



SPECYFIKACJA TECHNICZNA STO_ZDM_TOS_4 wersja 01

Niniejsza specyfikacja określa minimalne wymagania stawiane realizacjom iluminacji oświetleniowych obiektów, w tym budynków, budowli, pomników, małej architektury, na terenie m. st. Warszawy, będących przedmiotem konsultacji z Zarządem Dróg Miejskich w Warszawie.

1. Wymagania Ogólne

- 1.1. Prace projektowe i realizacyjne związane z budową, przebudową oraz modernizacją infrastruktury iluminacyjnej obiektów i terenów w obszarze m. st. Warszawy należy wykonywać w sposób zapewniający zgodność z:
 - a) aktualnie obowiązującymi przepisami prawa (w szczególności w zakresie bezpieczeństwa użytkowania, ochrony przeciwporażeniowej i przeciwpożarowej, ochrony środowiska oraz zasad prowadzenia robót w przestrzeni publicznej),
 - b) aktualnie obowiązującymi normami oraz dobrymi praktykami branżowymi właściwymi dla oświetlenia architektonicznego i instalacji elektrycznych,
 - c) wytycznymi zawartymi w aktualnie obowiązującym Masterplanie Oświetlenia Pomnika Historii Warszawy wraz z jego przyszłymi aktualizacjami,
 - d) niniejszą specyfikacją techniczną, stanowiącą podstawę do opracowania dokumentacji projektowej, doboru urządzeń, realizacji robót oraz weryfikacji i odbioru wykonanej iluminacji.
- 1.2. Niniejsza specyfikacja definiuje wymagania dla instalacji iluminacyjnych (oświetlenie architektoniczne/akcentowe), w tym w szczególności: wymagania jakościowe i funkcjonalne opraw oraz osprzętu, zasady doboru parametrów świecenia i sterowania, wymagania dla elementów montażowych, sposób przygotowania dokumentacji projektowej i powykonawczej oraz minimalne wymagania odbiorowe. W zakresie elementów infrastruktury niebędących specyficznymi dla iluminacji, które są objęte odrębnymi Standardami Technicznymi ZDM (STO), stosuje się odpowiednie dokumenty właściwe dla danego rodzaju infrastruktury.
- 1.3. Iluminacja musi być projektowana i wykonywana w sposób:
 - a) zapewniający bezpieczeństwo użytkowników przestrzeni publicznej i bezpieczeństwo eksploatacji instalacji,
 - b) minimalizujący oślnienie oraz emisję światła poza obiekt iluminowany (spill light), w szczególności w kierunku okien budynków mieszkalnych oraz obszarów wrażliwych,
 - c) zapewniający spójność estetyczną z koncepcją i uwarunkowaniami konserwatorskimi, urbanistycznymi i krajobrazowymi,
 - d) umożliwiający prowadzenie racjonalnej eksploatacji (serwisowalność, dostępność, możliwość regulacji i ponownego ustawienia, jednoznaczna identyfikacja urządzeń i obwodów).
- 1.4. Wszystkie zastosowane rozwiązania muszą być:
 - a) weryfikowalne na etapie projektu, dostaw i odbioru (na podstawie obliczeń, danych fotometrycznych, kart technicznych, protokołów badań/uruchomienia, prób świecenia oraz pomiarów, jeżeli są wymagane, testów odbiorowych i eksploatacyjnych),
 - b) zasadne – tzn. uzasadnione funkcją iluminacji, uwarunkowaniami miejsca oraz wymaganiami Masterplanu i Zamawiającego.
- 1.5. Dokumentacja projektowa iluminacji musi zawierać co najmniej:
 - a) opis koncepcji iluminacji oraz celów i założeń (w tym ograniczenia środowiskowe i wytyczne konserwatorskie),

