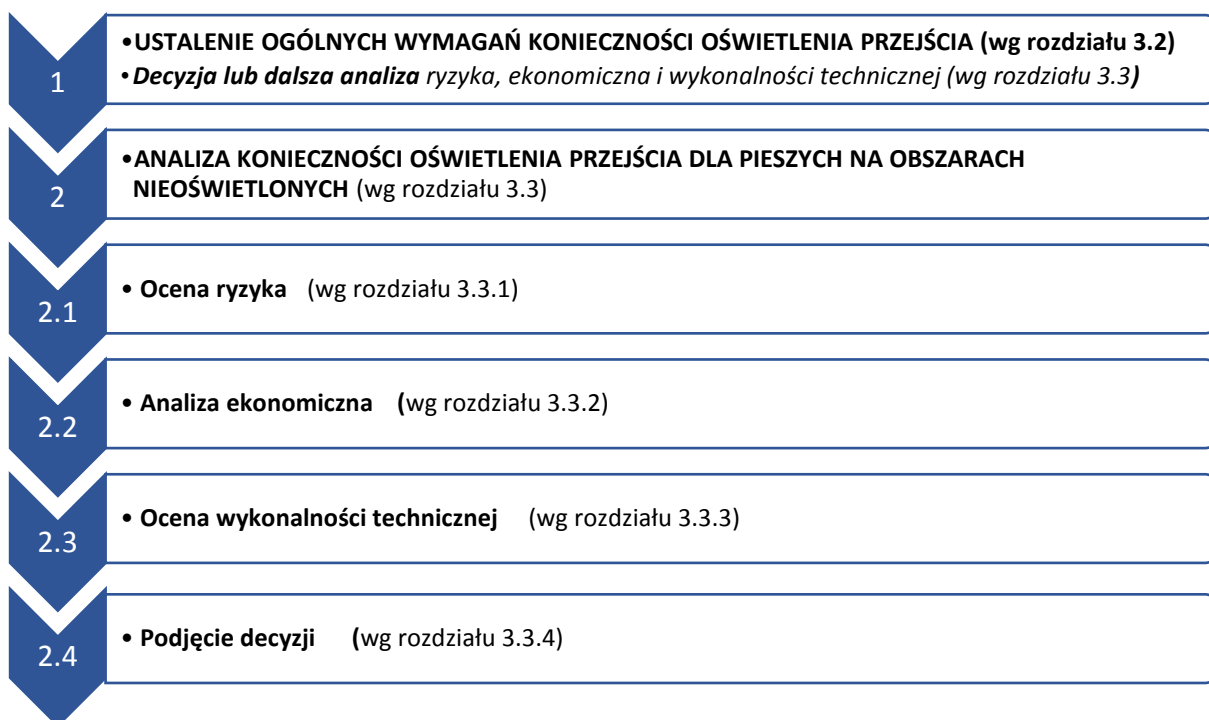
2.2.4 Faza utrzymania oświetlenia drogowego. Właściwa eksploatacja i utrzymanie instalacji oświetleniowej w obszarze przejścia dla pieszych ma na celu zapewnienie utrzymania przyjętych w fazie projektu i potwierdzonych na etapie odbioru parametrów oświetleniowych instalacji w całym jej okresie funkcjonowania. Prawidłowe utrzymanie polega na systematycznej kontroli (monitorowania) stanu oświetlenia realizowanego przez oprawy oświetleniowe, prowadzonej przez służby utrzymaniowe, na podstawie okresowych przeglądów wraz z niezbędnymi pomiarami zakończonymi oceną zgodności pomierzonych parametrów oświetlenia z wymaganymi standardami.

3. OCENA KONIECZNOŚCI OŚWIETLANIA PRZEJŚĆ DLA PIESZYCH

3.1 Procedura

3.1.1 Ocena konieczności oświetlenia przejść dla pieszych, jest pierwszym krokiem w procedurze projektowania oświetlenia przejść dla pieszych i polega na poszukiwaniu kompromisu pomiędzy pozytywnymi i negatywnymi skutkami jego zainstalowania.

3.1.2 Ocenę konieczności oświetlenia przejść dla pieszych prowadzi się według procedury składającej się z kilku kroków (przedstawionej na rys. 3.1).



Rys. 3.1 Schemat postępowania przy ocenie konieczności oświetlenia przejścia dla pieszych

Źródło: Opracowanie własne

3.2 Ustalenie ogólnych wymagań konieczności oświetlenia przejść dla pieszych

3.2.1 Ogólne wymagania konieczności oświetlenia przejść dla pieszych ustala się w zależności od rodzaju obszaru i rodzaju oświetlenia drogi, na której położone jest analizowane przejście dla pieszych, na podstawie tab. 3.1.

3.2.2 Oprócz przypadków wymienionych w tab. 3.1 oświetlenia wymagają także przejścia dla pieszych wykonane w drugim poziomie (tunele i kładki dla pieszych) oraz przejścia dla pieszych, na których ruch sterowany jest za pomocą sygnalizacji świetlnej, niezależnie od terenu, na jakim się znajdują.

3.2.3 Jeśli na podstawie przeprowadzonej analizy uwarunkowania w obszarze przejścia dla pieszych:

- kwalifikują (tab. 3.1) analizowane przejście dla pieszych jako wymagające bezwzględnego oświetlenia (konieczne), należy przeprowadzić ocenę zagrożenia wypadkami (załącznik 1 rozdz. 9.1.3 – 9.1.6) i przejść do analizy opisanej w rozdz. 4.
- nie wskazują na konieczność bezwzględnego oświetlenia, lecz wskazują na wykonanie analizy konieczności oświetlenia, należy przejść do kolejnego kroku analizy (rozdz. 3.3) i przeprowadzić zestaw ocen i analiz (ocena ryzyka zagrożenia wypadkami, analiza ekonomiczna, ocena wykonalności technicznej rozwiązania oświetleniowego) i podjąć decyzję o zastosowaniu oświetlenia przejścia.

Tab. 3.1

Ogólne wymagania konieczności oświetlenia przejść dla pieszych w zależności od rodzaju obszaru, przez który przebiega analizowana droga

Obszar	Oświetlanie przejścia dla pieszych			
	Teren			
	zabudowy		nie przeznaczony pod zabudowę	
	oświetlony	nieoświetlony	oświetlony	nieoświetlony
zabudowany	konieczne	konieczne	konieczne	analiza konieczności
niezabudowany	konieczne	zabudowa istniejąca – konieczne	konieczne	analiza konieczności
		zabudowa planowana – analiza konieczności		

Źródło: Opracowanie własne

3.3 Analiza konieczności oświetlenia przejścia dla pieszych na obszarach nieoświetlonych

3.3.1 **Ocenę ryzyka zagrożenia wypadkami** na analizowanym przejściu dla pieszych prowadzi się metodą reaktywną lub metodą proaktywną.

3.3.1.1 Ocenę ryzyka zagrożeń wypadkami **metodą reaktywną** prowadzi się w przypadku istniejącego przejścia dla pieszych i dostępnych danych historycznych o wypadkach drogowych. Zasady postępowania przedstawiono w załączniku 1 (9.1.2).

3.3.1.2 Ocenę ryzyka zagrożeń wypadkami **metodą proaktywną** prowadzi się w przypadku braku informacji o wypadkach drogowych na istniejącym przejściu dla pieszych oraz w przypadku planowania nowego przejścia dla pieszych. Zasady postępowania przedstawiono w załączniku 1 (rozdz. 9.1.3 – 9.1.6).

3.3.1.3 W zależności od poziomu akceptowalności ryzyka zagrożeń wypadkami na analizowanym przejściu dla pieszych, należy podjąć odpowiednie działania, zgodnie z zasadami przedstawionymi w tab. 3.2.

Tab. 3.2

Klasyfikacja ryzyka zagrożeń wypadkami na przejściu dla pieszych

Poziom akceptowalności ryzyka	Klasa ryzyka	Zalecane postępowanie wobec ryzyka
Akceptowane (pomijalne)	R_A	można odstąpić od oświetlenia przejścia dla pieszych
Tolerowane	R_B, R_C lub R_D	należy zastosować oświetlenie na przejściu dla pieszych
Nieakceptowane	R_E	a) należy zrezygnować z wyznaczenia przejścia dla pieszych w analizowanym miejscu;
		b) lub można zastosować inne (skuteczne) środki ochrony pieszych (wyspa azylu, rozdzielone jezdnie, sygnalizacja świetlna, kładka, tunel itp.) i dopiero wówczas, należy zastosować oświetlenie tego przejścia

Źródło: Opracowanie własne

3.3.2 **W analizach ekonomicznych** stosowanych dla potrzeb oceny konieczności stosowania oświetlenia na przejściu dla pieszych, należy wziąć pod uwagę koszt cyklu życia rozwiązania oświetleniowego. Na efektywność zastosowania urządzeń oświetlenia przejść dla pieszych wpływ mają: koszt instalacji oświetlenia, koszt eksploatacji oświetlenia w cyklu życia oświetlenia, koszty środowiskowe, oszczędności kosztów wypadków drogowych w wyniku zastosowania oświetlenia przejścia dla pieszych.

3.3.2.1 Koszt instalacji rozwiązania oświetleniowego zależy od dostępu do energii oraz zastosowanych urządzeń i technologii oświetleniowych. Należy przyjąć koszty zgodnie z kosztorysem inwestycyjnym.

3.3.2.2 Składowe kosztów w cyklu życia rozwiązania oświetleniowego należy rozpatrywać w okresie 20 lat od jego zainstalowania.

3.3.2.3 Do oszacowania efektywności ekonomicznej rozwiązania oświetleniowego zaproponowano uproszczoną metodę kosztów i korzyści (przedstawioną w załączniku nr 2). Miarą efektywności zainstalowanego rozwiązania oświetleniowego jest wskaźnik E jako stosunek korzyści do kosztów.

3.3.2.4 Po oszacowaniu poszczególnych składowych kosztów należy określić wartość współczynnika efektywności ekonomicznej E i ocenić zasadność stosowania oświetlenia przejścia dla pieszych zgodnie z zasadami przedstawionymi w tab. 3.3.

Tab. 3.3

Klasyfikacja efektywności ekonomicznej oświetlenia przejścia dla pieszych

Wartość współczynnika	Efektywność ekonomiczna	Konieczność oświetlenia przejścia	Zalecenia dodatkowe
$E \geq 1$	Oświetlenie przejścia dla pieszych - uzasadnione ekonomicznie	Należy zastosować oświetlenie analizowanego przejścia	
$E < 1$	Oświetlenie przejścia dla pieszych - nieuzasadnione ekonomicznie,	Można odstąpić od oświetlenia przejścia dla pieszych	Wyniki analizy ryzyka (ryzyko duże lub bardzo duże) mogą stanowić dodatkowe uzasadnienie zastosowania oświetlenia na przejściu dla pieszych

Zródło: Opracowanie własne

3.3.3 **Analiza wykonalności technicznej** rozwiązania oświetleniowego umożliwia ocenę faktycznych warunków możliwości wykonania oświetlenia przejścia dla pieszych. Głównymi czynnikami wpływającymi na wykonalność oświetlenia jest dostępność obszaru przejścia dla pieszych do energii elektrycznej i koszty jej doprowadzenia.

3.3.4 Podstawowym kryterium do **podejmowania decyzji** o oświetleniu przejścia dla pieszych **jest kryterium ryzyka zagrożenia wypadkami** na analizowanym przejściu. Pozostałe kryteria: ekonomiczne i wykonalności technicznej są kryteriami pomocniczymi.

3.3.4.1 W przypadku, gdy wyniki oceny ryzyka zagrożenia wypadkami (**kryterium podstawowe**) wskazują na konieczność oświetlenia przejścia dla pieszych, to tylko w wyjątkowych przypadkach (zbyt duży koszt, brak możliwości technicznych doprowadzenia energii elektrycznej) można odstąpić od oświetlenia przejścia dla pieszych.

3.3.4.2 W takim przypadku należy rozważyć likwidację przejścia dla pieszych w analizowanym miejscu lub zastosowanie ponadstandardowych środków poprawy bezpieczeństwa pieszych.

4. USTALENIE POZIOMU OŚWIETLENIA PRZEJŚCIA DLA PIESZYCH

4.1 Procedura ustalania poziomu oświetlenia przejścia dla pieszych

4.1.1 W celu ustalania poziomu oświetlenia przejścia dla pieszych należy: w pierwszej kolejności określić klasę i poziom oświetlenia drogi w obszarze przejścia dla pieszych, następnie ustalić klasę i poziom oświetlenia przejścia dla pieszych.

4.1.2 Procedura określania poziomu oświetlenia odcinka drogi, na którym znajduje się analizowane przejście dla pieszych polega na ustaleniu:

- 1) klasy oświetlenia drogi w miejscu przejścia dla pieszych (rozdz. 4.4) w zależności od sytuacji projektowej (droga istniejąca lub projektowana),
- 2) poziomu oświetlenia odcinka drogi, na którym znajduje się analizowane przejście dla pieszych (rozdz. 4.5) dla przyjętej klasy oświetlenia w zależności od głównych uczestników ruchu, dla których dedykowane będzie oświetlenie instalowane na przejściu dla pieszych,
- 3) klasy oświetlenia przejścia dla pieszych (rozdz. 4.6) w zależności od klasy oświetlenia odcinka drogi,
- 4) poziomu oświetlenia przejścia dla pieszych (rozdz. 4.7) dla przyjętej klasy oświetlenia przejścia, w zależności od poziomu oświetlenia drogi i głównych uczestników ruchu, dla których dedykowane będzie oświetlenie instalowane na przejściu dla pieszych.

4.2 Klasyfikacja oświetlenia drogi

4.2.1 Klasy oświetleniowe reprezentują wymagania wizualne poszczególnych grup uczestników ruchu, gdyż każda grupa uczestników ruchu ma odmienne wymagania wizualne, w zależności od występowania oświetlenia na obszarach: ruchu samochodowego, ruchu pieszego oraz obszarów konfliktowych.

4.2.2 Procedura ustalania klasy oświetlenia odcinka drogi, na którym znajduje się analizowane przejście dla pieszych różni się dla istniejącej i projektowanej drogi. Klasy oświetlenia ustala się w przypadku:

- projektowanej drogi – w zależności od rodzaju użytkowników i obszarów konfliktowych (tab. 4.1),
- istniejącej drogi – na podstawie wyników pomiarów terenowych mierząc wielkość luminancji lub natężenia oświetlenia na drodze w obszarze przejścia dla pieszych (rozdz. 4.3) lub na podstawie istniejącej dokumentacji instalacji oświetleniowej zawierającej aktualne wyniki pomiarów oświetleniowych.

4.2.3 Podział na klasy oświetlenia zawarty jest w normie PN-EN 13201:2016 [9]. Przejścia dla pieszych mogą wystąpić na skrzyżowaniach lub na odcinkach dróg o dużych prędkościach tj. na obiektach, dla których stosuje się odmienne wymagania wizualne. Norma [9] nie obejmuje klas oświetlenia dedykowanych dla rozwiązań oświetleniowych tego rodzaju przejściach dla pieszych. Dlatego oprócz rozwiązań normowych zestawionych w tab. 4.1 (klasy M i C), wprowadza się dodatkową klasę oświetleniową PC reprezentującą wymagania wizualne dla oświetlenia dedykowanego przejść dla pieszych.

4.2.3.1 Na skrzyżowaniach dróg występują obszary konfliktowe tj. obszary o zwiększonym prawdopodobieństwie kolizji spowodowanych występowaniem różnych uczestników ruchu (pojazdy, piesi, rowerzyści) oraz obszary, na których występuje zmiana geometrii drogi. Podstawowe wymagania wizualne na tych obiektach spełniają parametry oświetlenia ustalone dla klasy oświetleniowej C.

4.2.3.2 Na odcinkach dróg między skrzyżowaniami podstawowe wymagania wizualne przyjmowane są ze względu na kierowców pojazdów silnikowych, którzy poruszają się po drogach ze średnią lub wysoką prędkością. Na tych obiektach wymagania wizualne spełniają parametry oświetlenia ustalone dla klasy oświetleniowej M.

4.2.3.3 Na przejściach dla pieszych położonych na skrzyżowaniach i odcinkach dróg między skrzyżowaniami podstawowe wymagania wizualne powinny spełniać wymagania stawiane tym obiektom (klasa oświetleniowa C lub M), a także wymagania uzupełniające stawiane dedykowanemu rozwiązaniu oświetleniowemu na przejściach dla pieszych (klasa oświetleniowa PC).

Tab. 4.1

Zestawienie klas oświetlenia drogowego normowych i dedykowanych dla oświetlenia przejść dla pieszych

lp.	Klasa oświetlenia	Zastosowanie klasy
Klasy oświetlenia zgodne normą PN-EN 13201 [9]		
1	M	Kierowcy pojazdów silnikowych, trasy komunikacyjne, średnie i wysokie prędkości ruchu.
2	C	Obszary konfliktowe: pojazdy, piesi, rowerzyści; obszary wykazujące zmianę geometrii drogi, obszary o zwiększonym prawdopodobieństwie kolizji.
3	P	Piesi i rowerzyści, chodniki i ścieżki rowerowe, kierowcy przy niskich prędkościach – uliczki osiedlowe, obszary niezależne od jezdni.
4	EV	Klasa dodatkowa: gdy musi być zapewniona widoczność powierzchni pionowych.
5	HS	Klasa dodatkowa: <u>piesi</u> , drogi dla pieszych, pasy postojowe, powierzchnie ruchu leżące oddzielnie lub wzdłuż jezdni, drogi osiedlowe, ciągi piesze, parkingi, dziedzińce szkolne – oświetlenie w przestrzeni.
6	SC	Klasy dodatkowe: gdy głównym celem oświetlenia publicznego jest identyfikacja osób, przedmiotów oraz powierzchni drogowych z występującym na nich wyższym niż normalne ryzykiem naruszenia przepisów.
Dodatkowa klasa oświetlenia dla oświetlenia dedykowanego na przejściach dla pieszych		
7	PC	Klasa uzupełniająca: klasa oświetleniowa stworzona do oświetlania przejścia dla pieszych za pomocą rozwiązania, w którym uzyskuje się oświetlenie pionowej sylwetki pieszego poprzez instalację, nisko zawieszonych opraw o asymetrycznym rozsyłe strumienia świetlnego. Oprawy instaluje się przed przejściem dla pieszych oddzielnie do każdego z kierunków ruchu.

Źródło: Opracowanie własne

4.3 Zasady pomiaru parametrów fotometrycznych

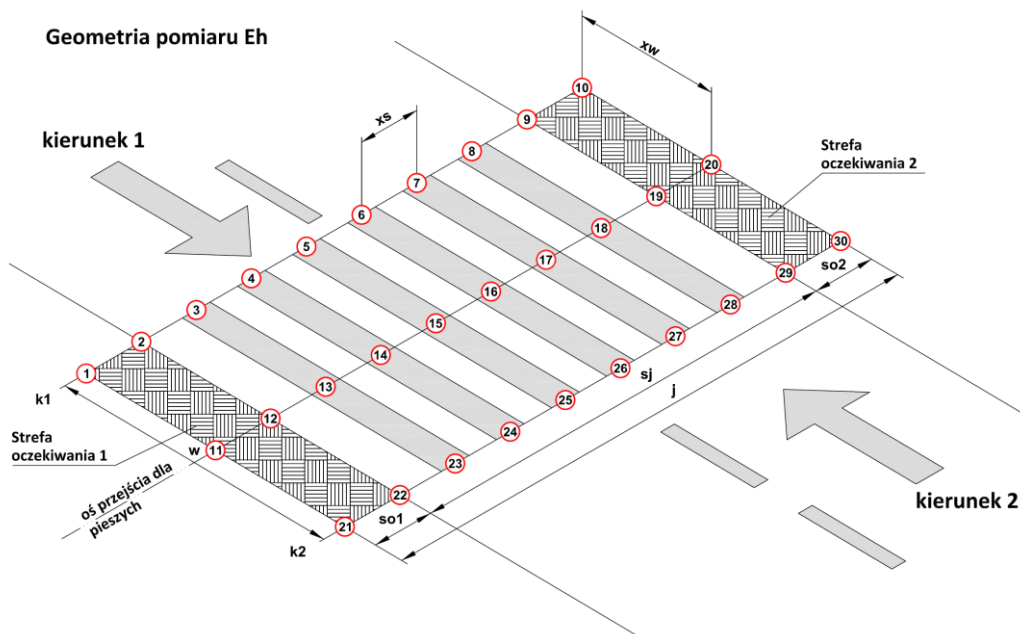
4.3.1 Dla każdej klasy oświetlenia ustalone są niezbędne parametry fotometryczne, które w zależności od przyjętego poziomu w klasie oświetlenia, są opisane w rozdz. 4.4 i przedstawione są w tab. 4.2 - tab. 4.5.

4.3.1.1 Pomiary parametrów oświetlenia należy przeprowadzić przy sprawnej instalacji oświetleniowej, w odpowiednim czasie oraz przy właściwej pogodzie. Pomiary te należy wykonać w porze nocnej, minimum godzinę po uruchomieniu źródeł światła, przy dobrej przejrzystości atmosferycznej (brak zamglenia, deszczu, szadzi itd.).

4.3.1.2 Podczas wykonywania pomiarów parametrów oświetlenia istotne jest wyeliminowanie możliwych źródeł światła intruzyjnego, mogącego zafałszować pomiar (światła pojazdów samochodowych, naświetlacze elewacji budynków, reklamy świetlne),

4.3.1.3 Procedurę pomiarową należy zrealizować oddzielnie dla każdego kierunku ruchu pojazdów, a układ punktów pomiarowych w polu pomiarowym należy dobrać zgodnie z normą PN-EN 13201:2016 [9].

4.3.2 Prowadzenie pomiarów, których celem jest wyznaczenie klas oświetlenia wymaga spełnienia kilku podstawowych warunków.



Rys. 4.2 Schemat siatki punktów pomiarowych natężenia do określania klasy PC (oświetlenie dedykowane) oświetlenia w płaszczyźnie poziomej (E_H) na przejściu dla pieszych

Źródło: Opracowanie własne

4.4 Ustalenie klasy oświetlenia odcinka drogi w obszarze analizowanego przejścia

4.4.1 Przy projektowaniu oświetlenia przejścia dla pieszych położonych na skrzyżowaniach i odcinkach dróg zastosowanie mają klasy oświetlenia M i C do ustalania poziomu oświetlenia drogi, na której znajduje się przejście dla pieszych oraz dodatkowo klasa PC dla oświetlenia dedykowanego.

4.4.2 Na podstawie przeprowadzonych analiz wyników badań terenowych (dla istniejącej drogi) i poczynionych założeń (dla projektowanej drogi) należy wyznaczyć klasę oświetlenia drogi w obszarze przejścia dla pieszych zgodnie z normą [9]. W przypadku uzyskania różnych klas oświetlenia odcinka drogi przed i za przejściem dla pieszych do dalszych prac projektowych należy przyjąć:

- 1) klasę niższą - do podejmowania decyzji o wyborze systemu oświetleniowego: dedykowanego, standardowego ze strefą przejściową lub braku konieczności podejmowania działań,
- 2) klasę wyższą – do doboru poziomu oświetlenia przejścia w klasie PC.

4.4.3 Rodzaj klasy oświetlenia przyjmuje się w zależności od wymagań wizualnych, a poziom oświetlenia w zależności od przyjętej klasy oświetlenia oraz warunków występujących na drodze i w jej otoczeniu.

4.4.3.1 **Klasa oświetlenia M** dotyczy wymagań wizualnych stawianych przez kierowców pojazdów silnikowych na drogach, z całym spektrum dopuszczalnej prędkości ruchu pojazdów (od niskich ≤ 40 km/h do bardzo wysokich ≥ 100 km/h). Do określenia granic poziomów w klasach oświetlenia (M1 ÷ M6) stosuje się następujące parametry oświetlenia:

- L_{sr} - średnia wartość luminancji jezdni [cd/m^2],
- U_o - równomierność całkowita (ogólna) rozkładu luminancji jezdni [-],
- U_l - równomierność wzdłużna rozkładu luminancji jezdni [-],
- f_{Tl} - przyrost wartości progowej luminancji, związany z poziomem oślnienia przeszkadzającego [%],
- R_{E1} - współczynnik oświetlenia poboczy jezdni.

Wartości graniczne poszczególnych parametrów oświetlenia w klasach M przyjęto na podstawie normy PN-EN 13201:2016 [9] i przedstawiono w tab. 4.2.

Tab. 4.2

Wymagania fotometryczne dla klasy oświetleniowej M

Poziom w klasie M	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_{Tl}^{***} [max.] %	R_{EI}^{****} [min.]
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50		0,60		15	
M3	1,00					
M4	0,75	0,35	0,40		20	0,30
M5	0,50					
M6	0,30					

* równomierność wzdłużna U_L - pomiar powtarzalnych jasnych i ciemnych obszarów na powierzchni drogi. Powinien być uwzględniony jedynie dla długich odcinków dróg. Zdefiniowano wartości minimalne równomierności, które mogą zostać zmienione uzasadnionych przypadkach (analiza układu drogowego oraz określonych wymogów krajowych).

** kryterium tylko dla mokrej nawierzchni. Może być stosowane dodatkowo dla kryteriów dotyczących nawierzchni suchej, zgodnie ze szczegółowymi wymogami krajowymi. Wartości podane w kolumnie mogą zostać zmienione w przypadku, gdy mają zastosowanie szczególne wymogi krajowe.

*** wartości z tej kolumny są zalecanymi maksymalnymi wartościami dla danej klasy oświetleniowej. Mogą zostać zmienione, jeżeli zastosowanie mają określone wymagania krajowe.

****To kryterium może być stosowane jedynie wówczas, gdy nie istnieją obszary ruchu o własnych wymaganiach znajdujące się w sąsiedztwie jezdni. Podane wartości są tymczasowe i mogą zostać zmienione w przypadku, gdy określone zostaną szczegółowe wymagania dotyczące krajowych lub indywidualnych systemów. Wartości te mogą być wyższe lub niższe niż podane, jednakże należy zwrócić uwagę na zapewnienie wystarczającego oświetlenia obszarów.

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [9]

4.4.3.2 **Klasa oświetlenia C** dotyczy wymagań wizualnych stawianych przez kierowców, pieszych i rowerzystów na obszarach konfliktowych: skrzyżowania dróg, ulice w centrach handlowych, deptaki; na drogach o złym stanie nawierzchni lub niekorzystnych warunkach atmosferycznych oraz obszarach o zwiększonym prawdopodobieństwie kolizji i wypadków z całym spektrum dopuszczalnej prędkości ruchu pojazdów (od niskich ≤ 40 km/h do bardzo wysokich ≥ 100 km/h). Do określenia granic w poziomach klas oświetlenia (C0 ÷ C5) stosuje się następujące parametry oświetlenia:

- E_{sr} - średnią wartość natężenia oświetlenia na powierzchni jezdni - (utrzymywane minimum eksploatacyjne) [lx],
- U_o - równomierność ogólną rozkładu natężenia oświetlenia na powierzchni jezdni - wartość minimalna) [-].

Wartości graniczne poszczególnych parametrów oświetlenia w klasach C przyjęto na podstawie normy PN-EN 13201:2016 [9] i przedstawiono w tab. 4.3.

Wymagania fotometryczne dla klasy oświetleniowej C

Poziom w klasie C	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	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie [9]

4.5 Ustalenie poziomu oświetlenia drogi w obszarze przejścia dla pieszych

4.5.1 Poziom oświetlenia drogi w obszarze przejścia dla pieszych określa się przez porównanie wartości pomierzonych parametrów oświetleniowych z wartościami granicznymi poszczególnych parametrów zestawionych w tab. 4.2 i tab. 4.3, a w przypadku drogi projektowanej zgodnie z normą [9].

4.5.2 Pomiar i ustalenie klasy oświetlenia należy wykonać zgodnie z wymaganiami normy [9].

4.6 Ustalenie klasy oświetlenia przejścia dla pieszych

4.6.1 Po ustaleniu klasy i poziomu oświetlenia odcinka drogi w miejscu przejścia dla pieszych, należy określić klasę oświetlenia na przejściu dla pieszych. Przy projektowaniu oświetlenia przejścia dla pieszych stosuje się klasy oświetlenia M lub C do ustalania poziomu oświetlenia drogi, na której znajduje się przejście dla pieszych. W obszarze przejścia dla pieszych mogą wystąpić dwa przypadki:

- zastosowanie klas oświetlenia M lub C (rozdz. 4.4),
- zastosowanie nowej klasy oświetlenia PC (rozwiązanie dedykowane dla oświetlenia przejść dla pieszych – rozdz. 4.6.2).

4.6.2 **Klasa oświetlenia PC** dotyczy wymagań oświetleniowych wymaganych dla dedykowanych rozwiązań oświetleniowych do stosowania na obszarach konfliktowych jakimi są przejścia dla pieszych z całym spektrum dopuszczalnej prędkości ruchu pojazdów (od niskich ≤ 40 km/h do bardzo wysokich ≥ 100 km/h). Do określenia granic poziomów w klasach (PC1 ÷ PC5) stosuje się następujące parametry oświetleniowe (rys. 1.3):

- $E_{v\ \acute{s}r}$ - wartość średnia natężenia oświetlenia w płaszczyźnie pionowej w osi przejścia dla pieszych,
- U_{ov} - równomierność natężenia oświetlenia w płaszczyźnie pionowej w osi przejścia dla pieszych,
- $E_{h\acute{s}r}$ - wartość średnia natężenia oświetlenia w płaszczyźnie poziomej,
- U_{oh} - równomierność natężenia oświetlenia w płaszczyźnie poziomej,
- $E_{v\ min}$ - pionowe natężenie oświetlenia (A, B, C, D, E, F).

4.6.3 Wartości graniczne poszczególnych parametrów oświetlenia w klasach PC przedstawiono w tab. 4.4 i tab. 4.5.

Tab. 4.4

Wymagane poziomy parametrów natężenia oświetlenia na przejściach dla pieszych z zastosowaniem opraw o rozsyłe asymetrycznym/oświetlenia dedykowanego dla jezdni oświetlonych w klasach M (luminancja)

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 M	L_{sr} [cd/m ²] (eksploatacyjne min)		Pionowa		Pozioma		
			$E_{v\ sr}$ [lx] (eksploatacyjne min)	U_{ov} [-] (min)	$E_{h\ sr}$ [lx] (eksploatacyjne min)	$U_{oh}^{3)}$ [-] (min)	$E_{v\ min}$ (A, B ..) [lx] (eksploatacyjne min)
M1	2,00	Brak konieczności stosowania rozwiązań dedykowanych					
M2	1,50	PC1	75	0,35	75	0,4	5,0
M3	1,00	PC2	50	0,35	50	0,4	4,0
M4	0,75	PC3	35	0,35	35	0,4	4,0
M5	0,50	PC4	25	0,35	25	0,4	3,0
M6	0,30	PC5	15	0,35	15	0,4	2,0

Źródło: Opracowanie własne

Tab. 4.5

Wymagane parametry natężenia oświetlenia na przejściach dla pieszych z zastosowaniem opraw o rozsyłe asymetrycznym (oświetlenia dedykowanego) dla jezdni oświetlonych w klasach C (natężenie oświetlenia)

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	$E_{sr}^{1)}$ [lx] (eksploatacyjne min)		Pionowa		Pozioma		
			$E_{v\ sr}^{2)}$ [lx] (eksploatacyjne min)	U_{ov} [-] (min)	$E_{h\ sr}$ [lx] (eksploatacyjne min)	U_{oh} [-] (min)	$E_{v\ min}$ (A, B ..) [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

1. Założono nawierzchnię jezdni w klasie R4 o parametrach: $Q_0 \leq 0,05$ [cd·m⁻²·lx⁻¹]

2. Z uwagi na możliwość wystąpienia olśnienia kierowców oraz racjonalne gospodarowanie zużyciem energii elektrycznej rzeczywista wartość utrzymywanego średniego natężenia oświetlenia nie powinna przekraczać 3-krotności wartości przyjętej w klasie PC.

Źródło: Opracowanie własne

4.7 Ustalenie poziomu oświetlenia przejścia dla pieszych

4.7.1 Poziom oświetlenia na przejściu dla pieszych należy ustalić po wyborze rozwiązania oświetleniowego, który określa się w dwóch krokach:

- poziom wstępny,
- poziom skorygowany.

4.7.2 Wstępny poziom oświetlenia przejścia dla pieszych ustala się w zależności od wybranego rozwiązania oświetleniowego i klasy oświetlenia:

- dla rozwiązania standardowego: klasa C lub M,

- dla rozwiązania standardowego ze strefą przejściową: klasa C,
- dla rozwiązania dedykowanego; klasa PC,
- dla rozwiązania dedykowanego ze strefą przejściową: C i PC.

4.7.3 Wstępny poziom oświetlenia na przejściu dla pieszych $C(X)$ lub $PC(X)$ przyjmuje się przez porównanie wyników pomiarów parametrów oświetleniowych na drodze, na której znajduje się przejście dla pieszych z wartościami granicznymi:

- w przypadku rozwiązania standardowego ze strefą przejściową, zestawionymi w tab. 4.2 lub tab. 4.3,
- w przypadku rozwiązania dedykowanego, zestawionymi w tab. 4.4 lub tab. 4.5.

W przypadku pomiaru luminancji, numer poziomu w klasie M należy przeliczyć na numer poziomu w klasie C.

4.7.3.1 Wstępnie ustalony poziom oświetlenia przejścia dla pieszych $C(X)$ lub $PC(X)$ należy skorygować, ustalając skorygowany poziom oświetlenia Cr lub PCr uwzględniając dodatkowe czynniki wpływu reprezentujące: ryzyko wypadków drogowych, możliwość olśnienia kierowców, charakter otoczenia, utrudnienia obserwacji przejścia dla pieszych.

4.7.4 Skorygowany poziom oświetlenia przejścia dla pieszych dla dedykowanego rozwiązania oświetleniowego określa się na podstawie wzoru 4.1:

$$PCr = PC(X - K) \quad (4.1)$$

gdzie:

- PCr - poziom oświetlenia w klasie PC przyjęty do realizacji na przejściu po korekcie, jeżeli $(X - K) \leq 0$, należy przyjmować $PC1$.
- X - numer wstępnego poziomu oświetlenia w klasie PC ustalony na podstawie w tab. 4.4 lub tab. 4.5.
- K - suma punktów k ustalonych na podstawie tab. 4.6, jeśli wartość $K < 0$, należy przyjąć $K = 0$.

4.7.5 Skorygowany poziom oświetlenia przejścia dla pieszych dla standardowego rozwiązania oświetleniowego ze strefą przejściową określa się na podstawie wzoru 4.2:

$$Cr = C(X - 2 - K) \quad (4.2)$$

gdzie:

- Cr - poziom oświetlenia w klasie C przyjęty do realizacji po korekcie. Jeżeli $(X - 2 - K) < 0$, należy przyjmować $C0$,
- X - numer poziomu oświetlenia w klasie C ustalony na podstawie pomiarów terenowych na odcinku ulicznym przed i za przejściem dla pieszych,
- K - suma punktów k wg tab. 4.6, jeśli wartość $K < 0$, należy przyjąć $K = 0$.

4.7.6 Skorygowany poziom oświetlenia przejścia dla pieszych dla dedykowanego rozwiązania oświetleniowego w obszarze nieoświetlonym określa się na podstawie wzoru 4.3:

$$PCr = PC(4 - K) \quad (4.3)$$

gdzie:

- PCr - poziom oświetlenia w klasie PC na przejściu dla pieszych przyjęty do realizacji po korekcie. Jeżeli $(4 - K) \leq 0$, należy przyjmować $PC1$,
- 4 - numer wyjściowego poziomu oświetlenia w klasie PC przyjęty przy rozwiązaniu dedykowanym ze strefą przejściową,
- K - suma punktów k wg tab. 4.6, jeśli wartość $K < 0$, należy przyjąć $K = 0$.

Tab. 4.6

Zestawienie wartości liczbowych punktów korygujących poziom oświetlenia przejść dla pieszych w klasach PC i C

Czynniki wpływu	Klasa	Opcje	Punkty k
Ryzyko wypadku	Duże i bardzo duże	R_E, R_D	2
	Średnie	R_C	1
	Małe	R_B	0
	Bardzo małe	R_A	-1
Możliwość olśnienia kierowców przez reflektory innych pojazdów	Tak		1
	Nie		0
Charakter otoczenia	Istotny	Generatory ruchu w pobliżu przejścia (obiekty handlowe, obiekty kultu religijnego, przedszkola, szkoły, dworce, przystanek transportu zbiorowego itp.)	1
	Nieistotny	Pozostałe przypadki	0
Utrudnienia obserwacji przejścia dla pieszych (wraz ze strefą oczekiwania)	Duże	Obiekty odwracające uwagę kierowcy zlokalizowane w pobliżu przejścia, reklamy	2
	Średnie	Przejazdy rowerowe w pobliżu przejścia dla pieszych, parkujące pojazdy, drzewa, słupy i inne obiekty ograniczające widoczność	1
	Małe		0

Źródło: Opracowanie własne

5. DOBÓR ROZWIĄZANIA OŚWIETLENIOWEGO

5.1 Procedura postępowania

5.1.1 Na etapie nowoprojektowanej drogi lub ulicy oświetlenie przejścia dla pieszych powinno być rozważane łącznie z oświetleniem jezdni i jej otoczenia. Przejścia dla pieszych zaliczane są do obszarów konfliktowych i należy na nie zwrócić szczególną uwagę, a każde z przejść dla pieszych pod względem oświetleniowym należy traktować indywidualnie.

5.1.2 Wybór rozwiązania oświetleniowego zastosowanego na przejściu dla pieszych zależy od wielu czynników, a przede wszystkim od:

- 1) stanu oświetlenia drogi (droga oświetlona lub nieoświetlona),
- 2) rodzaju zagospodarowania przestrzennego otoczenia drogi (teren zabudowy lub teren nie przeznaczony pod zabudowę),
- 3) istniejących lub przyjętych warunków oświetleniowych drogi, na której znajduje się przejście dla pieszych (wysokich oraz średnich i niskich) opisanych klasą oświetleniową (M lub C) i stopniami klasy oświetleniowej (np. C3 lub M3) ustalonymi według procedury przedstawionej w rozdz. 4,
- 4) stopnia klasy oświetlenia na przejściu dla pieszych, skorygowanej w zależności od poziomu ryzyka na przejściu dla pieszych.

5.1.3 Schemat możliwości doboru rozwiązania oświetleniowego przedstawiono na rys. 5.1.

5.2 Dobór rozwiązania oświetleniowego na przejściu dla pieszych na drodze oświetlonej

5.2.1 Przejście dla pieszych na drodze oświetlonej może charakteryzować się wysokim lub średnim i niskim poziomem oświetlenia.

5.2.1.1 Wysoki poziom oświetlenia obiektu drogowego występuje, gdy za przejściem dla pieszych na odcinku o długości minimum 100 m występuje oświetlenie oraz:

- gdy średnie natężenie oświetlenia na skrzyżowaniu $E_{sr} \geq 50$ (lx) (klasa C0),
- lub gdy średnia luminancja na odcinku między skrzyżowaniami $L_{sr} \geq 2,0$ (cd/m²) (klasa M1).

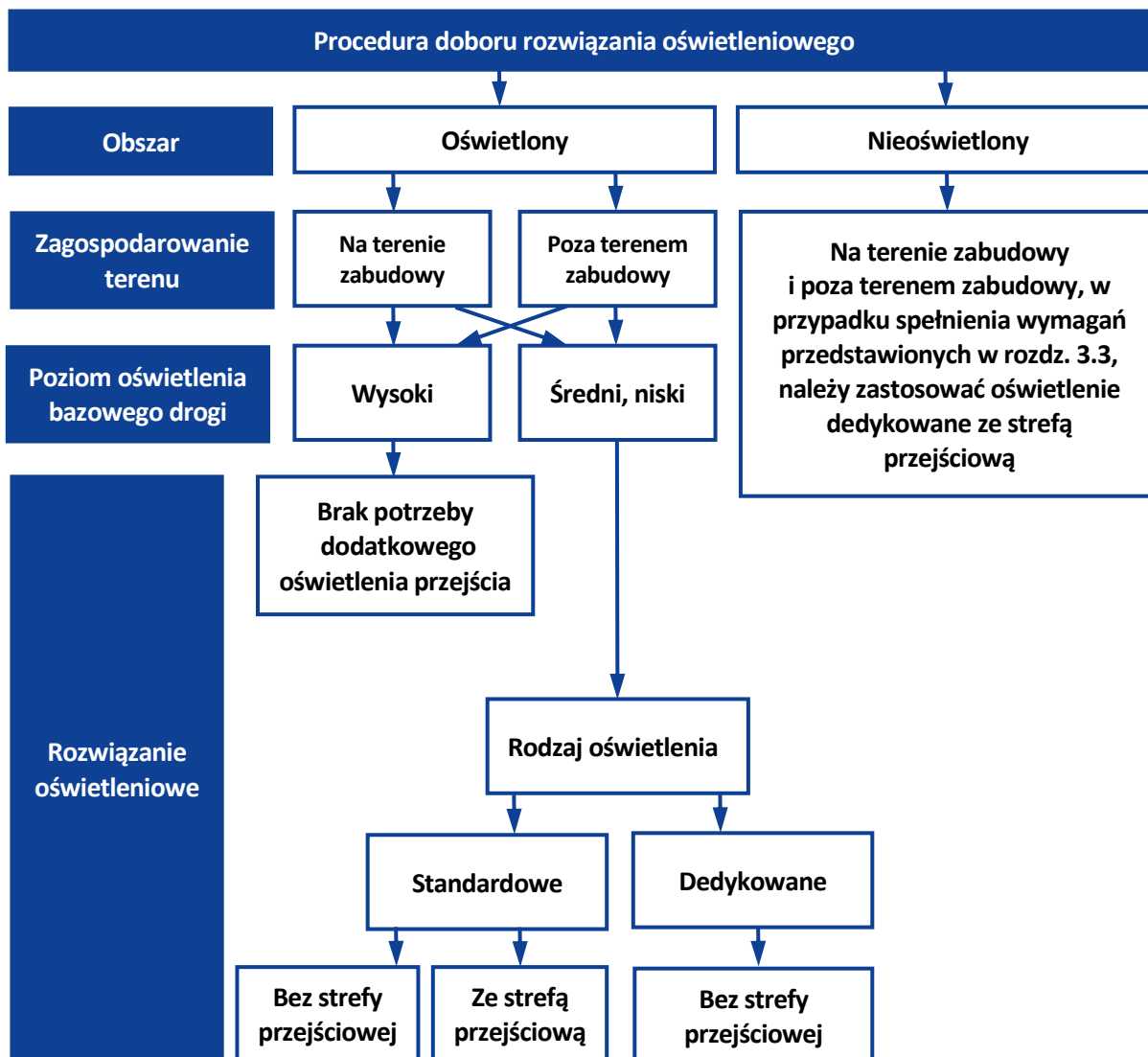
5.2.1.2 Średni i niski poziom oświetlenia obiektu drogowego występuje, gdy:

- średnie natężenie oświetlenia na skrzyżowaniu $E_{sr} < 50$ (Lx) (klasa C1 – C5),
- lub średnia luminancja na odcinku między skrzyżowaniami $L_{sr} < 2,0$ (cd/m²) (klasa M2 – M6).