- b) dobór urządzeń wraz z danymi technicznymi i fotometrycznymi (IES/LDT) oraz zestawieniem ilościowym,
- c) obliczenia/symulacje potwierdzające spełnienie założeń koncepcji oraz ograniczenie oddziaływania na otoczenie,
- d) rysunki lokalizacji opraw, tras kablowych dedykowanych instalacji iluminacyjnej oraz schematy zasilania i sterowania,
- e) opis systemu sterowania (adresacja, scenariusze, harmonogramy, tryby serwisowe) oraz scenariusze testów odbiorowych.
- f) Wymóg prób i akceptacji efektu. W przypadkach wskazanych przez Zamawiającego (a w szczególności dla obiektów o wysokiej randze ekspozycyjnej, obszarów wrażliwych oraz iluminacji) wymagane jest przeprowadzenie prób świecenia na obiekcie, umożliwiających weryfikację kierunków świecenia, ograniczenia oślnienia i emisji poza obiekt oraz zgodności z koncepcją. Próby stanowią element procesu akceptacji przed odbiorem końcowym.

2. Wymagania stawiane dokumentacji formalnej i procedurom odbiorowym

2.1. Dokumentacja projektowa iluminacji musi umożliwiać jednoznaczną weryfikację założeń i rozwiązań. Wymaga się co najmniej:

- a) analizy obiektu/terenu i otoczenia (uwarunkowania przestrzenne i widokowe, przeznaczenie, kontekst historyczny, uwarunkowania środowiskowe),
- b) opisu koncepcji iluminacji wraz z odniesieniem do Masterplanu – jeżeli dotyczy,
- c) zestawienia urządzeń (oprawy, akcesoria, elementy montażowe, urządzenia sterowania) wraz z kartami technicznymi oraz plikami fotometrycznymi IES/LDT,
- d) obliczeń fotometrycznych/symulacji dla iluminacji potwierdzających rozkład parametrów na obiekcie oraz oddziaływanie na otoczenie (w tym na elewacje i płaszczyzny okienne budynków w rejonie inwestycji), z uwzględnieniem wpływu oświetlenia istniejącego,
- e) fotorealistycznych wizualizacji 3D dla podstawowych kierunków obserwacji (na modelu i teksturach odwzorowujących rzeczywistość),
- f) projektu rozmieszczenia urządzeń wraz z kierunkami świecenia i opisem nastaw,
- g) opisu systemu sterowania (architektura, protokoły, adresacja, scenariusze, harmonogram świecenia, tryb serwisowy) oraz scenariuszy testów odbiorowych.

2.2. Format i przekazanie obliczeń oraz materiałów cyfrowych. Obliczenia i materiały cyfrowe należy przekazać w formie papierowej i elektronicznej w formatach umożliwiających weryfikację przez Zamawiającego (w tym pliki źródłowe z programu obliczeniowego oraz modele/wizualizacje, jeżeli są wymagane w danym zadaniu). Zakres formatów i sposób przekazania określa Zamawiający na etapie uzgodnienia koncepcji/projektu.

2.3. Konsultacje na etapie koncepcji i warunek rozpoczęcia robót. Rozwiązania koncepcyjne iluminacji należy przedstawić do konsultacji w ZDM (Wydział Oświetlenia / IOS) przed opracowaniem projektu wykonawczego. Rozpoczęcie robót może nastąpić po uzyskaniu akceptacji ZDM potwierdzającej zgodność projektu wykonawczego z niniejszą specyfikacją oraz ustaleniami koncepcji.

2.4. Procedura prób i akceptacji efektu iluminacji. Przed odbiorem końcowym wymaga się przeprowadzenia prób świecenia na obiekcie z udziałem przedstawiciela ZDM (IOS), obejmujących w szczególności: ustawienie kierunków świecenia, weryfikację ograniczenia oślnienia i emisji poza obiekt) oraz zgodność z koncepcją i scenariuszami sterowania. Próby należy udokumentować protokołem oraz dokumentacją fotograficzną.

2.5. Projekt powinien przewidywać udział przedstawiciela producenta/dystrybutora kluczowych urządzeń oświetleniowych. W trakcie montażu i uruchomienia instalacji wymagany jest udział przedstawiciela producenta opraw i/lub systemu sterowania (lub autoryzowanego przedstawiciela), który przeprowadzi instruktaż montażu/uruchomienia oraz potwierdzi prawidłowość wykonania po zakończeniu prac (pisemne potwierdzenie/protokół).