5.2.2 W zależności od poziomu oświetlenia analizowanego przejścia należy postąpić następująco:

5.2.2.1 W przypadku lokalizacji przejścia dla pieszych na drodze o wysokim poziomie oświetlenia nie ma konieczności stosowania dodatkowych rozwiązań oświetleniowych na przejściu dla pieszych.

5.2.2.2 W przypadku lokalizacji przejścia dla pieszych na drodze o średnim i niskim poziomie oświetlenia istnieje konieczność zastosowania dodatkowych rozwiązań oświetleniowych na przejściu dla pieszych.



Rys. 5.1 Schemat możliwości wyboru rozwiązania oświetleniowego zastosowanego na przejściu dla pieszych

Źródło: Opracowanie własne

5.2.3 W przypadku, gdy istnieje konieczność zastosowania dodatkowych rozwiązań oświetleniowych na przejściu dla pieszych, na podstawie przeprowadzonej analizy i oceny ryzyka zagrożenia wypadkami oraz analizy uwarunkowań ekonomicznych i technicznych wybiera się jedno z następujących rozwiązań:

- 1) oświetlenie standardowe (z zastosowaniem opraw drogowych):
 - a) bez strefy przejściowej,
 - b) ze strefą przejściową (według zasad przedstawionych w rozdz. 5.5).
- 2) oświetlenie dedykowane (z zastosowaniem opraw asymetrycznych) - bez strefy przejściowej.

5.2.4 Wymienione w rozdz. 5.2.3 rozwiązania oświetleniowe kwalifikuje się do zastosowania na podstawie poziomu oświetlenia bazowego drogi oraz klasy ryzyka zagrożenia wypadkami na podstawie tab. 5.1.

Tab. 5.1

Zasada doboru rozwiązania oświetleniowego na przejściu dla pieszych dla pieszych w obszarze oświetlonym

Poziom oświetlenia obiektu drogowego bazowego	Klasa ryzyka	Proponowane rozwiązanie oświetleniowe	Korekta poziomu oświetlenia
Wysoki	R _A , R _B , R _C , R _D , R _E	Nie przewiduje się konieczności stosowania rozwiązań dodatkowych	
	R _A	Oświetlenie standardowe wg [9]	
Średni i niski	R _B , R _C , R _D , R _E	Oświetlenie dedykowane w klasie PC	Poziom oświetlenia w klasie PC lub C koryguje się o wartość K (wg wzoru 4.1 lub 4.2)
		Oświetlenie standardowe wg [9] w klasie C (ze strefą przejściową)	

Źródło: Opracowanie własne

5.3 Dobór rozwiązania oświetleniowego na przejściu dla pieszych na drodze nieoświetlonej

5.3.1 Przejście dla pieszych na drodze nieoświetlonej może znajdować się na terenie zabudowy lub poza terenem zabudowy. Niezależnie od pozostałych czynników w tym przypadku należy analizowane przejście dla pieszych oświetlić oświetleniem dedykowanym z zastosowaniem strefy lub stref przejściowych.

5.3.2 Na podstawie tab. 5.2 dobiera się poziom w klasie oświetlenia na analizowanym przejściu dla pieszych.

Tab. 5.2

Zasada doboru stopni klas oświetlenia przejścia dla pieszych w obszarze nieoświetlonym

Oświetlenie drogowe bazowe	Klasa ryzyka	Rozwiązanie oświetleniowe	Korekta stopnia klas oświetlenia
Nie występuje	R _A	Brak oświetlenia	
	R _B , R _C , R _D , R _E	Oświetlenie przejścia oprawami dedykowanymi (klasa PC) oraz wprowadzenie strefy przejściowej C3	Poziom klasy PC4 koryguje się o wartość K (wg wzoru 4.3)

Źródło: Opracowanie własne

5.4 Rozwiązania oświetleniowe

5.4.1 Zgodnie z zapisami przedstawionymi w rozdz. 5.2.3 stosowane rozwiązania oświetleniowe:

- mogą być rozwiązaniami standardowymi lub dedykowanymi,
- mogą być stosowane bez lub ze strefą przejściową.

5.4.2 Standardowe rozwiązania oświetleniowe to rozwiązania techniczne do oświetlenia obiektów drogowych poprzez: rozsył strumienia świetlnego z opraw umieszczonych wzdłuż drogi (np. liniowo w konfiguracji jednostronnej na odcinkach dróg) oraz poprzez rozsył strumienia świetlnego z opraw umieszczonych na masztach (np. na skrzyżowaniach i na węzłach).

5.4.2.1 Standardowe oświetlenie przejść dla pieszych bez strefy przejściowej stosuje się w przypadku wysokiego poziomu oświetlenia występującego na obiektach drogowych (odcinki dróg, skrzyżowania), na których występują przejścia dla pieszych.

5.4.2.2 Niekorzystnym rozwiązaniem jest oświetlenie przejścia dla pieszych w taki sposób, że pieszy oświetlony jest jedynie przez ciąg lamp z jednej strony drogi. Wytwarza to sytuację oświetleniową, w której pieszy w zależności od położenia na przejściu dla pieszych może być obserwowany przez kierowcę w różnych kontrastach od dodatniego kontrastu luminancji po przez kontrast zerowy do kontrastu ujemnego.

5.4.2.3 Standardowe oświetlenie przejść dla pieszych z zastosowaniem strefy przejściowej stosuje się na terenie zabudowy, w obszarze oświetlonym w celu wyróżnienia obszaru przejścia przez zastosowanie wyższego poziomu oświetlenia. Dodatkowo zabieg ten, pozwala na zapewnienie ujemnego kontrastu luminancji poprzez oświetlenie dostatecznie długiego (min 100 m) odcinka drogi za przejściem dla pieszych.

5.4.2.4 Zaleca się dodatkowo wyróżnić obszar przejścia dla pieszych barwą światła. Zaleca się stosowanie odmiennej, względem oświetlenia ciągu drogi, barwy światła, przyjmując stosunek temperatur barwowych 1:2.

5.4.3 Dedykowane rozwiązanie oświetleniowe to rozwiązanie techniczne służące do oświetlenia przejścia dla pieszych za pomocą opraw oświetleniowych o asymetrycznych rozsyłach strumienia świetlnego, umieszczonych w odpowiedniej konfiguracji tj. przed przejściem dla pieszych zgodnie z kierunkiem ruchu pojazdów.

5.4.3.1.1 Korzystniejsze dla postrzegania przez kierujących pojazdami jest uzyskanie dodatniego kontrastu luminancji pieszych, uzyskiwanego przy zastosowaniu rozwiązania dedykowanego. W przypadku kontrastu ujemnego, może nastąpić pomniejszenie kontrastu pieszego na skutek oświetlenia jego sylwetki za pomocą świateł zamontowanych na pojeździe. Szczególne przy mokrej nawierzchni, postrzeganie jest obniżone z uwagi na ryzyko olśnienia od światła odbijanego od powierzchni mokrej jezdni.

5.4.3.1.2 Zaleca się tak projektować oświetlenie przejść dla pieszych, aby doprowadzić do dodatniego kontrastu luminancji (tj. takiego, że luminancja postaci pieszego będzie dodatnia i wysoka względem luminancji tła, tj. jezdni w odległości ok. 100 m za pieszym).

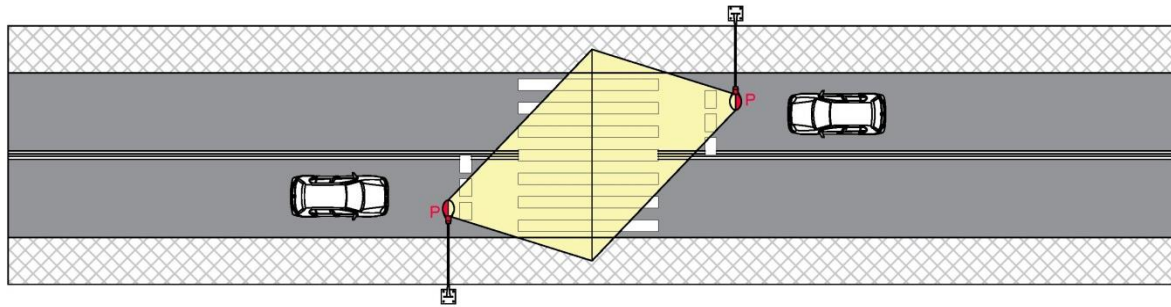
5.4.3.2 Oświetlenie dedykowane wymaga zainstalowania opraw oświetleniowych z rozsyłem asymetrycznym strumienia świetlnego. Oprawy te powinny być zainstalowane przed przejściem dla pieszych, oddzielnie dla każdego kierunku ruchu pojazdów (rys. 5.2). Ze względu na istniejącą asymetrię strumienia świetlnego opraw oświetleniowych, możliwe są dwie optyki stosownie do układu drogowego i kierunków ruchu pojazdów:

- optyka prawa - polegająca na ustawieniu oprawy oświetleniowej po prawej stronie jezdni,
- optyka lewa - polegająca na ustawieniu oprawy oświetleniowej po lewej jezdni.

5.4.3.3 Można wyróżnić kilka najczęściej spotykanych konfiguracji (lokalizacji) słupów i opraw oświetleniowych rozsyłających asymetryczne strumienie świetlne z uwzględnieniem typu przekroju poprzecznego drogi, kierunku ruchu pojazdów i geometrii przejścia dla pieszych. W załączniku 3 zestawiono przykłady zalecanych konfiguracji słupów i opraw oświetleniowych na przejściach dla pieszych, dla dedykowanych rozwiązań oświetleniowych.

5.4.3.4 Oprawy oświetleniowe dedykowane powinny być zamocowane poniżej linii opraw oświetlenia drogowego (typowo na wysokości pomiędzy 5,0 a 6,5 m). Zabieg ten wyróżnia obszar przejścia dla pieszych spośród ciągu opraw ulicznych i poprzez pewną odmienność usytuowania opraw oświetleniowych na przejściu dla pieszych wpływa na wrażenia wizualne i prowadzenie wzrokowe kierowcy.

5.4.3.5 Niedopuszczalne jest stosowanie rozwiązania polegającego na oświetleniu przejścia dla pieszych oprawą oświetleniową z rozsyłem symetrycznym, zainstalowaną centralnie nad osią przejścia dla pieszych.



Rys. 5.2 Schemat przykładowej lokalizacji opraw oświetleniowych na drodze jednojezdniowej dwukierunkowej o jednym pasie ruchu w każdym kierunku (zastosowano dwie oprawy z optyką prawą)

Źródło: Opracowanie własne

5.4.3.6 Dedykowane oświetlenie przejść dla pieszych łącznie z zastosowaniem strefy przejściowej stosuje się tylko poza terenem zabudowy, w obszarze nieoświetlonym, w celu zniwelowania ryzyka olśnienia kierujących i oświetlenia obszarów dojścia do przejścia dla pieszych.

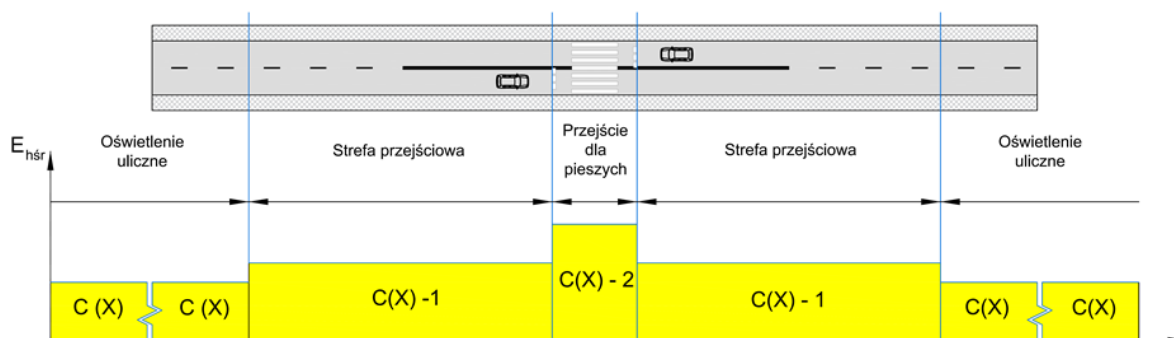
5.5 Strefy przejściowe

5.5.1 Na odcinkach dróg, na których występują przejścia dla pieszych stosuje się specjalne rozwiązania oświetleniowe w postaci strefy przejściowej, aby w obszarze oświetlonym wyróżnić wyższym poziomem natężenia oświetlenia obszar przejścia dla pieszych, a w obszarach nieoświetlonych, zminimalizować olśnienie kierujących pojazdami. Strefę przejściową stanowi odcinek drogi o długości minimum 100 m za i przed przejściem dla pieszych, na którym następuje stopniowa zmiana wartości poziomego natężenia oświetlenia na jezdni od większego na przejściu dla pieszych do mniejszego (lub braku) za przejściem dla pieszych, realizowana za pomocą opraw oświetlenia drogowego. Za początek strefy przejściowej należy przyjąć linię zatrzymania lub w przypadku jej braku odległość 2 m od krawędzi przejścia dla pieszych.

5.5.2 Rozwiązanie oświetleniowe polegające na stworzeniu strefy przejściowej stosuje się w dwóch przypadkach:

- w obszarze oświetlonym, w lokalizacji, w której nie ma możliwości lub nie jest zasadne zastosowanie rozwiązania dedykowanego w celu pogłębienia ujemnego kontrastu luminancji sylwetki pieszego z tłem i jednocześnie wyróżnienia obszaru przejścia dla pieszych przez zastosowanie wyższego poziomu oświetlenia,
- w obszarze nieoświetlonym, w celu zniwelowania ryzyka olśnienia kierujących powstałego w wyniku zastosowania rozwiązania dedykowanego i oświetlenia obszarów dojścia do przejścia dla pieszych.

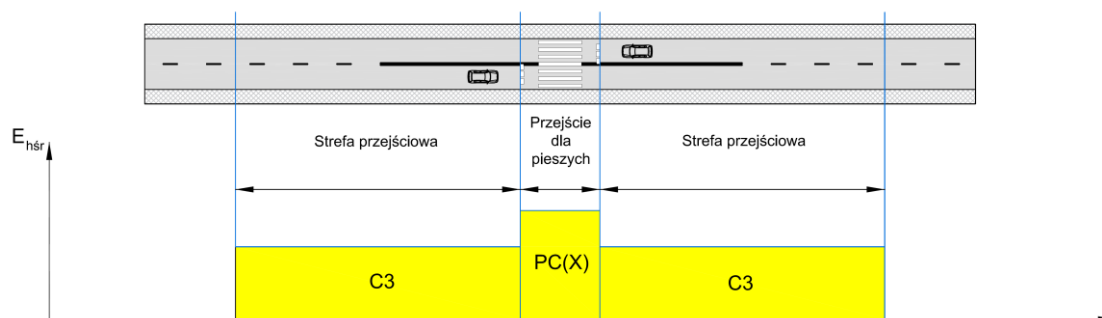
5.5.3 Strefę przejściową w obszarze oświetlonym, dla oświetlenia standardowego, stosuje się, aby podkreślić wyższy poziom natężenia oświetlenia obszar przejścia dla pieszych. W bezpośrednim obszarze przejścia dla pieszych stosuje się poziom w klasie oświetlenia (np. C(X-2) o wyższej wartości oświetlenia o dwa poziomy względem poziomu oświetlenia drogi (w tym przypadku C(X)). Zatem w strefie przejściowej na dojeździe do przejścia dla pieszych stosuje się klasę (w tym przypadku C(X-1) o wyższym poziomie oświetlenia względem oświetlenia drogi. Omawiana zasada zilustrowano na rys. 5.3.



Rys. 5.3 Schemat strefy przejściowej, na dojeździe do przejścia dla pieszych, oświetlonego za pomocą rozwiązania standardowego wraz z ilustracją zasady ustalania poziomu w klasie oświetlenia.

Źródło: Opracowanie własne

5.5.4 Strefę przejściową w obszarze nieoświetlonym stosuje się, aby zminimalizować oślnienie kierujących oświetlonym. Zasadę stosowania strefy przejściowej w obszarze nieoświetlonym przedstawiono na rys. 5.4.



Rys. 5.4 Schemat strefy przejściowej w obszarze nieoświetlonym, na dojeździe do przejścia dla pieszych, oświetlonego za pomocą rozwiązania dedykowanego wraz z ilustracją zasady ustalania poziomu w klasie oświetlenia.

Źródło: Opracowanie własne

5.6 Wybór miejsca montażu oprawy oświetleniowej

5.6.1 Na wybór miejsca montażu oprawy (zarówno odległość od krawędzi przejścia jak i wysokość zamocowania) względem przejścia dla pieszych mają wpływ indywidualne cechy opraw, wymiary geometryczne oświetlanej powierzchni (przejścia dla pieszych łącznie ze strefami oczekiwania) a także konieczność spełnienia dodatkowych warunków w zakresie pól widoczności oraz ograniczenia oświetlania elewacji budynków w sąsiedztwie.

5.6.1.1 Słup oświetleniowy zlokalizowany przy krawędzi jezdni przed przejściem dla pieszych nie może ograniczyć obszaru pól wzajemnej widoczności kierowca – pieszy. Słup zlokalizowany przy krawędzi jezdni, w obszarze pól widoczności przejścia dla pieszych, o średnicy większej niż 130 mm na wysokości 100 cm od poziomu posadowienia, musi być odsunięty na odległość minimum 1,5 m od przejścia dla pieszych wydłuż krawędzi drogi. Zaleca się zastosowanie wysięgników pozwalających na przeniesienie słupa oświetleniowego poza obszar, w którym może ograniczać wzajemną widoczność kierowcy i pieszego.

5.6.1.2 Zaleca się zachowanie odpowiadającej odległości, stosownej do indywidualnej dystrybucji strumienia świetlnego wybranej oprawy oświetleniowej, pomiędzy miejscem umieszczenia oprawy, a najbliższą krawędzią przejścia dla pieszych, gwarantującej właściwe oświetlenie na płaszczyźnie pionowej przejścia. Ze względu na istnienie różnych rozwiązań technicznych wynikających z dystrybucji strumienia świetlnego opraw oświetleniowych nie wskazuje się precyzyjnej odległości od zewnętrznej krawędzi przejścia.

5.6.1.3 Zaleca się lokalizowanie opraw oświetleniowych a w szczególności dobór brył światłości w taki sposób, aby niepotrzebnie nie doświetlać elewacji z oknami w budynkach mieszkalnych. Natężenie oświetlenia na takiej elewacji nie może przekraczać 5 luksów w przypadku światła białego i 3 luksów w przypadku światła kolorowego lub światła o zmieniającym się natężeniu, błyskowego, ewentualnie pulsującego [2].

5.6.2 Ze względu na brak odpowiednich badań w zakresie niezawodności detekcji, standardów czułości detekcji oraz skuteczności tego rozwiązania, w warunkach polskich nie zaleca się stosowania oświetlenia adaptacyjnego na przejścia dla pieszych w miejscach, gdzie w stanie bez detekcji poziom w klasie oświetlenia na przejściu dla pieszych jest niższy niż wymagany w Wytocznych.

5.6.3 W miejscach, gdzie występują duże zmiany warunków stałych użytkowników dróg, natężenie ruchu pieszych i pojazdów, charakterystyki odbiciowej nawierzchni w czasie rzeczywistym, stanu nawierzchni dróg (nawierzchnia sucha, mokra, ciemna, jasna, oblodzona), stanu tła obserwacji (oświetlenie otoczenia), można zastosować systemy adaptacyjnego sterowania oświetleniem umożliwiające automatyczne dostosowanie poziomu oświetlenia do zaistniałych warunków ruchu.

5.6.3.1 Dopuszcza się stosowanie rozwiązania adaptacyjnego oświetlenia przejścia dla pieszych, jeśli system sterowania parametrami świetlnymi uwzględnia zmiany parametrów oświetleniowych łącznie na całym ciągu drogowym tj. droga oraz przejście dla pieszych. Warunkiem dopuszczenia takiego rozwiązania jest spełnienie wymagań Wytocznych co do parametrów oświetleniowych przejścia dla pieszych względem odcinka dojazdowego do przejścia, w każdym stanie funkcjonowania oświetlenia.

6. BUDOWA I UTRZYMANIE ROZWIĄZANIA OŚWIETLENIOWEGO

6.1 Budowa oświetlenia przejścia dla pieszych

6.1.1 Podczas trwania budowy, przebudowy, rozbudowy czy remontu dotychczas oświetlone przejście dla pieszych nie może pozostać nieoświetlone. Należy zapewnić ciągłość oświetlenia podczas prac budowlanych, o ile przejście dla pieszych nie zostanie czasowo zamknięte.

6.1.2 Podczas trwania prac budowlanych należy zachować szczególną staranność i precyzję w lokalizowaniu słupów i ustawieniu opraw oświetleniowych. Pracę należy wykonać zgodnie z dokumentacją projektową. W przypadku trudności spełnienia wymagań (np. występuje problem lokalizacji słupa z uwagi na infrastrukturę podziemną) należy zwrócić się do projektanta o dalsze wskazówki.

6.1.3 Oprawy dedykowane z rozsyłem asymetrycznym powinny być zainstalowane przed przejściem dla pieszych, oddzielnie dla każdego kierunku ruchu pojazdów. Są to urządzenia, które bardzo precyzyjnie dystrybuują strumień świetlny. Należy więc przy odbiorach zwrócić szczególną uwagę na zgodność wykonanej instalacji z założeniami projektu. Należy sprawdzić: ustawienie opraw (kąty montażu), zastosowany typ oprawy asymetrycznej (rodzaj optyki: lewa, prawa), wysokość zawieszenia oprawy oraz odległość słupa i oprawy od przejścia dla pieszych.

6.2 Odbiór rozwiązania oświetleniowego

6.2.1 Na etapie odbioru instalacji oświetleniowej, poza standardowymi procedurami, należy przeprowadzić pomiary oświetlenia, sprawdzające uzyskanie założonych w projekcie parametrów oświetleniowych. Podstawowe formularze pomiarowe, stosowane w przygotowanej dla tego celu „Procedurze pomiarów parametrów oświetlenia przejść dla pieszych przy odbiorze” przedstawiono w załącznikach nr 4 i 5.

6.2.2 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.

6.2.3 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”.

6.2.4 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.

6.2.5 Z pomiarów przy odbiorach powinien powstać stosowny raport, w którym imiennie podpisany autor raportu, powinien ocenić czy spełniono założenia projektu.

6.2.6 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.

6.3 Utrzymanie instalacji oświetleniowej

6.3.1 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.

6.3.2 Należy prowadzić systematyczne zabiegi konserwacyjne opraw oświetleniowych w założonych interwałach czasowych, polegających między innymi na: czyszczeniu kloszy oraz wymianie uszkodzonych źródeł światła.

6.3.3 Konieczne jest systematyczne monitorowanie sytuacji oświetleniowej w otoczeniu przejścia dla pieszych tj. stanu opraw oświetleniowych, źródeł światła i występowania przeszkód dla światła.

6.3.4 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.

6.3.5 Zabrania się wyłączenia oświetlenia w rejonie przejścia dla pieszych w porze nocnej.

6.4 Monitorowanie stanu warunków oświetleniowych

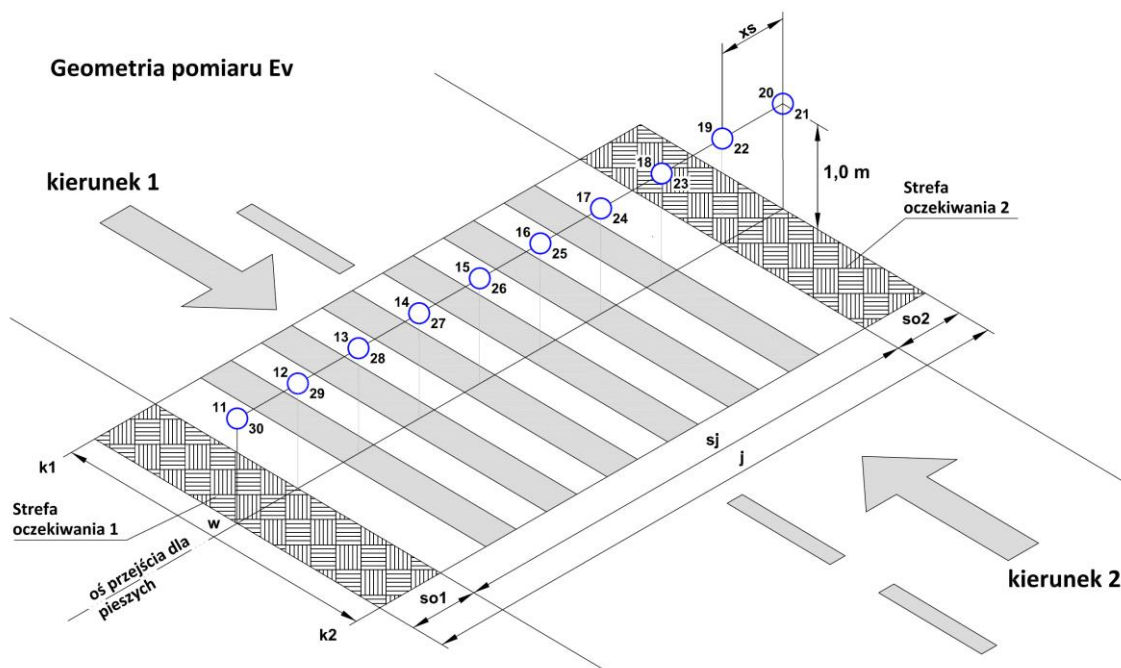
6.4.1 Z uwagi na postępującą w czasie degradację infrastruktury drogowej oraz źródeł światła, zmiany zagospodarowania przestrzennego w obszarze przejścia dla pieszych, brak kontroli nad zewnętrznymi źródłami światła oraz rozwój zieleni, należy prowadzić cykliczne pomiary kontrolne warunków oświetleniowych i stanu technicznego instalacji. 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.

6.4.2 W celu ujednoczenia procesu monitorowania stanu warunków oświetleniowych opracowano uproszczoną „Procedurę kontrolną prowadzenia pomiarów parametrów oświetleniowych na przejściach dla pieszych”. Procedura ta ma na celu cykliczne określanie podstawowych parametrów oświetleniowych zastosowanego rozwiązania oraz ogólnego stanu technicznego opraw i źródeł światła na przejściu dla pieszych. Podstawowe formularze pomiarowe (będące częścią raportów, zawierające po kilkadziesiąt pól do wypełnienia), stosowane w tej procedurze przedstawiono w załączniku 6 i 7. Z pomiarów kontrolnych powinien powstać stosowny raport, w którym imiennie podpisany autor raportu, powinien określić warunki oświetleniowe i stan techniczny a także przedstawić rekomendacje w zakresie działań naprawczych.

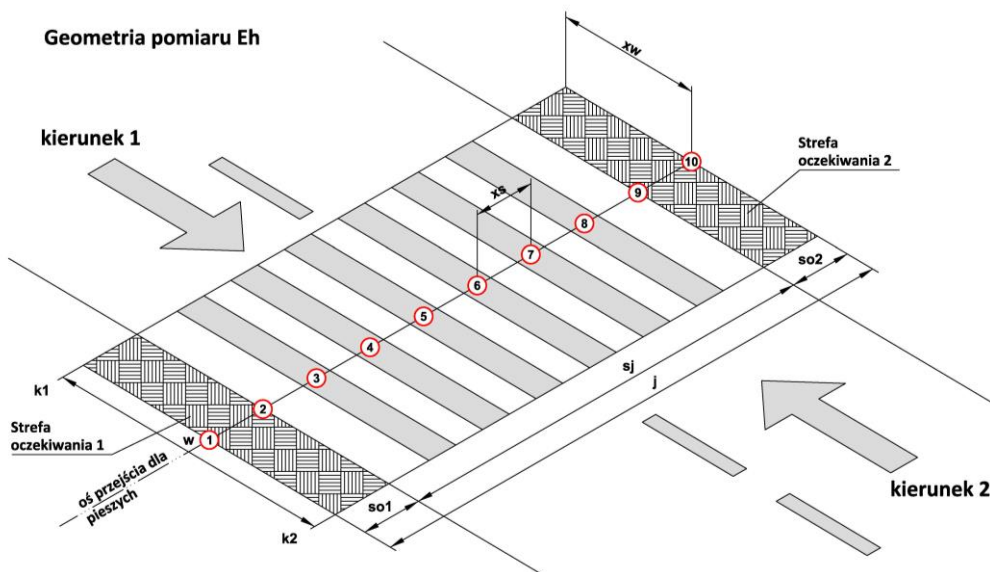
6.4.3 Monitorowanie stanu warunków oświetleniowych powinno być prowadzone na wszystkich przejściach dla pieszych, a zarządca oświetlenia powinien gromadzić i przetwarzać dane w postaci systematycznie aktualizowanej bazy danych. W celu ułatwienia zapisu lokalizacji przejść dla pieszych i parametrów świetlnych w obszarze przejść dla pieszych zaleca się wykorzystanie systemów GIS.

6.4.4 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.

6.4.5 Pomiary kontrolne oświetlenia należy prowadzić w uproszczonych siatkach punktów pomiarowych rozmieszczonych na przejściu dla pieszych według schematu przedstawionego na rys. 6.1 i rys. 6.2.



Rys. 6.1 Przykładowe rozmieszczenie punktów pomiarowych natężenia oświetlenia w płaszczyźnie pionowej (E_v) na przejściu dla pieszych stosowana w procedurze kontrolnej
 Źródło: Opracowanie własne



Rys. 6.2 Przykładowa siatka pomiarowa natężenia oświetlenia w płaszczyźnie poziomej (E_h) na przejściu dla pieszych stosowana w procedurze kontrolnej
 Źródło: Opracowanie własne

6.4.6 Protokół (raport) z pomiarów dla określenia stanu technicznego instalacji powinien być podpisany przez osobę z uprawnieniami dozoru technicznego sprawującego nadzór nad eksploatacją urządzeń, instalacji i sieci.

7. USTALENIA KOŃCOWE

7.1.1 Stosowanie procedury doboru rozwiązania oświetleniowego na przejściach dla pieszych przedstawionej w Wytycznych wynika z konieczności uporządkowania obszaru przygotowania inwestycji drogowych, w tym także uporządkowania kwestii oświetlenia przejść dla pieszych.

7.1.2 Wprowadzenie Wytycznych dopełnia zapisy Normy PN-EN 13201:2016 Oświetlenie dróg.

7.1.3 W Wytycznych zdefiniowano rozwiązanie oświetleniowe nazwane jako „oświetlenie dedykowane”, rozumiane jako zastosowanie opraw oświetleniowych o asymetrycznych rozsyłach strumienia świetlnego, umieszczonych w odpowiedniej konfiguracji (przed przejściem dla pieszych z kierunków ruchu pojazdów).

7.1.4 W Wytycznych wprowadzono i zdefiniowano nową klasę oświetlenia „PC”, przeznaczoną dla dedykowanego oświetlenia przejść dla pieszych.

7.1.5 Wytyczne pozwalają na zastosowanie rozwiązań adekwatnych do potrzeb, gdyż stworzono zależności pomiędzy poziomem ryzyka zagrożenia wypadkami z udziałem pieszych, a rozwiązaniem oświetleniowym.

7.1.6 Wytyczne dają podstawę do oceny konieczności oświetlenia przejść dla pieszych, którą powinien wykonywać inżynier ruchu drogowego przy współpracy z inżynierem elektrykiem, oraz do ustalenia klasy oświetlenia drogi i doboru urządzenia oświetleniowego, które powinien wykonywać inżynier elektryk w konsultacji z projektantem oświetlenia.

8. SPIS LITERATURY

- [1] Dz. U., *Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. Prawo i ruchu drogowym*, 1997.
- [2] Dz. U., *Obwieszczenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 17 lipca 2015 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*, (2015).
- [3] Instytut Ochrony Środowiska Państwowy Instytut Badawczy, *Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_x, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej*, (2017).
- [4] Jamroz K., *Metoda zarządzania ryzykiem w inżynierii drogowej*, Wydawnictwo Politechniki Gdańskiej, Gdańsk, 2011.
- [5] Jamroz K., Mackun T., i inni, *Metoda wyznaczania obszaru dobrej widoczności na przejściach dla pieszych w Polsce*, Transp. Miej. i Reg. 04/2015. (2015).
- [6] Jaspers, *Niebieska Księga - Infrastruktura Drogowa*, Warszawa, 2015.
- [7] Jażdżik-Osmólska A., i inni, Instytut Badawczy Dróg i Mostów, *Metoda oraz wycena kosztów wypadków i kolizji drogowych na sieci dróg w Polsce na koniec roku 2012 z wyodrębnieniem średnich kosztów społecznoekonomicznych zdarzeń drogowych na sieci TEN-T*, Warszawa. (2013).
- [8] Olszewski P., Osińska B., Szagała P., Włodarek P., *Modele prognozowania wypadków drogowych na przejściach dla pieszych. Referat zgłoszony na Konferencję GAMBIT 2018, Politechnika Gdańska 2018.*, n.d.
- [9] PKN (2016), *Norma PN-EN 13201:2016 Oświetlenie dróg Część 1-5, CEN/TR, 1.Wytyczne dotyczące wyboru klas oświetlenia, 2.Wymagania eksploatacyjne, 3.Obliczenia parametrów oświetleniowych, 4.Metody pomiaru efektywności oświetlenia, 5.Wskaźniki efektywności energetycznej*, (2016).
- [10] RMI (2003), *Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2003 r. w sprawie szczegółowych warunków technicznych dla znaków i sygnałów drogowych oraz urządzeń bezpieczeństwa ruchu drogowego i warunków ich umieszczania na drogach. Dz. U nr 220 poz 2181*, Poland, 2003.
- [11] RMTGM (1999), *Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (tekst jednolity Dz. U. 2016 poz. 124)*, 2016.

9. ZAŁĄCZNIKI

W załącznikach przedstawiono kolejno

Załącznik 1: Metoda ocena ryzyka zagrożenia wypadkami z pieszymi.

Załącznik 2: Metoda szacowania efektywności oświetlania przejść dla pieszych

Załącznik 3: Przykłady ustawienia opraw przy oświetleniu dedykowanym

Załącznik 4: Procedura odbioru - Przykład karty pomiaru parametrów oświetlenia.

Załącznik 5: Procedura odbioru - Przykład raportu z pomiaru oświetlenia.

Załącznik 6: Procedura kontrolna - Przykład karty pomiaru parametrów oświetlenia

Załącznik 7: Procedura kontrolna - Przykład karty raportu z pomiaru oświetlenia

Załącznik 8: Przykłady wyboru rozwiązania oświetleniowego

9.1 Załącznik 1: Metoda oceny ryzyka zagrożenia wypadkami na przejściu dla pieszych

9.1.1 Ocenę ryzyka zagrożeń wypadkami prowadzi się dwiema metodami:

- reaktywną – w przypadku, kiedy dostępne są dane o historii wypadków drogowych,
- proaktywną - w przypadku braku danych historycznych o wypadkach na istniejącym przejściu lub kiedy analizę prowadzi się na planowanym przejściu dla pieszych.

9.1.2 Metoda reaktywna oceny ryzyka polega na zebraniu danych o wypadkach drogowych na przejściu dla pieszych, obliczeniu przyjętej miary ryzyka i określenie klasy ryzyka.

9.1.2.1 Proponowaną miarą ryzyka jest liczba wypadków na przejściu dla pieszych LWn , które miały miejsce w okresie ograniczonej widzialności (tj. w porze nocnej) na analizowanym przejściu w ciągu trzech lat poprzedzających rok prowadzenia analizy.

9.1.2.2 Klasyfikację ryzyka wypadków na przejściu dla pieszych na podstawie danych historycznych o wypadkach przedstawiono w tab. 9.1.

Tab. 9.1

Klasyfikacja ryzyka wypadków na przejściu dla pieszych na podstawie danych historycznych o wypadkach

Klasa ryzyka R_x	Poziom ryzyka	Granice klas ryzyka LWn (wyp. / 3 lata)	Klasy akceptowalności ryzyka
R_A	Bardzo małe	0	Akceptowane (pomijalne)
R_B	Małe	1	Tolerowane
R_C	Średnie	2	
R_D	Duże	3	
R_E	Bardzo duże	> 3	Nieakceptowane

Zródło: Opracowanie własne

9.1.3 W przypadku braku danych historycznych o wypadkach na istniejącym przejściu lub planowanym przejściu dla pieszych należy skorzystać z metody oceny ryzyka zagrożeń wypadkami na przejściu dla pieszych.

9.1.3.1 Do oceny ryzyka zagrożenia wypadkami na przejściu dla pieszych przyjęto ryzyko społeczne [4], którego wielkość szacuje się uproszczoną metodą w zależności od: narażenia na ryzyko, poziomu prawdopodobieństwa wypadków, poziomu konsekwencji wypadków.

9.1.3.2 Poziom ryzyka zagrożenia wypadkami na przejściu dla pieszych oblicza się za pomocą wzoru 9.1.

$$R = \frac{1,1 \cdot LP \cdot WKP}{VP} \cdot \frac{NEP^{0,8} \cdot NEK^{0,9}}{10^8} \cdot V_m^2 \quad (9.1)$$

gdzie:

R – ryzyko społeczne zagrożenia wypadkami na przejściu dla pieszych,

LP – długość przejścia dla pieszych (m),

VP – średnia prędkość pieszego (m/s),

WKP – współczynnik korekcyjny uwzględniający sposób podziału jezdni,

NEP – ekwiwalentne natężenie ruchu pojazdów (os./24 h),

NEK – ekwiwalentne natężenie ruchu pojazdów (E/24 h),

V_m – prędkość miarodajna potoku pojazdów (km/h).

9.1.3.3 Czynniki wpływającymi na narażenie na ryzyko wypadku na przejściu dla pieszych jest czas przebywania pieszego na jezdni drogi tj. w strefie konfliktowej z pojazdem, który jest zależny od długości przejścia LP , prędkość pieszego VP i sposobu podziału jezdni (współczynnika WKP).

9.1.3.3.1 Długość przejścia LP przyjmuje się jako odległość mierzona między krawężnikami jezdni, przez którą zamierza przejść pieszy, albo pomiędzy krawężnikiem jezdni lub pasa dzielącego jezdnię (jeżeli wyspa ta lub pas dzielący mają szerokość nie mniejszą niż 2,0 m).

9.1.3.3.2 W przypadku jezdni bez krawężników, obliczeniowa długość przejścia dla pieszych LP mierzona jest jako szerokość utwardzonej nawierzchni jezdni.

9.1.3.3.3 W przypadku, gdy przejście dla pieszych występuje na drodze **wielojezdniowej** z rozdzielonymi jezdniami:

- przy szerokości pasa rozdziału większej lub równej 2,0 m, należy przejście przez każdą jezdnię traktować oddzielnie, wówczas obliczeniowa długość przejścia LP równa się szerokości tej jezdni,
- przy szerokości pasa rozdziału mniejszej od 2,0 m, należy to przejście przez obie jezdnie traktować łącznie jako jedno przejście (podobnie jak dla przekroju 1x4 lub 1x6), wówczas obliczeniowa długość przejścia LP równa się szerokości obu jezdni łącznie z szerokością pasa dzielącego.

9.1.3.3.4 W przypadku, gdy przejście dla pieszych występuje na drodze **jednojezdniowej**:

- w przypadku występowania wyspy azylu (o szerokości większej lub równej 2,0 m), rozdzielającej pasy ruchu, obliczeniową długość przejścia LP równa się łącznej szerokości pasów ruchu na tej jezdni,
- w pozostałych przypadkach obliczeniową długość przejścia LP równa się łącznej szerokości wszystkich pasów ruchu przez, które przeprowadzone jest przejście łącznie z szerokością wyspy azylu, jeżeli ta wyspa jest węższa niż 2,0 m.

9.1.3.4 Prędkość pieszego przechodzącego przez jezdnię VP jest to prędkość z jaką pieszy przechodzi przez jezdnię lub przejście dla pieszych. Do obliczeń przyjmuje się wartość średnią prędkości pieszego dla dominującej grupy pieszych: dorosłych $VP = 1,2$ m/s, dzieci $VP = 1,0$ m/s, seniorów i osób niepełnosprawnych $VP = 0,8$ m/s. Grupę dzieci, seniorów lub niepełnosprawnych przyjmuje się za dominującą, jeżeli grupa ta stanowi nie mniej niż 10 % liczby pieszych przechodzących przez oceniane przejście dla pieszych. Jeżeli dzieci, seniorzy i osoby niepełnosprawne łącznie, stanowią min 20 % wszystkich pieszych należy przyjąć prędkość pieszego dla najwolniejszej grupy użytkowników tj. seniorów i osób niepełnosprawnych $VP = 0,8$ m/s.

9.1.3.5 WKP – współczynnik korekcyjny uwzględniający wpływy sposobu podziału pasów ruchu lub jezdni na ryzyko wypadku na przejściu dla pieszych dobierany jest z tab. 9.2.

Tab. 9.2

Wartości liczbowe współczynnika wpływu sposobu podziału pasów ruchu lub jezdni na narażenie na ryzyko wypadku na przejściu dla pieszych WKP

Typ przekroju poprzecznego drogi			Współczynnik korekcyjny rozdzielenia pasów ruchu WKP
Liczba pasów ruchu	Jezdnia	Wyspa azylu	
1 (1x1)	jednokierunkowa	brak	1,0
2 (1x2)	dwukierunkowa	brak	1,1
2 (1x2)	dwukierunkowa	występuje	0,6
2 (1x2)	jednokierunkowa	brak	1,0
3 (1x3)	jednokierunkowa	brak	1,0
4 (1x4)	dwukierunkowa	brak	1,0
6 (1x6)	dwukierunkowa	brak	1,0

Źródło: Opracowanie własne

9.1.4 Poziom prawdopodobieństwa wypadków drogowych P zależy od głównie od wielkości konfliktowych potoków ruchu: natężenia ekwiwalentnego ruchu pieszego NEP i natężenia ekwiwalentnego ruchu kołowego NEK na przejściu dla pieszych.

9.1.4.1 Natężenie ekwiwalentne ruchu pieszego NEP jest to natężenie ruchu pieszych uwzględniające strukturę rodzajową potoku pieszych. W strukturze potoku pieszych na szczególne wyróżnienie zasługują: dzieci, seniorzy i osoby niepełnosprawne, które poruszają się ze znacznie mniejszą prędkością niż osoby dorosłe. Natężenie to oblicza się za pomocą wzoru (9.2):

$$NEP = N_{od} + E_p \cdot (N_d + N_s + N_{on}) \quad (9.2)$$

gdzie:

- NEP – natężenie ekwiwalentne ruchu pieszego (os./24h),
- N_{od} – natężenie ruchu osób dorosłych (15 – 65 lat) (os./24h),
- N_d – natężenie ruchu dzieci (< 15 lat) (os./24h),
- N_s – natężenie ruchu seniorów (> 65 lat) (os./24h),
- N_{on} – natężenie osób niepełnosprawnych (os./24h),
- E_p – współczynnik przeliczeniowy (ekwiwalentny) uwzględniający zwiększone zagrożenie dzieci, seniorów i osób niepełnosprawnych w potoku pieszych, $E_p = 2,0$.