2.6. Urządzenia oświetleniowe należy lokalizować na działkach lub obiektach, których m.st. Warszawa jest właścicielem, władającym lub będących w trwałym zarządzie (tj. Posiadających stosowny tytuł prawny).

- 2.7.** W przypadku lokalizacji urządzeń oświetlenia na obiektach nie będących własnością m.st. Warszawy należy każdorazowo uzyskać zgodę właścicielską.
- 2.8.** W przypadku lokalizacji urządzeń oświetlenia na słupach nie będących własnością m.st. Warszawy należy każdorazowo uzyskać zgodę właścicielską właściwego gestora sieci.
- 2.9.** Sylwetki oraz sposób ekspozycji projektowanych urządzeń (oprawy, uchwyty, elementy montażowe widoczne w przestrzeni publicznej) należy uzgodnić z właściwą komórką m.st. Warszawy odpowiedzialną za kształtowanie przestrzeni publicznej oraz – w przypadku obiektów/obszarów objętych ochroną konserwatorską – z właściwym organem/biurem konserwatorskim..
- 2.10.** W przypadku, gdy dokumentacja obejmuje również oświetlenie ciągów komunikacyjnych (drogi, ciągi piesze, drogi rowerowe, place o funkcji komunikacyjnej), wymagania dla tego zakresu należy przyjąć zgodnie z aktualnym dokumentem „SPECYFIKACJA TECHNICZNA STO_ZDM_TOS_3” oraz potwierdzić je obliczeniami fotometrycznymi. Dla instalacji iluminacyjnych wymagane jest wykazanie – na podstawie obliczeń fotometrycznych/symulacji oraz prób na obiekcie – że zaprojektowane rozwiązanie nie powoduje nieakceptowalnego ośnienia i emisji światła poza obiekt, w szczególności w kierunku zabudowy mieszkaniowej.
- 2.11.** Na etapie rozwiązań koncepcyjnych projekt wykonawczy bezwzględnie należy skonsultować w Wydziale Oświetlenia ZDM pod rygorem nie uzyskania uzgodnienia projektu wykonawczego. Koncepcje należy przysyłać drogą elektroniczną na adres a.wrzesinska@zdm.waw.pl i/lub d.drop@zdm.waw.pl i/lub p.prokopczyk@zdm.waw.pl
- 2.12.** Przed rozpoczęciem robót należy uzyskać akceptację Wydziału Oświetlenia ZDM potwierdzającą zgodność dokumentacji projektowej z aktualnymi zapisami STO.
- 2.13.** Projekt wykonawczy w formie jednolitego wydruku (opis oraz rysunki) należy złożyć do uzgodnienia w dwóch egzemplarzach.
- 2.14.** W projekcie wykonawczym należy umieścić zapis o zastosowaniu rozwiązań technicznych zgodnie z wytycznymi zawartymi w niniejszej specyfikacji.
- 2.15.** Projekt wykonawczy należy wykonać zgodnie z zapisami niniejszej specyfikacji, aktualnej na dzień złożenia dokumentacji do uzgodnienia.
- 2.16.** Uzgodnienie dotyczy parametrów technicznych i standardów jakościowych zastosowanych urządzeń oświetlenia. Powyższe nie zwalnia projektanta z odpowiedzialności za wady dokumentacji.
- 2.17.** Projekty budowlane, ze względu na niski stopień uszczegółowienia, nie podlegają uzgodnieniu ZDM.
- 2.18.** W zakresie oświetlenia iluminacyjnego należy przedstawić obliczenia oraz fotorealistyczne wizualizacje 3D wykonane na odwzorowujących rzeczywistość modelach i teksturach.
- 2.19.** Do projektu należy dołączyć obliczenia parametrów oświetlenia (natężenie, luminancja) dla przedmiotowej lokalizacji oraz obliczenia rozkładu natężenia oświetlenia na elewacjach budynków znajdujących się w rejonie inwestycji. Obliczenia muszą uwzględniać zarówno oprawy nowoprojektowane jak i te mające wpływ na oświetlenie obiektu /terenu.
- 2.20.** Obliczenia należy dostarczyć w formie papierowej oraz elektronicznej jako pliki źródłowe z programu obliczeniowego (preferowane pliki *.evo, .max/3ds).
- 2.21.** Projekt zabezpieczenia infrastruktury oświetleniowej należy dostarczyć w dwóch egzemplarzach, wraz z opisem technicznym i czytelnym rysunkiem technicznym, który jednoznacznie określa sposób jej zabezpieczenia. Obca infrastruktura nie objęta w dokumentacji musi być wyszarzana.
- 2.22.** Rysunki należy wykonać w sposób czytelny, umożliwiający pełną identyfikację projektowanych urządzeń oświetlenia.
- 2.23.** Rysunki projektowe muszą być odręcznie podpisane przez projektanta i sprawdzającego (jeśli występuje). Dokumentacje ze skanami podpisów i/lub pieczętek oraz podpisane elektronicznie nie będą rozpatrywane.