Natężenie ekwiwalentne ruchu kołowego NEK jest to natężenie ruchu pojazdów uwzględniające strukturę rodzajową potoku. W przypadku jezdni rozdzielonym pasem dzielącym o szerokości większej lub równej 2,0 m NEK przyjmuje się oddzielnie dla każdej jezdni (kierunku ruchu), w pozostałych przypadkach NEK przyjmuje się jako sumę dla obu kierunków ruchu. Natężenie to oblicza się za pomocą wzoru (9.3):

$$NEK = N_o + E_c \cdot N_c + E_{r,m} \cdot (N_r + N_m) \quad (9.3)$$

gdzie:

- NEK – natężenie ekwiwalentne ruchu kołowego (E/24h),
- N_o – natężenie samochodów osobowych (P/24 h),
- N_c – natężenie ruchu pojazdów ciężkich (samochodów ciężarowych i autobusów) (P/24h),
- N_r – natężenie ruchu rowerów (P/24h),
- N_m – natężenie ruchu motocykli (P/24h),
- E_c – współczynnik przeliczeniowy (ekwiwalentny) uwzględniający wpływ pojazdów ciężkich (ciężarowych i autobusów) na zagrożenie pieszych uczestników ruchu, $E_c = 2,0$;
- $E_{r,m}$ – współczynnik przeliczeniowy (ekwiwalentny) uwzględniający wpływ pojazdów dwuśladowych (motocykli i rowerów) na zagrożenie pieszych uczestników ruchu, $E_{r,m} = 0,5$.

9.1.4.1.1 Pomiar ruchu pieszego i kołowego, uwzględnieniem wszystkich grup uczestników, należy wykonać w ciągu doby w okresie miarodajnym, tj. kiedy ruch na przejściu dla pieszych zbliżony jest do ruchu średniorocznego dobowego.

9.1.4.1.2 Do oszacowania wielkości ruchu pieszego i kołowego można zastosować metody uproszczone, szacując wielkość natężenia na podstawie pomiaru natężenia ruchu w krótszych okresach. Jednakże należy uzasadnić zastosowaną metodę.

9.1.5 Poziom konsekwencji wypadków drogowych K uzależniono od prędkości miarodajnej pojazdów na przejściu dla pieszych V_m .

9.1.5.1 Prędkość V_m pojazdów na odcinku dojazdowym do przejścia dla pieszych ustala się na podstawie pomiarów terenowych. Jako prędkość miarodajną przyjmuje się prędkość V_{85} , tj. kwantyl 85 % z rozkładu prędkości pomierzonej pojazdów na odcinku dojazdowym do przejścia dla pieszych [5]. W przypadku planowanych lub projektowanych dróg, prędkość V_{85} można oszacować na podstawie wzoru (9.4):

$$V_{85} = w_v \cdot V_{dop} \quad (9.4)$$

gdzie:

- V_{85} – kwantyl 85% z rozkładu prędkość pojazdów (km/h),
- w_v – współczynnik przeliczeniowy, umożliwiający oszacowanie prędkości V_{85} w zależności od prędkości dopuszczalnej, rodzaju obszaru i rodzaju lub kategorii drogi,
- V_{dop} – prędkość dopuszczalna na analizowanym odcinku drogi (km/h).

9.1.5.2 Współczynnik przeliczeniowy w_v umożliwia oszacowanie prędkości V_{85} w zależności od prędkości dopuszczalnej V_{dop} oraz rodzaju obszaru i typu (rodzaju lub kategorii) drogi. Współczynnik przeliczeniowy w_v należy wybrać korzystając z tab. 9.3.

9.1.5.3 Prędkość dopuszczalna V_{dop} to prędkość ustalona przez zarządcę ruchu drogowego i wskazana na znakach. W przypadku prędkości na obszarze zabudowy, gdzie w dzień obowiązuje limit prędkości 50 km/h a w nocy 60 km/h, jako V_{dop} należy przyjąć prędkość wyższą lub wykonać pomiar prędkości w nocy i obliczyć wartość V_{85} .

Tab. 9.3

Liczbowe wartości współczynnika w_v , zalecane do szacowania prędkości V_{85} [8]

Obszar	Typ drogi	Współczynnik w_v
Zabudowany	Droga tranzytowa (krajowa)	1,50
	Ulice główne w miastach	1,35
	Pozostałe ulice	1,15
Nie zabudowany	Drogi krajowe	1,25
	Drogi wojewódzkie	1,15
	Drogi powiatowe	1,05
Zabudowany / niezabudowany	Automatyczny nadzór nad prędkością - wszystkie drogi	1,00

Źródło: Opracowanie własne

9.1.6 Klasę (poziom) ryzyka R_x należy określić porównując obliczoną wartość ryzyka R (za pomocą wzoru 9.1) z wartościami granicznymi klas ryzyka R_{gx} , które przedstawiono w tab. 9.4.

9.1.6.1 Przyjęto: pięć klas poziomu ryzyka zagrożeń wypadkami na przejściach dla pieszych: bardzo małe (R_A), małe (R_B), średnie (R_C), duże (R_D) i bardzo duże (R_E);

9.1.6.2 Przyjęto trzy klasy akceptowalności ryzyka wypadków na przejściach dla pieszych: akceptowane (pomijalne), tolerowane i nieakceptowane.

9.1.6.3 Granice wyznaczające poszczególne klasy ryzyka i akceptowalności ryzyka R_{gx} przedstawiono w tab. 9.4.

Tab. 9.4

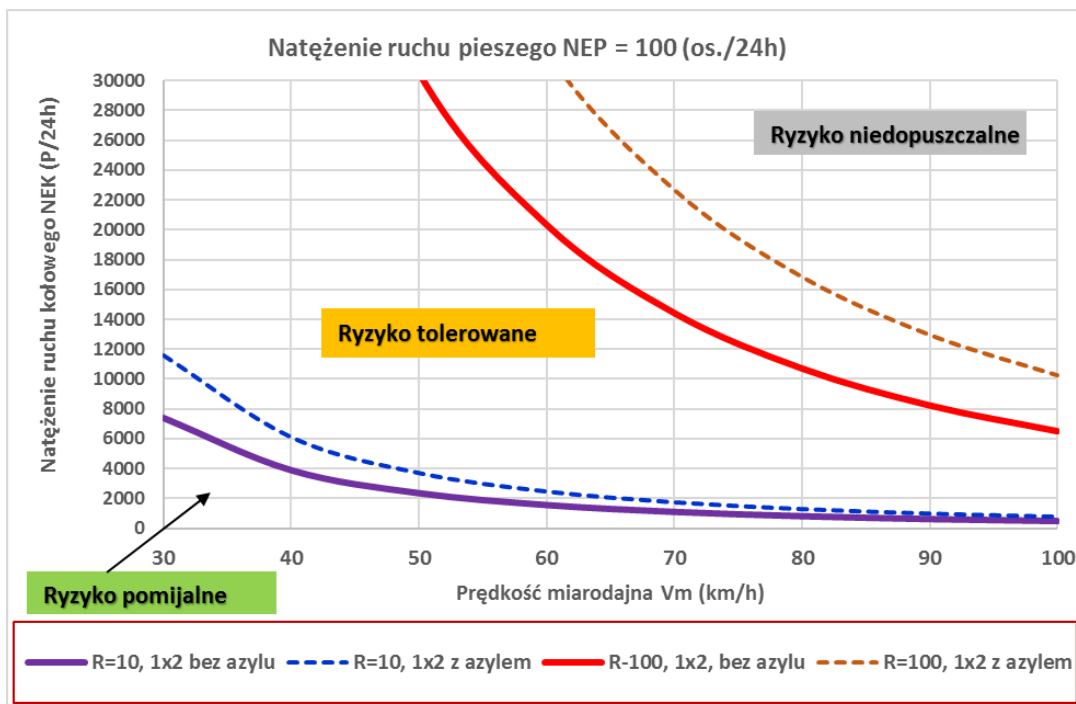
Klasyfikacja ryzyka zagrożeń wypadkami na przejściu dla pieszych

Klasa ryzyka R_x	Poziom ryzyka	Granice klas ryzyka R_{gx}	Klasy akceptowalności ryzyka
R_A	Bardzo małe	<10	Akceptowane (pomijalne)
R_B	Małe	10 ÷ 20	Tolerowane
R_C	Średnie	20 ÷ 50	
R_D	Duże	50 ÷ 100	
R_E	Bardzo duże	> 100	Nieakceptowane

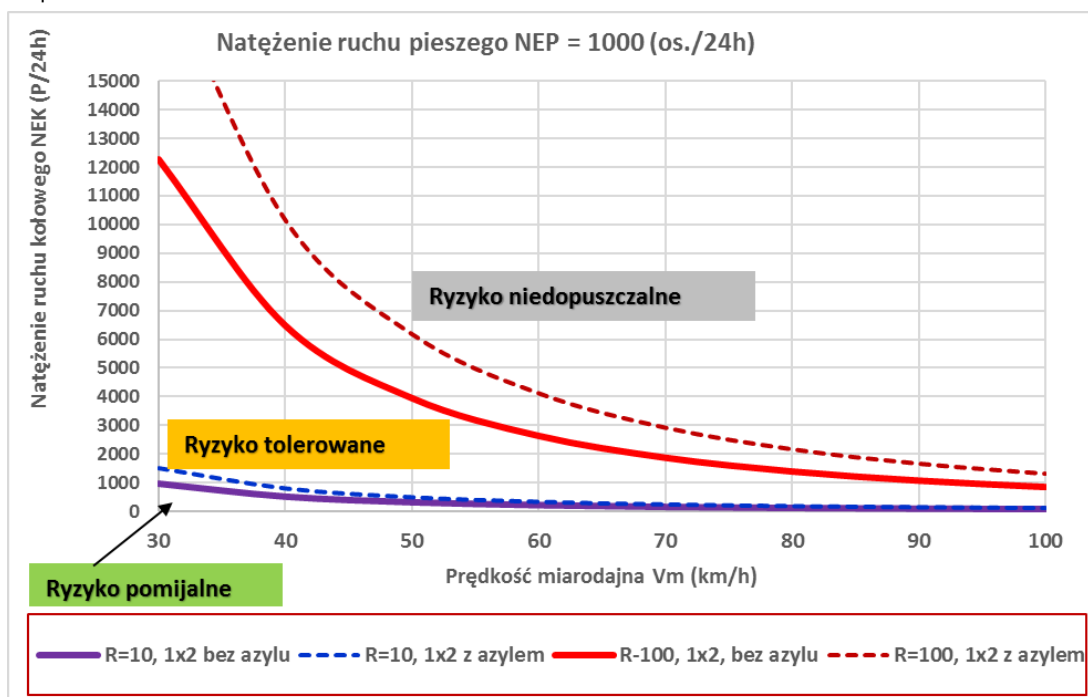
Źródło: Opracowanie własne

9.1.6.4 Określony w ten sposób poziom ryzyka zagrożeń wypadkami na analizowanym przejściu dla pieszych należy wykorzystać przy określaniu poziomu w klasie oświetlenia i doborze rozwiązania oświetleniowego na przejściu dla pieszych, natomiast poziomy akceptowalności ryzyka do oceny konieczności zastosowania oświetlenia na przejściu dla pieszych.

9.1.6.5 Przykładowe zakresy akceptowalności ryzyka dla przejścia dla pieszych na drodze dwupasowej dwukierunkowej przedstawiono na rys. 9.1 i rys. 9.2.



Rys. 9.1 Zakresy akceptowalności ryzyka na przejściu dla pieszych zlokalizowanym na dwupasowej drodze dwukierunkowej, dla natężenia uchu pieszego $NEP = 100$ os. 24 h
 Źródło: Opracowanie własne



Rys. 9.2 Zakresy akceptowalności ryzyka na przejściu dla pieszych zlokalizowanym na dwupasowej drodze dwukierunkowej, dla natężenia uchu pieszego $NEP = 1000$ os. 24 h
 Źródło: Opracowanie własne

9.2 Załącznik 2: Metoda szacowania efektywności oświetlenia przejść dla pieszych

9.2.1 Na efektywność zastosowania urządzeń oświetlenia przejść dla pieszych wpływ mają: koszt instalacji oświetlenia, koszt eksploatacji oświetlenia w cyklu życia oświetlenia, oszczędności kosztów wypadków drogowych w wyniku zastosowania oświetlenia.

9.2.1.1 Ocenę efektywności zastosowania urządzeń oświetleniowych na przejściu dla pieszych prowadzi się dla okresu $n = 20$ lat.

9.2.1.2 Do oceny efektywności oświetlenia przejścia dla pieszych w proponowanej metodzie stosuje się współczynnik efektywność E , który oblicza się według wzoru 9.5:

$$E = \frac{SKW}{KBU} \quad (9.5)$$

gdzie:

SKW – sumaryczne oszczędności kosztów wypadków w okresie życia obiektu (mln zł/ 20 lat),

KBU – sumaryczne koszty budowy i utrzymania urządzeń oświetlenia na przejściu dla pieszych w okresie życia obiektu (mln zł / 20 lat).

9.2.2 Sumaryczne oszczędności kosztów wypadków w okresie życia obiektu SKW oblicza się za pomocą wzoru 9.6:

$$SKW = \sum_{i=1}^n \frac{OKW_i}{(1+a)^n} \quad (9.6)$$

gdzie:

OKW_i – oszczędności kosztów wypadków w roku i (mln zł/rok),

a – stopa dyskontowa, przyjęto $a = 0,03$,

n – długość okresu analizy, długość cyklu życia urządzeń oświetlenia przejścia dla pieszych, przyjęto $n = 20$ lat.

9.2.2.1 Oszczędności kosztów wypadków oblicza się za pomocą wzoru 9.7:

$$OKW_i = KW_i \cdot WEO_o \quad (9.7)$$

gdzie:

OKW_i – roczne oszczędności kosztów wypadków w okresie życia obiektu w roku i (mln zł / rok),

WEO_o – współczynnik zmniejszenia liczby wypadków spowodowanych zainstalowaniem oświetlenia na przejściu dla pieszych.

9.2.2.2 Do czasu opracowania szczegółowej metody szacowania oszczędności kosztów wypadków na przejściach dla pieszych należy przyjmować:

– $WEO_{zb} = 0,3$ – dla obszaru zabudowanego,

– $WEO_{nb} = 0,5$ – dla obszaru niezabudowanego.

9.2.2.2.1 Koszty wypadków drogowych na istniejącym przejściu dla pieszych (w przypadku dostępności do danych historycznych o wypadkach drogowych), należy obliczać korzystając ze wzoru 9.8:

$$KW_i = JKW_i \cdot LW_i + JKLR_i \cdot LLR_i + JKCR_i \cdot LCR_i + JKZ_i \cdot LZ_i \quad (9.8)$$

gdzie:

JKW_i – jednostkowe koszty strat materialnych w wypadkach w roku i (mln zł/ wypadek),

$JKLR_i$ – jednostkowe koszty strat materialnych w wypadkach w roku i (mln zł/ ofiarę),

$JKCR_i$ – jednostkowe koszty strat materialnych w wypadkach w roku i (mln zł/ofiarę),

JKZ_i – jednostkowe koszty strat materialnych w wypadkach w roku i (mln zł/ ofiarę),
 LW_i – liczba wypadków na przejściu dla pieszych w roku i (wypadków/ rok),
 LLR_i – liczba ofiar lekko rannych na przejściu dla pieszych w roku i (ofiar/ rok),
 LCR_i – liczba lekko rannych na przejściu dla pieszych w roku i (ofiar/ rok),
 LW_i – liczba ofiar śmiertelnych na przejściu dla pieszych w wypadkach w roku i (ofiar/rok).

9.2.2.2.2 Jednostkowe koszty wypadków JKW i ofiar wypadków $JKLR$, $JKCR$, JKZ można uzyskać z raportów publikowanych przez JASPERS [6] lub Sekretariat Krajowej rady BRD [7].

9.2.2.3 W przypadku braku danych o wypadkach oraz na planowanych przejściach dla pieszych koszty wypadków drogowych należy obliczać korzystając ze wzoru 9.9:

$$KW_i = LW_i \cdot KWS_o \cdot WWK_i \quad (9.9)$$

gdzie:

KWS_o – średni koszt wypadku na przejściu dla pieszych KWS_o ,

WWK_i - współczynnik wzrostu kosztów w roku i .

9.2.2.3.1 Liczbę wypadków na przejściu dla pieszych można oszacować za pomocą wzoru 9.10 (opracowanym na podstawie wyników pracy badawczej [8]).

$$LW_i = 2,75 \cdot 10^{-7} \cdot NEP_i^{0,79} \cdot NEK_i^{0,87} \quad (9.10)$$

9.2.2.3.2 Natężenie ekwiwalentne ruchu pieszego NEP_i dla danego roku należy ustalać według wzoru 9.2, natomiast natężenie ekwiwalentne ruchu kołowego NEK_i dla danego roku należy ustalać według wzoru 9.3.

9.2.2.3.3 Do czasu opracowania szczegółowej metody szacowania oszczędności kosztów wypadków na przejściach dla pieszych średni koszt wypadku na przejściu dla pieszych KWS_o należy przyjmować:

- $KWS_{zb} = 1,1$ mln zł / wypadek - dla obszaru zabudowanego,
- $KWS_{nb} = 1,65$ mln zł / wypadek – dla obszaru niezabudowanego.

9.2.2.3.4 Współczynnik wzrostu kosztów w roku i WWK_i jako stosunek PKB w roku i do roku bazowego, określanych na podstawie raportów GUS, JASPERS [6] lub SKRBRD [7].

9.2.3 Sumaryczne koszty budowy i utrzymania urządzeń oświetlenia w cyklu życia obiektu KBU oblicza się za pomocą wzoru 9.11:

$$KBU = KB + \sum_{i=1}^n \frac{KU_i + KS_i}{(1 + a)^n} \quad (9.11)$$

gdzie:

KB – koszt budowy urządzeń oświetleniowych na przejściu dla pieszych (mln zł),

KS_i – koszt środowiskowe (koszty emisji zanieczyszczeń do środowiska przy produkcji energii elektrycznej) w roku i (mln zł),

KU_i – koszty utrzymania (zużytej energii, obsługi i napraw) urządzeń oświetleniowych na przejściu dla pieszych w roku i (mln zł/rok).

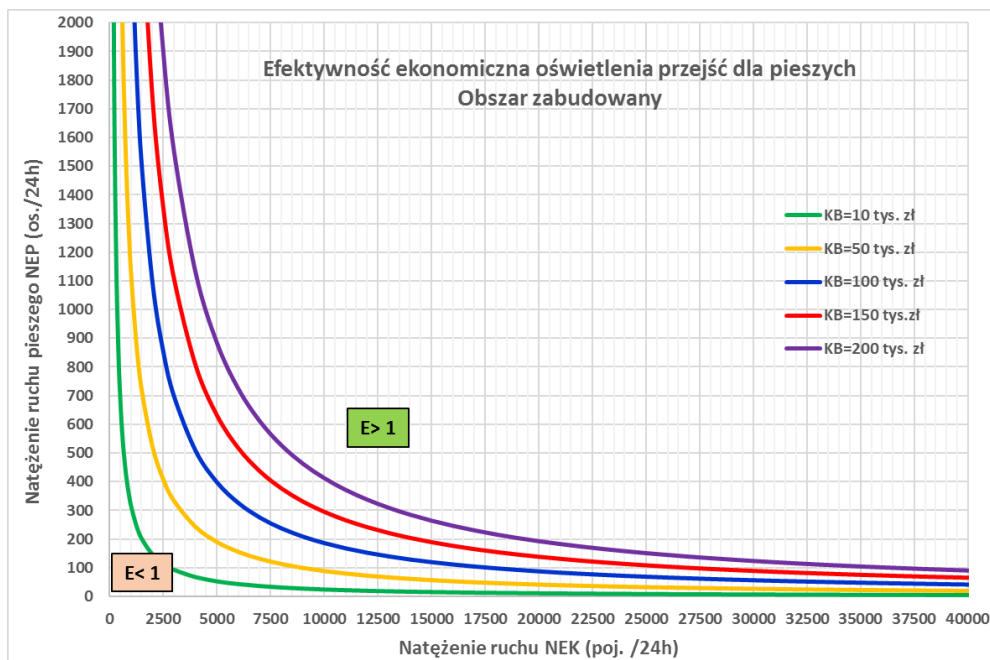
9.2.3.1 Obliczenie kosztów środowiskowych KS_i polega na wyznaczeniu kosztów emisji zanieczyszczeń przy produkcji energii elektrycznej zużytej w okresie eksploatacji instalacji oświetleniowej przy uwzględnieniu aktualnych wskaźników emisji zanieczyszczeń środowiska (SO_2 , NO_x , CO , CO_2 pył całkowity). Podstawowym parametrem do oszacowania kosztów środowiskowych jest wskaźnik emisji CO_2 (0,781 kg/MWh w 2016 r.) [3].

9.2.4 Wartość obliczonego wskaźnika efektywności ekonomicznej stanowić może podstawę do podejmowania decyzji o zastosowaniu oświetlenia przejścia dla pieszych. W tab. 9.5 zestawiono rekomendacje dotyczące wykorzystania wskaźnika E . Przykładowe zakresy obszaru zasadności ekonomicznej oświetlenia przejścia dla pieszych przedstawiono na rys. 9.3 i 9.4.