3. Wizualizacja 3D: model 3D i foto-realistyczna wizualizacja w celu weryfikacji koncepcji.

- 3.1.** W celu zapewnienia weryfikacji koncepcji oświetlenia należy przedstawić koncepcję w formie foto realistycznej wizualizacji wykonanej na modelu 3D obiektu i jego bezpośredniego otoczenia w zakresie niezbędnym do oceny wpływu światła.
- 3.2.** Należy opracować model 3D obiektu, wykonany na podstawie aktualnej dokumentacji architektonicznej, inwentaryzacji lub innych dostępnych materiałów źródłowych, umożliwiający realistyczne odwzorowanie formy, proporcji oraz detali architektonicznych w stopniu umożliwiającym realistyczną symulację odbić i kontrastów.
- 3.3.** Model 3D musi uwzględniać elementy mające wpływ na odbiór iluminacji, w szczególności: podziały elewacji, wnęki, gzymsy, pilastry, detale architektoniczne, materiały wykończeniowe oraz ich właściwości optyczne.
- 3.4.** Na modelu 3D należy przedstawić projektowane oprawy oświetleniowe, ich lokalizację, kierunek świecenia oraz sposób montażu, w zakresie niezbędnym do prawidłowej oceny koncepcji iluminacji.
- 3.5.** Należy wykonać foto-realistyczne wizualizacje nocne, przedstawiające efekt końcowy projektowanej iluminacji po jej realizacji z uwzględnieniem tła świetlnego (oświetlenie istniejące, oświetlenie uliczne/terenowe, reklamy świetlne – jeżeli występują i wpływają na odbiór).
- 3.6.** Wizualizacje muszą w czytelny sposób prezentować:
 - a) rozkład światła na elewacjach i elementach architektonicznych,
 - b) barwę światła oraz relacje kolorystyczne,
 - c) natężenie i akcenty świetlne,
 - d) hierarchię oświetlenia poszczególnych części obiektu.
- 3.7.** Minimalne wymagania techniczne wizualizacji (weryfikowalność)
 - a) Źródłem danych o rozsyłach światłości dla wizualizacji muszą być pliki fotometryczne IES/LDT odpowiadające rzeczywistości projektowanym oprawom i optykom.
 - b) Ustawienia materiałów i parametrów renderingu powinny umożliwiać realistyczne odwzorowanie odbić i kontrastów; nie dopuszcza się prezentacji, która w sposób istotny zniekształca odbiór iluminacji (np. poprzez nierealistyczne wzmocnienie luminancji, nadmierną postprodukcję lub nieliniowe „podbijanie” ekspozycji bez informacji o zastosowanych zabiegach).
 - c) Dla każdego ujęcia należy zachować porównywalność parametrów prezentacji pomiędzy wariantami (ta sama geometria, kadr, przybliżony punkt obserwacji; parametry ekspozycji/kontrastu nie mogą uniemożliwiać porównania).
- 3.8.** Wizualizacje należy przedstawić z głównych kierunków obserwacji, w tym:
 - a) ujęcie najbardziej reprezentacyjne (frontowe lub kluczowe widokowo),
 - b) ujęcia z perspektywy pieszego,
 - c) ujęcia z dalszego dystansu, obrazujące odbiór iluminacji w skali urbanistycznej.
- 3.9.** Należy uwzględnić powiązania widokowe obiektu z otoczeniem, w tym sąsiednią zabudowę, elementy zieleni, ciągi komunikacyjne oraz inne istotne elementy przestrzeni publicznej.
- 3.10.** Otoczenie obiektu powinno zostać przedstawione w stopniu szczegółowości umożliwiającym ocenę wpływu iluminacji na przestrzeń, bez konieczności pełnego modelowania detali drugoplanowych.
- 3.11.** Wizualizacje powinny zostać wykonane w sposób umożliwiający porównanie stanu istniejącego z projektowanym, np. poprzez zestawienie widoków dziennych i nocnych lub wariantowych ujęć iluminacji.
- 3.12.** Materiały wizualizacyjne należy opracować w wysokiej jakości graficznej, umożliwiającej jednoznaczną ocenę koncepcji przez Zamawiającego.
- 3.13.** Wizualizacje należy przedstawić w formie:
 - a) plansz graficznych (PDF),