Klasyfikacja efektywności ekonomicznej oświetlenia przejścia dla pieszych

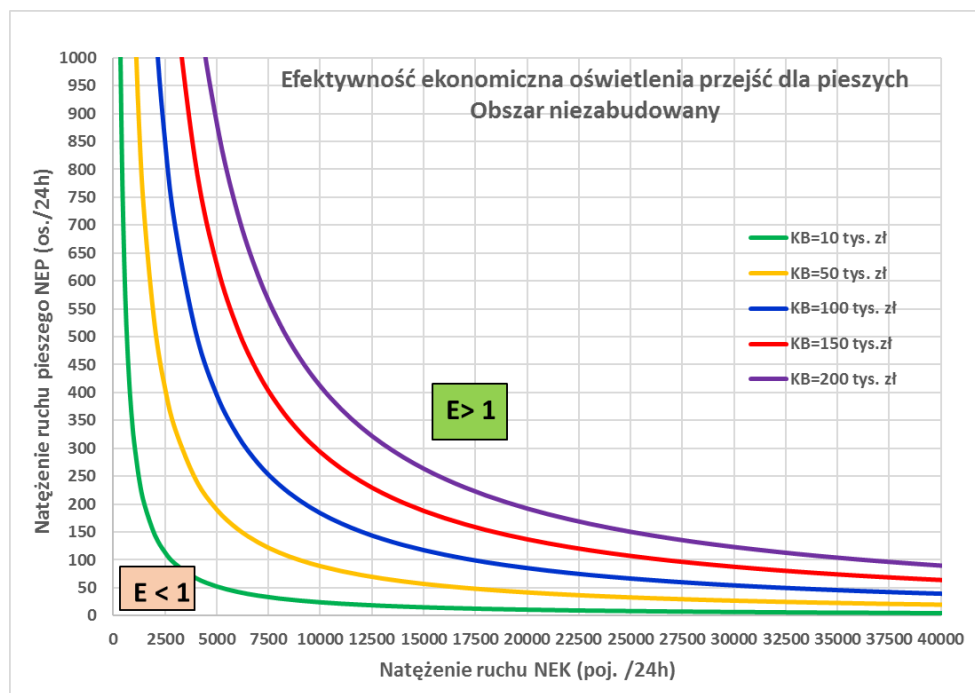
Wartość współczynnika	Zalecenia
$E \geq 1$	Oświetlenie przejścia dla pieszych - uzasadnione ekonomicznie
$E < 1$	Oświetlenie przejścia dla pieszych - nieuzasadnione ekonomicznie

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 9.3 Zakresy opłacalności instalowania urządzeń oświetleniowych na przejściu dla pieszych zlokalizowanym na drodze w obszarze zabudowanym

Źródło: Opracowanie własne



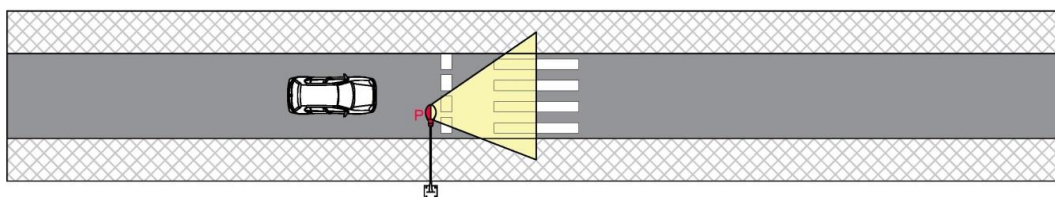
Rys. 9.4 Zakresy opłacalności instalowania urządzeń oświetleniowych na przejściu dla pieszych zlokalizowanym na drodze w obszarze niezabudowanym.

Źródło: Opracowanie własne

9.3 Załącznik 3: Przykłady lokalizacji słupów i opraw przy oświetleniu dedykowanym

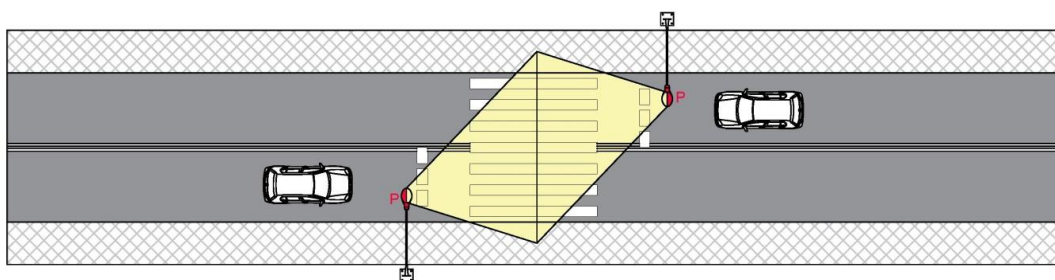
W rozwiązaniach dedykowanych wyróżniono kilka najczęściej spotykanych konfiguracji (lokalizacji) słupów i opraw oświetleniowych rozsyłających asymetryczne strumienie świetlne z uwzględnieniem typu przekroju poprzecznego drogi, kierunku ruchu pojazdów i geometrii przejścia dla pieszych. W zależności od typu przekroju drogi zaleca się następujące lokalizacje opraw oświetleniowych:

- a) na drodze jednojezdniowej jednokierunkowej: jedna oprawa z optyką prawą (rys. 9.5),
- b) na drodze jednojezdniowej dwukierunkowej o jednym pasie ruchu w każdym kierunku: dwie oprawy z optyką prawą (rys. 9.6),
- c) na drodze jednojezdniowej dwukierunkowej o jednym pasie ruchu w każdym kierunku z wyspą azylu: dwie oprawy z optyką prawą (rys. 9.7),
- d) na drodze jednojezdniowej jednokierunkowej o dwóch pasach ruchu w jednym kierunku: dwie oprawy z optyką lewą i prawą (rys. 9.8),
- e) na drodze jednojezdniowej o dwóch pasach ruchu w jednym kierunku i jednym pasie ruchu w drugim, bez pasa rozdzielającego: dwie oprawy z optyką prawą (rys. 9.9),
- f) na drodze jednojezdniowej o dwóch pasach ruchu w każdym kierunku bez pasa rozdzielającego: dwie oprawy z optyką prawą (rys. 9.10),
- g) na drodze dwujezdniowej o dwóch pasach ruchu w jednym kierunku z pasem rozdzielającym: cztery oprawy, dwie oprawy z optyką lewą i dwie oprawy z optyką z prawą (rys. 9.11),
- h) na drodze dwujezdniowej o trzech pasach ruchu w jednym kierunku z pasem rozdzielającym: cztery oprawy, dwie oprawy z optyką lewą i dwie oprawy z optyką z prawą (rys. 9.12).



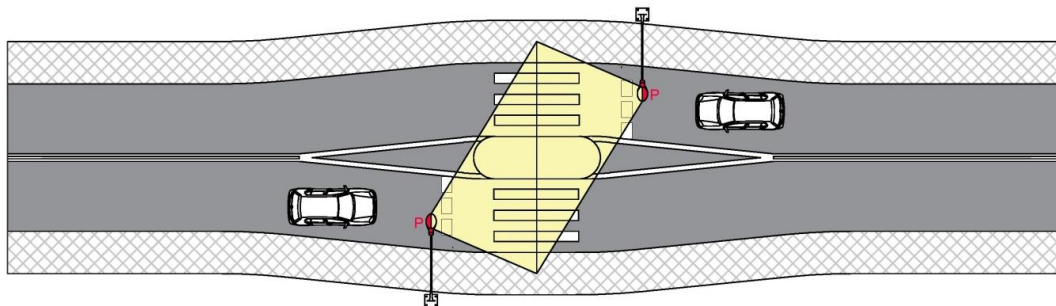
Rys. 9.5 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze jednojezdniowej jednokierunkowej (jedna oprawa z optyką prawą)

Źródło: Opracowanie własne



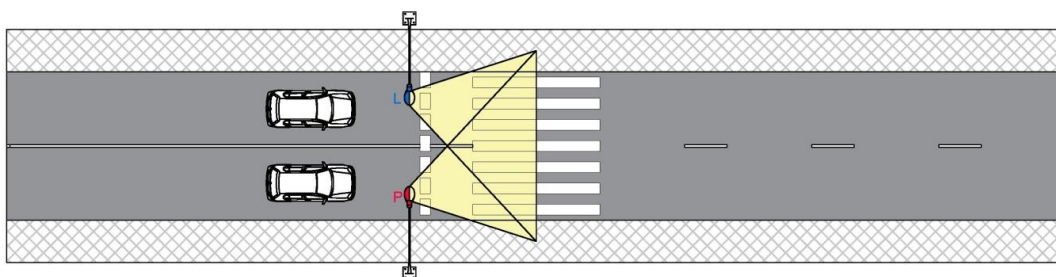
Rys. 9.6 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze jednojezdniowej dwukierunkowej o jednym pasie ruchu w każdym kierunku (dwie oprawy z optyką prawą)

Źródło: Opracowanie własne



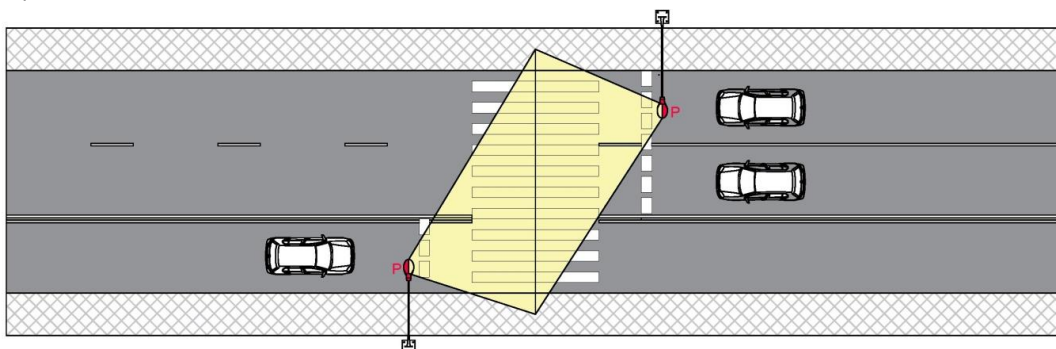
Rys. 9.7 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze jednojezdniowej dwukierunkowej o jednym pasie ruchu w każdym kierunku z wyspą dzielącą (dwie oprawy z optyką prawą)

Źródło: Opracowanie własne



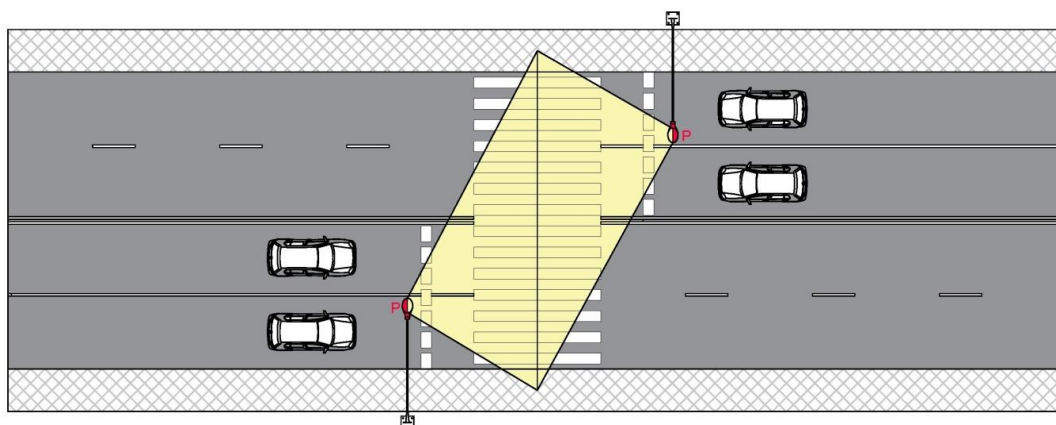
Rys. 9.8 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze jednojezdniowej jednokierunkowej o dwóch pasach ruchu w jednym kierunku (dwie oprawy z optyką lewą i prawą)

Źródło: Opracowanie własne



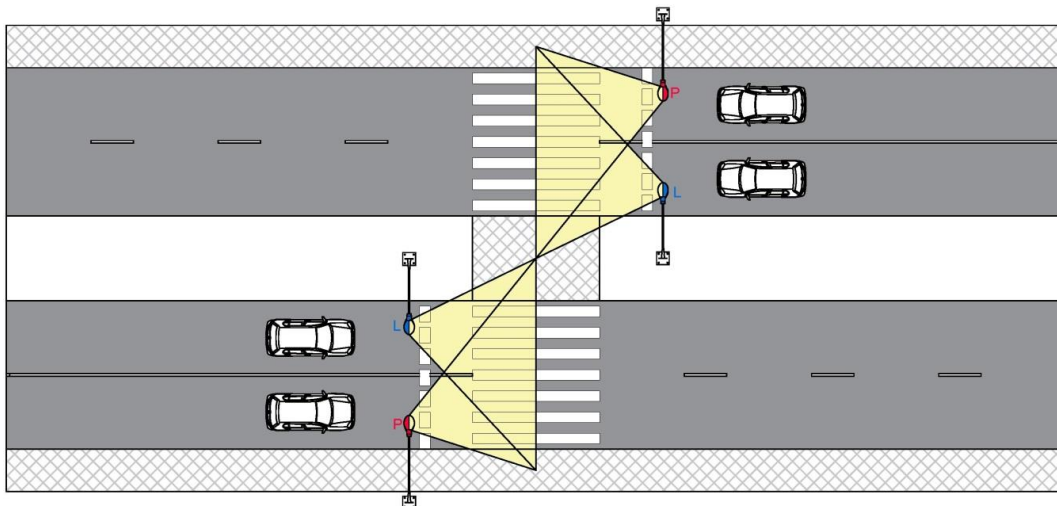
Rys. 9.9 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze jednojezdniowej o dwóch pasach ruchu w jednym kierunku i jednym pasie ruchu w drugim, bez pasa rozdzielającego (dwie oprawy z optyką prawą)

Źródło: Opracowanie własne



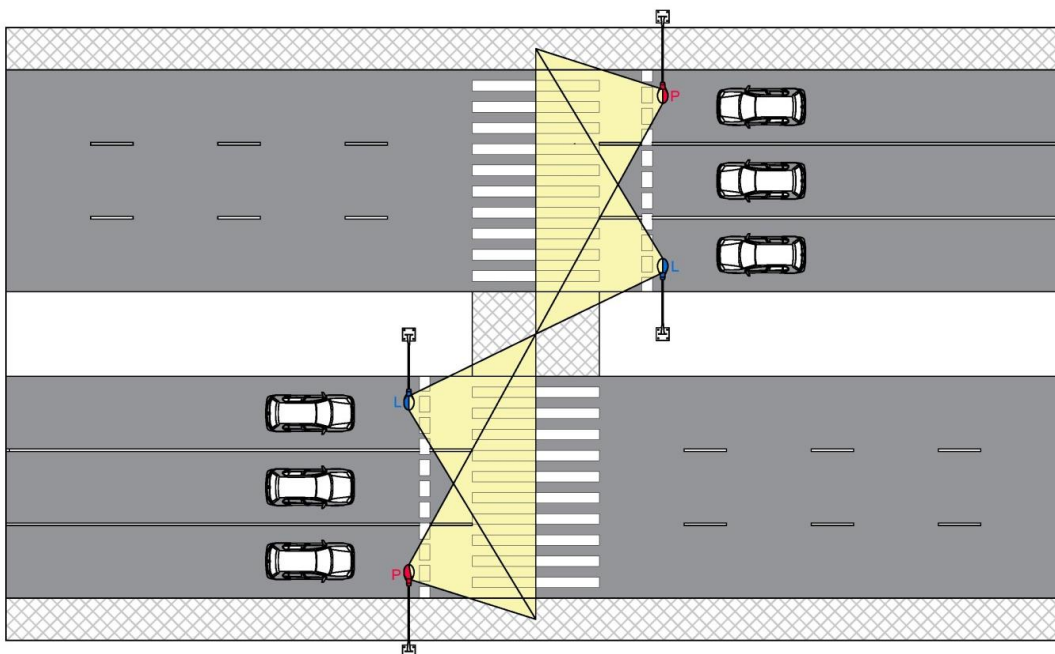
Rys. 9.10 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze jednojezdniowej o dwóch pasach ruchu w każdym kierunku bez pasa rozdzielającego (dwie oprawy z optyką prawą)

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 9.11 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze dwujezdniowej o dwóch pasach ruchu w jednym kierunku z pasem rozdzielającym (cztery oprawy, dwie oprawy z optyką lewą i dwie oprawy z optyką z prawą)

Źródło: Opracowanie własne



Rys. 9.12 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze dwujezdniowej o trzech pasach ruchu w jednym kierunku z pasem rozdzielającym (cztery oprawy, dwie oprawy z optyką lewą i dwie oprawy z optyką z prawą)

Źródło: Opracowanie własne

9.4 Załącznik 4: Procedura odbioru. Przykład karty pomiaru parametrów oświetlenia

Lp.	Parametry	Opis			
1	Nazwiska członków zespołu	Nowak K., Kowalski J., Malinowski A.			
2	Współrzędne GPS	52.14822, 21.03078			
3	Data i godzina pomiaru	2017.07.10 - 23:15			
4	Miejscowość / Ulica / Nr drogi / km	Warszawa / Wilhelma Konrada Roentgena / - / -			
5	Skrzyżowanie/Zjazd	Łukaszczyka / -			
6	Kategoria drogi	powiatowa			
7	Przekrój drogi	2x2 (pomiar na jednej jezdni)			
8	Liczba pasów	2 - w jednym kierunku			
9	Stan techniczny drogi	dobry			
10	Kierunek 1 w stronę	k. ruchu	Pileckiego	N	TAK
11	Kierunek 2 w stronę	k. ruchu	Makolągwy	S	NIE
12	Stan oświetlenia w otoczeniu przejścia / źródła światła / stan oprav	Instalacja uliczna w ustawieniu naprzemianległym, instalacja uliczna w dobrym stanie technicznym, źródła sodowe, oprawy w stronie dobrym.			
13	Odległość najbliższej oprawy ulicznej od osi przejścia dla pieszych [m]	4,5			
14	Oświetlenie dedykowane	Dwie oprawy LED z optyką prawą i lewą			
15	Szerokość pola pomiarowego [m]	4			
16	Długość pola pomiarowego [m]	9			
17	ID zdjęcia	lmg 0112 - lmg 0135			

18. Pomiary natężenia oświetlenia w płaszczyźnie poziomej przejścia dla pieszych E_h :

Opis	E_h [lx]									
Nr. pomiaru	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Krawędź k1	98,1	98,4	99,3	99,9	99,5	98,9	99,1	99,2	99,9	98,5
Oś	107,9	108,5	109,1	109,9	109,4	108,5	108,7	108,7	109,8	108,4
Krawędź k2	98,3	98,6	99,7	100,2	110,2	111,8	119,6	119,7	119,8	118,6

19. Pomiary natężenia oświetlenia w płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez oś przejścia 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	118,3	118,6	119,7	110,2	110,2	119,8	119,6	119,7	119,8	118,6
w k1 1,0 m	118,1	118,4	119,3	119,9	110,5	118,9	119	119,2	119,9	118,5
w k1 0,5 m	107,9	108,5	109,1	109,9	109,4	108,5	108,7	108,7	109,8	108,4
w k2 1,5 m	8,7	9,5	11,8	11,8	11,8	12,9	12,9	12,9	12,9	12,8
w k2 1,0 m	9,6	12,7	12,8	12,9	11,9	12,8	12,8	12,8	12,9	12,7
w k2 0,5 m	9,4	11,3	11,0	10,8	11,4	11,7	11,7	11,5	11,4	10,8

20. Pomiary natężenia oświetlenia E_v [lx] w punktach A, B, C, D, E, F:

Opis	A	B	C	D	E	F
w k1 1,0 m	67,2	58,6	67,9	82,5	51,1	50,3
w k2 1,0 m	9,1	9,6	8,4	18,7	16,4	10,1

21. Pytania kontrolne:

Lp	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?	✓	

22. Uwagi:

Pomiary wykonane wg wymagań procedury odbioru. Brak uwag.