- b) plików rastrowych (np. JPG/PNG) w wysokiej rozdzielczości,
- c) formatów edytowalnych uzgodnionych z Zamawiającym, np.: max, 3ds.



Rys.2. Wizualizacja iluminacji Katedry Wawelskiej (źródło: Ciupak M. 2010r. " Modelowanie rozkładu luminancji w iluminacji na podstawie Wzgórza Wawelskiego w Krakowie", s.176.)

4. Wymagania stawiane sprzętowi oświetleniowemu - OPRAWY

4.1. Oświetlenie powinno być optymalne ekonomicznie (efekt w stosunku do kosztów jego uzyskania):

- 4.1.1. Należy dobrać oprawy optymalne pod względem eksploatacji.
- 4.1.2. Stosować energooszczędne źródła światła.
- 4.1.3. Ograniczać straty strumienia świetlnego poprzez jego ukierunkowanie (maksymalizacja sprawności oświetlenia), stosowanie przesłon, osłon itp.
- 4.1.4. Realizować sterowanie oświetleniem pozwalające na realizację zamysłu artystycznego a także ograniczenie zużycia energii w późnych godzinach nocnych, racjonalne wytypowanie iluminowanych obiektów do wygaszenia pod względem ich obserwowalności i energochłonności, ustalenie godzin wygaszania itp.
- 4.1.5. Dobór opraw musi uwzględniać wymagania eksploatacyjne: dostęp serwisowy, możliwość regulacji i ponownego ustawienia, odporność środowiskową oraz dostępność części zamiennych.
- 4.1.6. Wieloletnia kalkulacja kosztów oprawy, zużytej energii.

4.2. Wymagania wspólne dla wszystkich opraw iluminacyjnych.

- 4.1.1. Oprawy muszą być przeznaczone do stosowania na zewnątrz w danej pozycji pracy oraz posiadać komplet dokumentów dopuszczających do stosowania i weryfikacji parametrów (karty katalogowe, deklaracje zgodności CE, ENEC, pliki fotometryczne IES/LDT odpowiadające oferowanej konfiguracji, link do strony produktu producenta).
- 4.1.2. Oprawa powinna spełniać standardy obowiązującej dyrektywy niskonapięciowej (LVD), dyrektywy kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) oraz dyrektywy (RoHS).
- 4.1.3. Konstrukcja opraw musi zapewniać odporność:
 - a) na warunki atmosferyczne min. IP65
 - b) mechaniczną adekwatną do lokalizacji: stopień ochrony na uderzenia (korpus, pokrywa i klosz min. IK07 (w miejscach zagrożonych wandalizmem IK10).
- 4.1.4. Konstrukcja opraw musi zapewniać (o ile nie określono inaczej) stabilność parametrów w zakresie temperatur pracy: od -20°C do +35°C.
- 4.1.5. Powłoki zewnętrzne muszą być odporne na czynniki zewnętrzne. W przypadku opraw stosowanych w pobliżu dróg i ulic powłoki muszą zapewniać odporność na sól drogową i inne substancje chemiczne występujące w tego typu przestrzeni.

- 4.1.6. Oprawy muszą umożliwiać precyzyjne ukierunkowanie strumienia i ograniczenie ośnienia oraz emisji poza obiekt – poprzez właściwą optykę i/lub akcesoria (preferowane oryginalne akcesoria producenta oprawy).
- 4.1.7. Oprawy muszą być serwisowalne: konstrukcja powinna umożliwiać wymianę podstawowych elementów eksploatacyjnych (w szczególności elementów optycznych/uszczelnień oraz osprzętu zasilającego, sterującego), bez konieczności wymiany całej oprawy, o ile jest to technicznie uzasadnione dla danej klasy oprawy.
- 4.1.8. Wymaga się zapewnienia dostępności części zamiennych przez okres min. 10 lat od daty dostawy (dłuższy okres może zostać wymagany dla zadań o szczególnym znaczeniu).
- 4.1.9. Obudowy i elementy montażowe muszą być odporne korozyjnie, a elementy złączne przeznaczone do pracy na zewnątrz (stal nierdzewna lub rozwiązanie równoważne).
- 4.1.10. Jeżeli oprawy są widoczne w przestrzeni publicznej, dopuszcza się fabryczne malowanie w kolorach uzgodnionych z Zamawiającym (np. paleta RAL), przy zachowaniu odporności powłok na warunki zewnętrzne. Jeżeli nie jest wskazane inaczej oprawy w kolorze RALxxxx
- 4.1.11. Trwałość strumienia świetlnego. Wymaga się udokumentowanej trwałości strumienia świetlnego źródła LED/oprawy na poziomie co najmniej:
 - a) L80B10 $\geq$ 100 000 h ($t_a = 25^\circ\text{C}$) dla światła białego
 - b) L70B10 $\geq$ 60 000 h ($t_a = 25^\circ\text{C}$) dla światła R,G,B, RGB
- 4.1.12. Znamionowe napięcie pracy — 230V/50Hz.
- 4.1.13. Ochrona oprawy przed przepięciami — 10kV.
- 4.1.14. Znamionowy współczynnik mocy zasilacza $\cos \phi > 0,95$
- 4.1.15. Współczynnik mocy oprawy o mocy nominalnej $\cos \phi > 0,94$.
- 4.1.16. Zakłócenia sieci elektrycznej THD $< 10\%$.
- 4.1.17. Klasa ochronności elektrycznej: I lub II lub III.
- 4.1.18. Efektywność energetyczna oprawy— min. 100 lm/W dla światła białego.
- 4.1.19. Zasilacz DALI2 lub DALI D4i , lub DMX.
- 4.1.20. Nie dopuszcza się autorskiego (indywidualnego dla jednego producenta) protokołu sterowania.
- 4.1.21. Czujnik temperatury w oprawie, który zapobiega przegrzaniu się elektroniki.

4.2. Wymagania względem opraw doziemnych

- 4.2.1. Oprawy do wbudowania w podłoże, najazdowe, obciążenia naciskowe min. 2000 kg.
- 4.2.2. Stopień ochrony IP 67 lub IP68- 10m w przypadku opraw podwodnych.
- 4.2.3. Zastosowane szkło bezpieczne, dostępne również w wersji z szybą antypoślizgową.
- 4.2.4. Oprawa z zamontowanym wodoodpornym kablem oraz z wbudowaną blokadą wody (zapobiegającym zaciąganiu wilgoci przez przewód elektryczny).
- 4.2.5. Do oprawy dostępne muszą być dedykowane do instalacji w danym materiale puszki montażowe.
- 4.2.6. Jeżeli producent opraw przewiduje możliwość zastosowanie obudów instalacyjnych bezwzględnie należy jej stosować.
- 4.2.7. Należy zagwarantować drenaż opraw w celu skutecznego odprowadzania wody zaprojektowany zgodnie z zaleceniami producenta.