.....
miejsowość, data, czytelny podpis

9.5 Załącznik 5: Procedura odbioru. Przykład raportu z pomiaru oświetlenia.

Lp.	Parametry		Opis		
1	Nazwiska członków zespołu		Nowak K., Kowalski J., Malinowski A.		
2	Współrzędne GPS		52.14822, 21.03078		
3	Data i godzina pomiaru		2017.07.10 - 23:15		
4	Miejscowość / Ulica / Nr drogi / km		Warszawa / Wilhelma Konrada Roentgena / - / -		
5	Skrzyżowanie/Zjazd		Łukaszczyka / -		
6	Kategoria drogi		powiatowa		
7	Przekrój drogi		2x2 (pomiar na jednej jezdni)		
8	Liczba pasów		2 - w jednym kierunku		
9	Stan techniczny drogi		dobry		
10	Kierunek 1 w stronę	k. ruchu	Pileckiego	N	TAK
11	Kierunek 2 w stronę	k. ruchu	Makolągwy	S	NIE
12	Źródło światła na przejściu dla pieszych		LED		
13	Odległość najbliższej oprawy ulicznej [m]		4,5		
14	Dodatkowe oświetlenie przejścia		Dwie oprawy LED z optyką prawą i lewą		
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
krawędź k1	98,1	98,4	99,3	99,9	99,5	98,9	99,1	99,2	99,9	98,5
oś	107,9	108,5	109,1	109,9	109,4	108,5	108,7	108,7	109,8	108,4
krawędź k2	98,3	98,6	99,7	100,2	110,2	111,8	119,6	119,7	119,8	118,6

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

$E_{h\text{r}}$	$E_{h\text{min}}$	$E_{h\text{max}}$	U_{oh}
[lx]	[lx]	[lx]	[-]
105,87	98,10	119,80	0,93

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	118,3	118,6	119,7	110,2	110,2	119,8	119,6	109,7	89,8	86
w k1 1,0 m	118,1	118,4	119,3	119,9	110,5	118,9	119	119,2	119,9	89,5
w k1 1,5 m	107,9	108,5	109,1	109,9	109,4	108,5	108,7	108,7	109,8	88,4
w k2 1,5 m	8,7	9,5	11,8	11,8	11,8	12,9	12,9	12,9	12,9	12,8
w k2 1,0 m	9,6	12,7	12,8	12,9	11,9	12,8	12,8	12,8	12,9	12,7
w k2 0,5 m	9,4	11,3	11,0	10,8	11,4	11,7	11,7	11,5	11,4	10,8

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

Opis	$E_{v\text{r}}$	$E_{v\text{min}}$	$E_{v\text{max}}$	U_{ov}
kierunek	[lx]	[lx]	[lx]	[-]
w kierunku 1	110,78	86,00	119,90	0,78
w kierunku 2	11,77	8,70	12,89	0,74

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

Opis	A	B	C	D	E	F
w k1 1,0 m	67,2	58,6	67,9	82,5	51,1	50,3
w k2 1,0 m	9,1	9,6	8,4	18,7	16,4	10,1

23. Oświetlenie uliczne:

Instalacja uliczna w ustawieniu naprzemianległym, instalacja uliczna w dobrym stanie technicznym, źródła sodowe, oprawy w stronie dobrym. Przejście dla pieszych zlokalizowane na jezdni jednokierunkowej, oświetlone z kierunku ruchu pojazdów za pomocą dwóch opraw z rozsyłem asymetrycznym (optyka prawa i lewa). Wyniki pomiarów potwierdzają założenia projektu.

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 OP (wartość)	Pomiar (wartość)	✓
1	Wartość średnia pionowego natężenia oświetlenia $E_{v\text{sr}}$ [lx] na płaszczyźnie pionowej w kierunku 1	75	110,8	✓
2	Wartość równomierności ogólnej natężenia oświetlenia U_{ov} [-] na płaszczyźnie pionowej w kierunku 1	0,35	0,8	✓
3	Wartość średnia pionowego natężenia oświetlenia $E_{v\text{sr}}$ [lx] na płaszczyźnie pionowej w kierunku 2	75	nie dotyczy	nie dotyczy
4	Wartość równomierności ogólnej natężenia oświetlenia U_{ov} [-] na płaszczyźnie pionowej w kierunku 2	0,35	nie dotyczy	nie dotyczy
5	Wartość średnia poziomego natężenia oświetlenia $E_{h\text{sr}}$ [lx] na płaszczyźnie poziomej	75	105,9	✓
6	Wartość równomierności ogólnej natężenia oświetlenia U_{oh} [-] na płaszczyźnie poziomej	0,4	0,9	✓
7	Wartości minimalne pionowego natężenia oświetlenia [lx] w punktach A, B, C, D, E, F w kierunku 1	E_v 5	50,3	✓
8	Wartości minimalne pionowego natężenia oświetlenia [lx] w punktach A, B, C, D, E, F w kierunku 2	E_v 5	nie dotyczy	nie dotyczy

26. Realizacja klasy oświetleniowej

klasa OP	✓
OP1	✓

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	

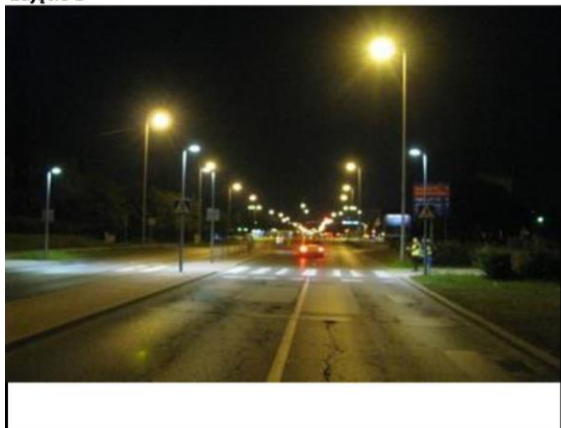
.....
miejsowość, data, czytelny podpis

28. Uwagi:

--

29. Dokumentacja zdjęciowa:

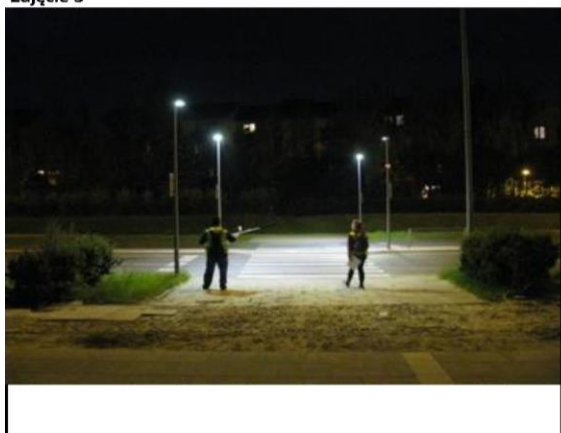
Zdjęcie 1



Zdjęcie 2



Zdjęcie 3



Zdjęcie 4



Zdjęcie 5



Zdjęcie 6



9.6 Załącznik 6: Procedura kontrolna. Przykład karty pomiaru parametrów oświetlenia

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	Stan oświetlenia w otoczeniu przejścia / źródło światła / oprawa		Oprawy nowe, z metalohalogenkowym źródłem światła, zamontowane na słupie o wysokości 10 m na wysięgniku typu V 60 stopni		
13	Odległość najbliższej oprawy ulicznej od osi przejścia dla pieszych [m]		2		
14	Oświetlenie dedykowane [tak/nie]		nie		
15	Szerokość pola pomiarowego [m]		4		
16	Długość pola pomiarowego [m]		9		
17	ID zdjęcia		Img 0112 - img 0134		

18. Pomiary natężenia oświetlenia w płaszczyźnie poziomej przejścia 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. Pomiary natężenia oświetlenia w płaszczyźnie pionowej przechodzącej przez oś przejścia 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	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

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

Przeście oświetlone dwoma oprawami metalohalogenkowymi (nowe) 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. Brak przesód dla światła. Brak uwag.

22. Pytania kontrolne

Lp	Pytanie kontrolne	v	Komentarz
1	Czy przejście dla pieszych jest oświetlone tylko za pomocą oświetlenia drogowego / ulicznego?	v	
2	Jaki zastosowano system rozmieszczenia opraw oświetleniowych? 1) jednostronny, 2) naprzeciwległy, 3) naprzemianległy, 4) jednostronny w pasie dzielącym, 5) masztowy, 6) przewieszkowy, 7) łańcuchowy, 8) inny	1	
3	Czy zastosowano dodatkowe oświetlenie przejścia dla pieszych (jakie)?	v	dwie oprawy uliczne V
4	W jakim stanie technicznym znajduje się instalacja oświetleniowa w otoczeniu przejścia dla pieszych? 1) niedostatecznym, 2) dostatecznym, 3) dobrym, 4) bardzo dobrym, 5) instalacja nowa.	4	
5	Określ sposób zamocowania opraw zainstalowanych na słupach oświetleniowych znajdujących się w otoczeniu przejścia dla pieszych (np. pochYLENIE, obrót, nawis): 1) poprawny, 2) niepoprawny	1	
6	Czy oprawa oświetleniowa bezpośrednio oświetlająca przejście dla pieszych jest czynna (emituje światło)?	v	
7	Jaka jest liczba wygaszonych opraw oświetleniowych ciągu ulicznego w otoczeniu przejścia dla pieszych?	0	
8	Czy występują przeszkody dla światła przesłaniające oprawę oświetleniową oświetlającą przejście dla pieszych (korony drzew, infrastruktura drogowa)?		
9	W jakim stanie technicznym znajduje się oprawa oświetleniowa w otoczeniu przejścia dla pieszych: 1) niedostatecznym, 2) dostatecznym, 3) dobrym, 4) bardzo dobrym	4	
10	Czy oprawa oświetleniowa czy jest kompletna (posiada klosz lub szybę)?	v	
11	Czy klosz lub szyba oprawy jest czysta?	v	
12	Jakie źródło światła zastawano w oprawie oświetlającej przejście dla pieszych? 1) LED, 2) sodowe, 3) metalohalogenkowe, 4) inne	3	
13	Czy przejście dla pieszych jest wyróżnione odmienną barwą światła w stosunku do barwy światła oświetlenia ulicznego?	v	

.....
miejsowość, data, czytelny podpis

9.7 Załącznik 7: Procedura kontrolna. Przykład karty raportu z pomiaru oświetlenia

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_n :

Opis	E_n [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_n :

E_{nfr}	E_{nmin}	E_{nmax}	U_{oh}
[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_{vfr}	E_{vmin}	E_{vmax}	U_{ov}
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:

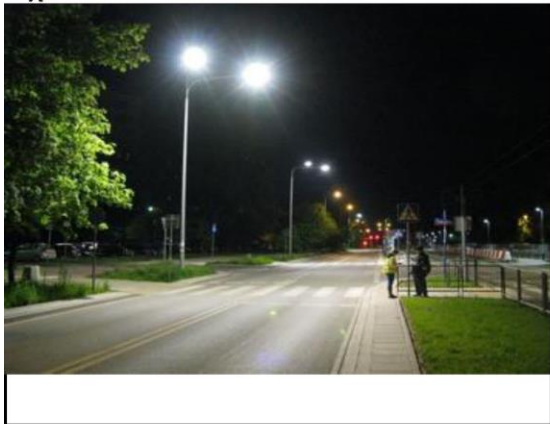
Przeście oświetlone oprawami oświetlenia ulicznego, dwoma oprawami metalohalogenkowymi zainstalowanymi na podwójnym wysięgniku typu V 60 stopni, na wysokości 10m. Wzdłuż ul. Rembielińskiej nowa, sprawna instalacja oświetleniowa w ustawieniu jednostronnym. Bardzo dobre warunki oświetleniowe na przejściu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

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

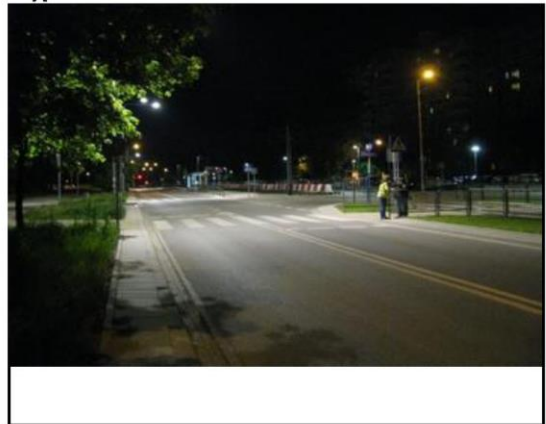
Brak uwag.

24. Dokumentacja zdjęciowa:

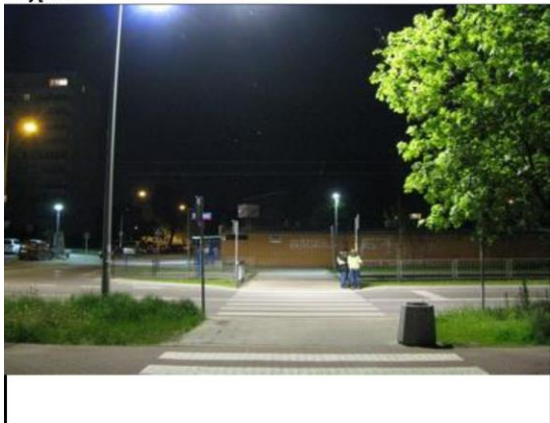
Zdjęcie 1



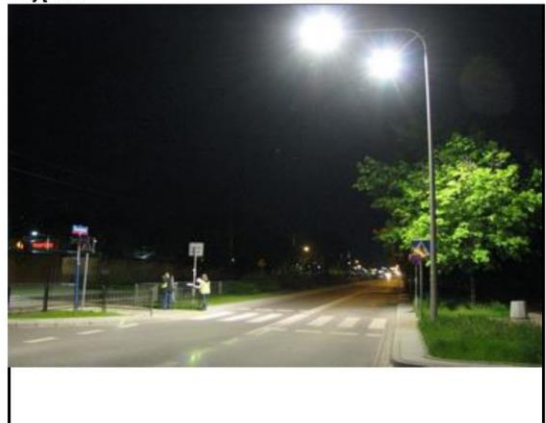
Zdjęcie 2



Zdjęcie 3



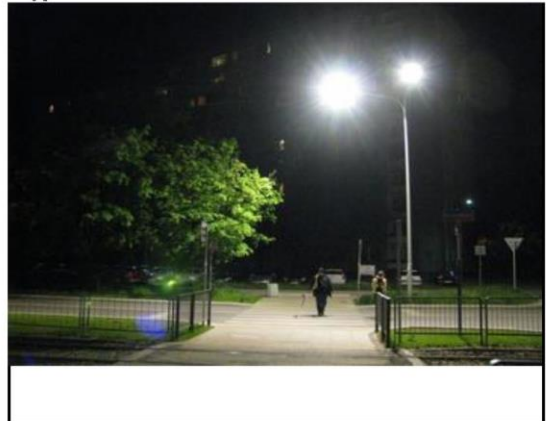
Zdjęcie 4



Zdjęcie 5



Zdjęcie 6



.....
miejsowość, data, czytelny podpis

9.8 Załącznik 8: Przykłady wyboru rozwiązania oświetleniowego

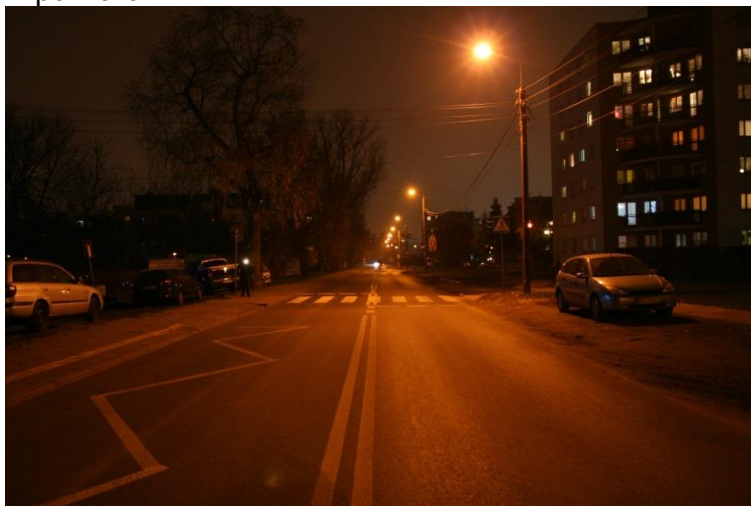
9.8.1 Przykład nr 1 – Obszar oświetlony na terenie zabudowy

Przykład dotyczy przejścia dla pieszych zlokalizowanego na obszarze oświetlonym na terenie zabudowy.

Charakterystyka przejścia.

Lokalizacja i geometria: Przejście dla pieszych zlokalizowane jest na terenie zabudowy, w obszarze zabudowanym i oświetlonym. Jest to główna ulica w miejska o $V_{dop} = 50$ km/h. Szerokość przejścia dla pieszych wynosi 4,0 m, natomiast długość przejścia dla pieszych wynosi 7,0 m (szerokość jednego pasa ruchu wynosi 3,5 m). Wyróżniono dwie strefy oczekiwania o szerokości 1,0 m.

Opis istniejącej sytuacji oświetleniowej: Przejście dla pieszych znajduje się na ulicy oświetlonej za pomocą systemu jednostronnego. Zastosowano oprawy oświetlenia drogowego ze źródłami sodowymi zawieszane na wysokości 8 m. Jedna z opraw zlokalizowana jest na krawędzi przejścia dla pieszych. Instalacja oświetleniowa jest w złym stanie technicznym (brudne klosze opraw oświetleniowych) i wymaga podjęcia zabiegów konserwacyjnych przed przeprowadzeniem pomiarów.



Rys. 9.13 Widok instalacji oświetleniowej – przypadek 1

Źródło: Opracowanie własne

Wielkość ruchu:

Natężenia pieszych:

$$N_{od} = 150 \text{ (os./24h)},$$

$$N_d = 76 \text{ (os./24h)},$$

$$N_s = 14 \text{ (os./24h)},$$

$$N_{on} = 3 \text{ (os./24h)},$$

Obliczono $N_{ep} = 336$ (O/24h)

Natężenia ruchu kołowego:

$$N_o = 7600 \text{ (P/24 h)},$$

$$N_c = 251 \text{ (P/24h)},$$

$$N_r = 20 \text{ (P/24h)},$$

$$N_m = 12 \text{ (P/24h)},$$

Obliczono $N_{ek} = 8118$ (E/24h).

Etap 1. Ocena konieczności oświetlenia przejść dla pieszych

Przejście dla pieszych zlokalizowane jest na terenie zabudowy w obszarze oświetlonym więc na podstawie tab. 3.1 ustalono, że oświetlenie przejścia dla pieszych jest konieczne.

Etap 2. Ustalenie klasy oświetlenia drogi

Po przeprowadzeniu zabiegów konserwacyjnych instalacji oświetleniowej przeprowadzono pomiary luminancji w obszarach przed i za przejściem dla pieszych. Nie uzyskano parametrów luminancji mieszczących się w granicach klasy M. Dla żadnego z obszarów nie zostało spełnione kryterium dotyczące równomierności minimalnej rozkładu luminancji (U_0) na powierzchni drogi. Średnia wartość luminancji (L_{sr}) wskazywałaby na osiągnięcie klasy M6 przed i za przejściem dla kierunku 1 oraz klasy M5 za przejściem i braku klasy przed przejściem dla kierunku 2. Brak spełnienia klasy luminancyjnej wynika z złego stanu technicznego nawierzchni jezdni. W dalszym etapie ustalania klasy oświetleniowej przeprowadzono pomiary natężenia oświetlenia. Na podstawie pomiarów natężenia oświetlenia w obszarach 50 m przed i za przejściem dla pieszych ustalono wartości średniego natężenia oświetlenia i równomierności ogólnej. Na ich podstawie i zasady w rozdz. 4.4.2 ustalono klasę oświetleniową ulicy C3 i C4. Wyniki przedstawiono w tab. 9.6.

Tab. 9.6

Podsumowanie wyników pomiarów natężenia oświetlenia w obszarach przed i za przejściem

Obszar	E_{hsr}	U_0	Klasa
	[lx]	[-]	C
Obszar 1 (przed przejściem)	16,81	0,43	C3
Obszar 2 (za przejściem)	17,33	0,41	C4

Źródło: Opracowanie własne

Etap 3 - Dobór rozwiązania oświetleniowego

Na podstawie danych o natężeniu pieszych i pojazdów, długości przejścia, charakterze drogi i dopuszczalnej prędkości obliczono miarę ryzyka $R = 97$. Na podstawie klasyfikacji przedstawionej w tab. 9.4 w załączniku 1, określono ryzyko w klasie R_D (ryzyko duże), tj. na poziomie tolerowanym.

Biorąc pod stan zły istniejącej infrastruktury oświetleniowej i możliwości techniczne zdecydowano na realizację rozwiązania dedykowanego (dwie oprawy z asymetrycznym rozsyłem strumienia świetlnego z optyką prawą). Następnie na podstawie pomiarów terenowych ustalono, że przejście dla pieszych zlokalizowane jest na ulicy o klasie oświetlenia C3. Wstępnie przyjęto klasę oświetlenia przejścia PC3 (tab. 9.7).

Następnie korzystając z tab. 4.6 przyjęto wartości punktów k , korygujących wymagany poziom oświetlenia:

- ryzyko wypadku R_D 2
- możliwość oślnienia kierowców przez reflektory innych pojazdów 0
- charakter otoczenia 0
- utrudnienia obserwacji przejścia dla pieszych (wraz ze strefą oczekiwania) 1
- zatem $K = \sum k = 3$

Na podstawie wzoru 4.1 $PCr = PC(3 - 3)$, przyjęto zatem ostatecznie najwyższy poziom oświetlenia PC1 (tab. 9.7).

Rekomendacje:

Na analizowanym przejściu dla pieszych należy zastosować dedykowane rozwiązanie oświetleniowe (dwie oprawy z asymetrycznym rozsyłem strumienia świetlnego z optyką prawą). Należy zastosować najwyższy poziom oświetlenia PC1 i oprawy oświetleniowe o odmiennej barwie źródła światła w stosunku do opraw sodowych – zalecana barwa biała.

Tab. 9.7

Wymagania oświetleniowe dla dedykowanego rozwiązania oświetleniowego na przejściu dla pieszych w klasie oświetlenia PC

Oświetlenie jezdni		Oświetlenie przejścia dla pieszych					
Wartości przed i za przejściem		Klasa OP	Płaszczyzny pomiarowe				Punkty A, B, C, D, E, F
Klasa C	$E_{sr}^{1)}$		Pionowa Wymaganie główne		Pozioma Wymaganie dodatkowe		
	[lx] (eksploatacyjne min)		$E_{v sr}^{2)}$	U_{ov}	$E_{h sr}$	U_{oh}	[lx] (eksploatacyjne min)
			[lx] (eksploatacyjne min)	[-] (min)	[lx] (eksploatacyjne min)	[-] (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	5,0
C3	15	PC3	35	0,35	35	0,4	4,0
C4	10	PC4	25	0,35	25	0,4	4,0
C5	7,5	PC5	15	0,35	15	0,4	3,0

9.8.2 Przykład nr 2 – Obszar oświetlony na terenie zabudowy

Przykład dotyczy przejścia dla pieszych zlokalizowanego na obszarze oświetlonym na terenie zabudowy.