4.3. Wymagania względem pozostałych opraw architektonicznych

- 4.3.1. Pozostałe oprawy architektoniczne, w szczególności oprawy elewacyjne i przestrzenne typu: plafony, kinkiety, oprawy dekoracyjne, zwisy, oprawy nastropowe oraz inne oprawy stosowane jako element ekspozycji architektonicznej lub wyposażenia przestrzeni publicznej, należy dobierać i projektować w sposób zapewniający:
 - a) zgodność z koncepcją iluminacji oraz wymaganiami estetycznymi i konserwatorskimi (jeżeli dotyczy),

- b) bezpieczeństwo użytkowania i eksploatacji,
- c) odporność na warunki środowiskowe i uszkodzenia adekwatną do miejsca montażu,
- d) możliwość serwisowania i utrzymania instalacji w całym cyklu życia,
- e) weryfikowalność zastosowanych rozwiązań na podstawie dokumentacji producenta (karty techniczne, pliki fotometryczne IES/LDT, deklaracje zgodności).

4.3.2. Wymagania szczegółowe dla tej grupy opraw należy stosować adekwatnie do ich przeznaczenia, lokalizacji montażu (wewnątrz/zewnątrz, strefa narażona na wandalizm, narażenie na wodę/pył) oraz funkcji w koncepcji iluminacji.

4.3.3. Jako wymagania właściwe należy dążyć do spełnienia wszystkich wymagań a odstępstwa uzgadniać indywidualnie do każdego typu oprawy.

4.4. Wymagane parametry światła:

4.4.1. Parametry barwy światła muszą wynikać z koncepcji iluminacji i uwarunkowań miejsca oraz podlegać akceptacji Zamawiającego w ramach koncepcji.

4.4.2. Źródła barwne (RGB/RGBW/RGBA/RGBWA) wyłącznie, jeżeli wynika to z koncepcji i scenariuszy sterowania oraz zostało zaakceptowane przez Zamawiającego.

4.4.3. Wymagania dot. oddawania barw należy określić w koncepcji; co do zasady dla iluminacji obiektów o wysokiej randze estetycznej preferuje się $CRI \geq 80$, a dla ekspozycji materiałów i detalu architektonicznego $CRI \geq 90$ – o ile jest to zasadne dla danej temperatury barwowej i technologii.

4.4.4. Wymaga się projektowania rozwiązań o właściwym SDCM - rozrzucie barwy (tolerancji / jednorodności chromatyczności). Zastosować rozwiązania:

- a) iluminacja płaszczyzn ciągłych i układów porównywalnych wzrokowo (elewacje, mury, podcienia, arkady, ciągi uliczne, place z rytmem opraw): projektant może zastosować wyłącznie źródła/ oprawy o tolerancji barwy ≤ 3 SDCM, a w strefach reprezentacyjnych i realizacjach kluczowych obiektów ≤ 2 SDCM; wymaganie należy utrzymać dla wszystkich opraw widocznych jednocześnie w danym kadrze percepcyjnym,
- b) iluminacja akcentowa i rozproszona (detale architektoniczne, rzeźby, elementy małej architektury, pojedyncze drzewa, obiekty oddalone od siebie, brak bezpośredniego porównania opraw): projektant może zastosować ≤ 5 SDCM, o ile nie powstaje jednocześnie zestawienie wielu opraw w jednej płaszczyźnie obserwacji,
- c) modernizacje etapowane / rozbudowy w czasie (wymiana lub dokładanie opraw po latach, etapowanie inwestycji): projektant powinien przyjąć SDCM jako kryterium jednocześnie do samej CCT i stosować docelowo ≤ 3 SDCM (preferencyjnie ≤ 2 SDCM), uzupełniając specyfikację o wymóg biningu źródeł/ jednolitej partii dostaw dla każdej fazy oraz zapewnienie możliwości utrzymania tej samej tolerancji w dostawach kolejnych.