Charakterystyka przejścia.

Lokalizacja i geometria: Przejście dla pieszych zlokalizowane jest na terenie zabudowy, w obszarze zabudowanym i oświetlonym. Jest to dwupasowa dwukierunkowa ulica miejska o $V_{dop} = 50$ km/h, w obszarze przejścia dla pieszych funkcjonuje automatyczny nadzór nad prędkością. Szerokość przejścia dla pieszych wynosi 4,0 m, natomiast długość całkowita przejścia dla pieszych wynosi 9,5 m (szerokość jednego każdego pasa ruchu wynosi 3,5 m a szerokość wyspy azylu 2,5 m), natomiast obliczeniowa długość przejścia w tym przypadku wynosi 7,0 m.

Opis zastanej sytuacji oświetleniowej: Przejście dla pieszych znajduje się na ulicy oświetlonej za pomocą systemu naprzemianległego. Zastosowano oprawy oświetlenia drogowego ze źródłami sodowymi zawieszono na wysokości 10 m. Instalacja oświetleniowa jest sprawna i nie wymaga podjęcia zabiegów konserwacyjnych przed przeprowadzeniem pomiarów.



Rys. 9.14 Widok instalacji oświetleniowej – przypadek 2

Źródło: Opracowanie własne

Dane o ruchu:

Natężenia pieszych:

$$N_{od} = 90 \text{ (os./24h)},$$

$$N_d = 20 \text{ (os./24h)},$$

$$N_s = 5 \text{ (os./24h)},$$

$$N_{on} = 0 \text{ (os./24h)},$$

Obliczono $N_{ep} = 140$ (os./24h)

Natężenia ruchu kołowego:

$$N_o = 10800 \text{ (P/24 h)},$$

$$N_c = 530 \text{ (P/24h)},$$

$$N_r = 42 \text{ (P/24h)},$$

$$N_m = 10 \text{ (P/24h)},$$

Obliczono $N_{ek} = 11886$ (E/24h)

Etap 1 Ocena konieczności oświetlenia przejść dla pieszych

Przejście dla pieszych zlokalizowane jest na terenie zabudowy w obszarze oświetlonym więc na podstawie tab. 3.1, oświetlenie przejścia dla pieszych jest konieczne.

Etap 2 - Ustalenie klasy oświetlenia drogi

Ze względu na moką nawierzchnię jezdni uniemożliwiającą przeprowadzenie w pomiarów luminancji wykonano pomiary natężenia oświetlenia. Na podstawie pomiarów natężenia oświetlenia w obszarach 50 m przed i za przejściem dla pieszych ustalono wartości średniego natężenia oświetlenia i równomierności ogólnej. Na ich podstawie pomiarów zgodnie z [9], ustalono klasę oświetleniową ulicy C3.

Tab. 9.8

Zestawienie wyników pomiarów natężenia oświetlenia przed i za przejściem dla pieszych

Obszar	$E_{nśr}$	U_0	Klasa
	[lx]	[-]	C
Obszar 1 (przed przejściem)	18,21	0,51	C3
Obszar 2 (za przejściem)	17,18	0,48	C3

Źródło: Opracowanie własne

Etap 3 - Dobór rozwiązania oświetleniowego

Ocena ryzyka zagrożenia wypadkami na przejściu dla pieszych. Na podstawie danych o natężeniu pieszych i pojazdów, długości przejścia (7,0 m), charakterze drogi i dopuszczalnej prędkości (i nadzoru nad nią) obliczono ryzyko $R = 28$. Na podstawie klasyfikacji przedstawionej w tab. 9.4 w załączniku 1, określono ryzyko w klasie R_c (ryzyko średnie), tj. na poziomie tolerowanym.

Jeden ze słupów istniejącej instalacji oświetleniowej usytuowany jest w odległości 0,5 m od krawędzi przejścia dla pieszych, po przeciwnej stronie ulicy w odległości 25 m od przejścia znajdują się kolejne słupy oświetleniowe. Możliwe i korzystne w istniejącym układzie infrastruktury oświetleniowej jest zatem zastosowanie rozwiązania standardowego ze strefą przejściową (tab. 5.1). Na podstawie tab. 4.6 przyjęto wartości punktów k:

- ryzyko wypadku R_c 0
 - możliwość olśnienia kierowców przez reflektory innych pojazdów 0
 - charakter otoczenia 0
 - utrudnienia obserwacji przejścia dla pieszych (wraz ze strefą oczekiwania) 1
- zatem $K = \sum k = 1$

Na podstawie wzoru 4.2 obliczono $C_r = C(X - 2 - K)$, gdzie $(X - 2 - K) = 3 - 2 - 1 = 0$, przyjęto klasę C0 w bezpośredniej przestrzeni przejścia dla pieszych, C1 w strefie przejściowej.

Rekomendacje:

Przyjęto rozwiązanie oświetleniowe – standardowe ze strefą przejściową. Aby na analizowanym przejściu zrealizować rozwiązanie standardowe ze strefą przejściową należy zwiększyć natężenie oświetlenia na przejściu dla pieszych do poziomu C0 i wykonać strefy przejściowe w klasie C1 na odcinku minimum 100 m przed i za przejściem dla pieszych.

Aby poprawnie zrealizować oświetlenie obszaru przejścia dla pieszych należy w pierwszym etapie upewnić się czy zaproponowane rozwiązanie jest możliwe do wykonania w zastanej geometrii. Należy odtworzyć sytuację oświetleniową w programie wspomagającym projektowanie oświetlenia dla wariantu uwzględniającego wymianę opraw oświetleniowych na odcinku minimum 100 m przed i za przejściem dla pieszych. Na przejściu dla pieszych należy zastosować oprawy oświetleniowe o odmiennej barwie źródła światła w stosunku do opraw sodowych – zalecana barwa biała.

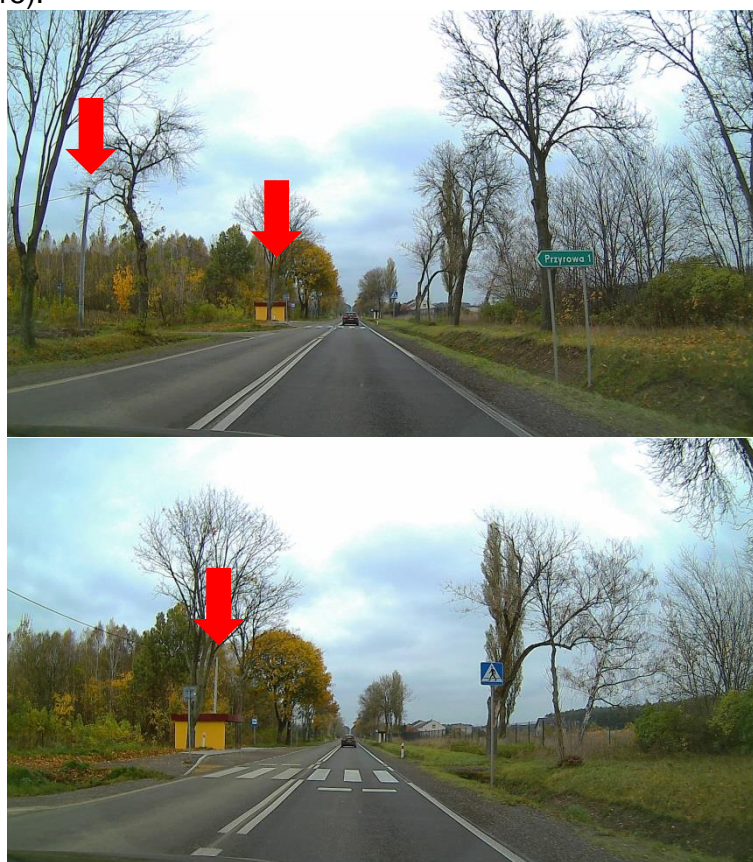
9.8.3 Przykład nr 3 – Obszar nieoświetlony, obszar niezabudowany, teren nie przeznaczony pod zabudowę

Przykład dotyczy przejścia dla pieszych zlokalizowanego na nieoświetlonym obszarze niezabudowanym, na terenie nie przeznaczonym pod zabudowę.

Charakterystyka przejścia.

Lokalizacja i geometria: Przejście dla pieszych zlokalizowane jest poza terenem zabudowy, na drodze krajowej jednojezdniowej o $V_{dop} = 90$ km/h. Szerokość przejścia dla pieszych wynosi 4,0 m, natomiast długość przejścia dla pieszych wynosi 7,0 m (szerokość jednego pasa ruchu wynosi 3,5 m). Wyróżniono dwie strefy oczekiwania o długości 1,0 m. Pobocza drogi i zarazem strefy oczekiwania są nieutwardzone. Przejście prowadzi do przystanków autobusowych zlokalizowanych po obydwu stronach przejścia.

Opis zastanej sytuacji oświetleniowej: Przejście dla pieszych znajduje się na drodze nieoświetlonej. W otoczeniu przejścia dla pieszych występuje instalacja zasilająca pozwalająca na zastosowanie opraw oświetlenia drogowego na i w otoczeniu przejścia dla pieszych (rys. 9.15).



Rys. 9.15 Widok na przejście dla pieszych – przykład 3 (w sąsiedztwie linia energetyczna)

Źródło: Opracowanie własne

Dane o ruchu:

Natężenia pieszych:

$$N_{od} = 80 \text{ (os./24h)},$$

$$N_d = 90 \text{ (os./24h)},$$

$$N_s = 1 \text{ (os./24h)},$$

$$N_{on} = 0 \text{ (os./24h)}.$$

Obliczono $N_{ep} = 262$ (os./24h)

Natężenia ruchu kołowego:

$$N_o = 12000 \text{ (P/24 h)},$$

$$N_c = 350 \text{ (P/24h)},$$

$$N_r = 51 \text{ (P/24h)},$$

$N_m = 2 (P/24h)$.
Obliczono $N_{ek} = 12727 (E/24h)$.

Etap 1 Ocena konieczności oświetlenia przejść dla pieszych

Oszacowanie ryzyka. Przejście dla pieszych zlokalizowane jest w obszarze niezabudowanym, na terenie nie przeznaczonym pod zabudowę, w obszarze nieoświetlonym, zatem korzystając z tab. 3.1, stwierdzono, że konieczne jest wykonanie analizy konieczności oświetlenia przejścia dla pieszych.

Na podstawie danych o natężeniu i strukturze użytkowników, geometrii przejścia dla pieszych oraz dopuszczalnej prędkości, obliczono ryzyko zagrożenia wypadkami $R = 456$. Na podstawie klasyfikacji przedstawionej w tab. 9.4 w załączniku 1, określono ryzyko w klasie R_E (ryzyko bardzo duże), tj. na poziomie nieakceptowanym.

W związku z powyższym podjęto decyzję o redukcji dopuszczalnej prędkości z 90 km/h do 50 km/h (wraz zastosowaniem automatycznego nadzoru nad prędkością). Ponownie obliczono ryzyko zagrożeń wypadkami i uzyskano $R = 90$, jest to duże ryzyko (klasa R_D) tj. ryzyko tolerowane.

Analiza ekonomiczna. Oszacowano koszty budowy, koszty zużycia energii w czasie eksploatacji oraz koszty środowiskowe.

Ocena wykonalności technicznej. Oceniono, że realizacja zadania jest możliwa z punktu widzenia technicznego. Istnieje przestrzeń dla zlokalizowania słupów oświetleniowych, zasilanie energią jest dostępne. Istnienie napowietrznej linii energetycznej umożliwia zasilenie opraw oświetleniowych do oświetlenia przejścia dla pieszych i stref przejściowych.

Etap 2 - Ustalenie klasy oświetlenia drogi

Ze względu na brak istniejącej instalacji oświetleniowej nie przeprowadza się pomiarów oświetlenia drogowego przed i za przejściem dla pieszych. Klasę i poziom oświetlenia przyjmuje się na podstawie zasad przedstawionych w rozdz. 4 jak dla przejścia projektowanego.

Etap 3 - Dobór rozwiązania oświetleniowego

Ocena ryzyka zagrożenia wypadkami na przejściu dla pieszych. Obliczono ryzyko w klasie R_D . Zgodnie z tab. 5.2, oświetlenie przejścia dla pieszych należy zrealizować za pomocą opraw dedykowanych w klasie $PC(X)$ (dwie oprawy z asymetrycznym rozsyłem strumienia świetlnego z optyką prawą) oraz należy zastosować strefy przejściowe w klasie $C3$ przed i za przejściem dla pieszych na odcinku jezdni 100 m, zrealizowane za pomocą opraw oświetlenia drogowego. Na podstawie tab. 4.6 przyjęto wartości punktów k :

- | | |
|--|------------------|
| – ryzyko wypadku R_D | 2 |
| – możliwość olśnienia kierowców przez reflektory innych pojazdów | 1 |
| – charakter otoczenia | 0 |
| – utrudnienia obserwacji przejścia dla pieszych (wraz ze strefą oczekiwania) | 0 |
| – Obliczono | $K = \sum k = 3$ |

Ze wzoru 4.3 obliczono $PCr = PC(4 - 3) = PC1$ przyjęto klasę $PC1$.

Rekomendacje:

Przyjęto rozwiązanie oświetleniowe – rozwiązanie dedykowane w klasie $PC1$ ze strefą przejściową w klasie $C3$. Zgodnie z przeprowadzonymi obliczeniami oświetlenie przejścia dla pieszych należy zrealizować za pomocą opraw dedykowanych (dwie oprawy z asymetrycznym rozsyłem strumienia świetlnego z optyką prawą) oraz należy zastosować strefy przejściowe w klasie $C3$ przed i za przejściem dla pieszych na odcinku jezdni 100 m, zrealizowane za pomocą opraw oświetlenia drogowego.

SPIS RYSUNKÓW

Rys. 1.1 Schemat rozmieszczenia opraw oświetlenia na przejściu dla pieszych	3
Rys. 1.2 Schemat rozmieszczenia opraw oświetlenia w obszarze przejścia dla pieszych: a) rozwiązanie standardowe b) rozwiązanie standardowe ze strefa przejściową c) rozwiązanie dedykowane	4
Rys. 1.3 Schemat obrazujący pomiar składowych natężenia oświetlenia: natężenie oświetlenia w płaszczyźnie pionowej E_v i natężenie oświetlenia w płaszczyźnie poziomej E_h	4
Rys. 2.1 Schemat procedury postępowania przy projektowaniu oświetlenia przejścia dla pieszych	7
Rys. 3.1 Schemat postępowania przy ocenie konieczności oświetlenia przejścia dla pieszych	8
Rys. 4.1 Schemat siatki punktów do pomiaru natężenia oświetlenia niezbędnego do określania klasy oświetleniowej PC (oświetlenie dedykowane) oświetlenia w płaszczyźnie pionowej (E_v) na przejściu dla pieszych	13
Rys. 4.2 Schemat siatki punktów pomiarowych natężenia do określania klasy PC (oświetlenie dedykowane) oświetlenia w płaszczyźnie poziomej (E_h) na przejściu dla pieszych	14
Rys. 5.1 Schemat możliwości wyboru rozwiązania oświetleniowego zastosowanego na przejściu dla pieszych	21
Rys. 5.2 Schemat przykładowej lokalizacji opraw oświetleniowych na drodze jednojezdniowej dwukierunkowej o jednym pasie ruchu w każdym kierunku (zastosowano dwie oprawy z optyką prawą)	24
Rys. 5.3 Schemat strefy przejściowej, na dojeździe do przejścia dla pieszych, oświetlonego za pomocą rozwiązania standardowego wraz z ilustracją zasady ustalania poziomu w klasie oświetlenia.	25
Rys. 5.4 Schemat strefy przejściowej w obszarze nieoświetlonym, na dojeździe do przejścia dla pieszych, oświetlonego za pomocą rozwiązania dedykowanego wraz z ilustracją zasady ustalania poziomu w klasie oświetlenia.	25
Rys. 6.1 Przykładowe rozmieszczenie punktów pomiarowych natężenia oświetlenia w płaszczyźnie pionowej (E_v) na przejściu dla pieszych stosowana w procedurze kontrolnej	29
Rys. 6.2 Przykładowa siatka pomiarowa natężenia oświetlenia w płaszczyźnie poziomej (E_h) na przejściu dla pieszych stosowana w procedurze kontrolnej	29
Rys. 9.1 Zakresy akceptowalności ryzyka na przejściu dla pieszych zlokalizowanym na dwupasowej drodze dwukierunkowej, dla natężenia uchu pieszego $NEP = 100$ os. 24 h	37
Rys. 9.2 Zakresy akceptowalności ryzyka na przejściu dla pieszych zlokalizowanym na dwupasowej drodze dwukierunkowej, dla natężenia uchu pieszego $NEP = 1000$ os. 24 h	37
Rys. 9.3 Zakresy opłacalności instalowania urządzeń oświetleniowych na przejściu dla pieszych zlokalizowanym na drodze w obszarze zabudowanym	40
Rys. 9.4 Zakresy opłacalności instalowania urządzeń oświetleniowych na przejściu dla pieszych zlokalizowanym na drodze w obszarze niezabudowanym.	40
Rys. 9.5 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze jednojezdniowej jednokierunkowej (jedna oprawa z optyką prawą)	41
Rys. 9.6 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze jednojezdniowej dwukierunkowej o jednym pasie ruchu w każdym kierunku (dwie oprawy z optyką prawą)	41
Rys. 9.7 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze jednojezdniowej dwukierunkowej o jednym pasie ruchu w każdym kierunku z wyspą dzielącą (dwie oprawy z optyką prawą)	42
Rys. 9.8 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze jednojezdniowej jednokierunkowej o dwóch pasach ruchu w jednym kierunku (dwie oprawy z optyką lewą i prawą)	42
Rys. 9.9 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze jednojezdniowej o dwóch pasach ruchu w jednym kierunku i jednym pasie ruchu w drugim, bez pasa rozdzielającego (dwie oprawy z optyką prawą)	42
Rys. 9.10 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze jednojezdniowej o dwóch pasach ruchu w każdym kierunku bez pasa rozdzielającego (dwie oprawy z optyką prawą)	42
Rys. 9.11 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze dwujezdniowej o dwóch pasach ruchu w jednym kierunku z pasem rozdzielającym (cztery oprawy, dwie oprawy z optyką lewą i dwie oprawy z optyką z prawą)	43
Rys. 9.12 Przykładowa lokalizacja opraw oświetleniowych na drodze dwujezdniowej o trzech pasach ruchu w jednym kierunku z pasem rozdzielającym (cztery oprawy, dwie oprawy z optyką lewą i dwie oprawy z optyką z prawą)	43
Rys. 9.13 Widok instalacji oświetleniowej – przypadek 1	53
Rys. 9.14 Widok instalacji oświetleniowej – przypadek 2	56
Rys. 9.15 Widok na przejście dla pieszych – przypadek 3 (w sąsiedztwie linia energetyczna)	58

SPIS TABEL

Tab. 3.1 Ogólne wymagania konieczności oświetlenia przejść dla pieszych w zależności od rodzaju obszaru, przez który przebiega analizowana droga	9
Tab. 3.2 Klasyfikacja ryzyka zagrożeń wypadkami na przejściu dla pieszych	9
Tab. 4.1 Zestawienie klas oświetlenia drogowego normowych i dedykowanych dla oświetlenia przejść dla pieszych	12
Tab. 4.2 Wymagania fotometryczne dla klasy oświetleniowej M	15
Tab. 4.3 Wymagania fotometryczne dla klasy oświetleniowej C	16
Tab. 4.4 Wymagane poziomy parametrów natężenia oświetlenia na przejściach dla pieszych z zastosowaniem opraw o rozsyłe asymetrycznym/oświetlenia dedykowanego dla jezdni oświetlonych w klasach M (luminancja)	17
Tab. 4.5 Wymagane parametry natężenia oświetlenia na przejściach dla pieszych z zastosowaniem opraw o rozsyłe asymetrycznym (oświetlenia dedykowanego) dla jezdni oświetlonych w klasach C (natężenie oświetlenia)	17
Tab. 4.6 Zestawienie wartości liczbowych punktów korygujących poziom oświetlenia przejść dla pieszych w klasach PC i C	19
Tab. 5.1 Zasada doboru rozwiązania oświetleniowego na przejściu dla pieszych dla pieszych w obszarze oświetlonym	22
Tab. 9.1 Klasyfikacja ryzyka wypadków na przejściu dla pieszych na podstawie danych historycznych o wypadkach	33
Tab. 9.2 Wartości liczbowe współczynnika wpływu sposobu podziału pasów ruchu lub jezdni na narażenie na ryzyko wypadku na przejściu dla pieszych WKP	34
Tab. 9.3 Liczbowe wartości współczynnika w_v , zalecane do szacowania prędkości V_{85} [8]	36
Tab. 9.4 Klasyfikacja ryzyka zagrożeń wypadkami na przejściu dla pieszych	36
Tab. 9.5 Klasyfikacja efektywności ekonomicznej oświetlenia przejścia dla pieszych	40
Tab. 9.6 Podsumowanie wyników pomiarów natężenia oświetlenia w obszarach przed i za przejściem	54
Tab. 9.7 Wymagania oświetleniowe dla dedykowanego rozwiązania oświetleniowego na przejściu dla pieszych w klasie oświetlenia PC	55
Tab. 9.8 Zestawienie wyników pomiarów natężenia oświetlenia przed i za przejściem dla pieszych	57