4.4.5. Dopuszcza się:

- a) dla dróg i ulic— 3000K, (dopuszczone po uzgodnieniu - 2200K, 2700K, 4000K)
- b) dla parków i terenach zieleni urządzonej należy stosować oprawy oświetleniowe o zmiennej temperaturze barwowej, w zakresie min. TW 1800K(2200K) - 3000K, TW: 2700K-4000K
- c) dla oświetlenia roślin w parkach i obszarach zieleni, 2700,3000,3500,4000K, RGBW, RGBA, RGBWA
- d) dla iluminacji – 1800, 2200, 2500, 2700,3000, 3500, 4000, 4500, 5000, 6500K, TW, R,G,B,A, RGBW, RGBA, RGBWA (zgodnie z koncepcją oświetlenia dla danego obiektu).

4.5. Wymagania dla optyki i rozsyłów:

4.5.1. Wymaga się dostępności optyk umożliwiających realizację co najmniej następujących typów rozsyłu:

- a) wąski/bardzo wąski (akcent/detal),
- b) średni (fragmenty elewacji),
- c) szeroki (płaszczyzny),

- d) asymetryczny liniowy/pasmowy (typu wall-washer/grazing lub równoważny).
- 4.5.2. Dopuszcza się optykę regulowaną (zoom), jeżeli poprawia możliwość dostrojenia efektu na obiekcie.
- 4.5.3. Jeżeli w koncepcji przewidziano projektory treści (GOBO), należy zapewnić rozwiązania umożliwiające serwis oraz – jeżeli wymagane przez Zamawiającego – zmianę treści (np. koło GOBO lub rozwiązanie równoważne). Zakres funkcji należy określić w koncepcji i uzgodnić z Zamawiającym..
- 4.5.4. Wymaga się możliwości zastosowania elementów ograniczających oślnienie i emisję poza obiekt (np. przestony, osłony, kratki/tzw. "honeycomb" lub rozwiązania równoważne). Dobór optyki i akcesoriów musi wynikać z obliczeń i/lub prób na obiekcie (preferowane).
- 4.5.5. Układy optyczne powinny być z trwałych, nie ulegających w czasie degradacji materiałów. Preferuje się rozwiązania reflektorowe nad układami soczewkowymi, w szczególności RGB.
- 4.5.6. Symulacje komputerowe muszą uwzględniać zastosowane optyki wraz z akcesoriami.

5. Wymagania stawiane sprzętowi oświetleniowemu - ZASILANIE, KABLE, MONTAŻ

- 5.1. Instalację iluminacyjną należy zasilac i zabezpieczać w sposób zapewniający bezpieczeństwo użytkowania, niezawodność pracy oraz możliwość serwisowania.
- 5.2. Obwody zasilające iluminację należy wydzielić i opisać w dokumentacji w sposób umożliwiający jednoznaczny identyfikację: obiekt/sekcja/typ oprawy/obwód/scena (jeżeli dotyczy).
- 5.3. Dla instalacji wyposażonych w sterowanie sceniczne wymagane jest wydzielenie obwodów umożliwiających niezależne sterowanie sekcjami zgodnie z koncepcją i scenariuszami.
- 5.4. Zastosowane środki ochrony przeciwporażeniowej oraz dobór zabezpieczeń muszą być zgodne z projektem i obowiązującymi przepisami oraz normami.
- 5.5. W instalacjach iluminacyjnych należy przewidzieć ochronę przeciwprzepięciową adekwatną do lokalizacji i długości linii zasilających; wymagania dotyczące opraw (SPD w oprawie) nie zwalniają z właściwego doboru ochrony na poziomie instalacji.
- 5.6. Dobór przekrojów przewodów i zabezpieczeń należy wykazać w projekcie (obciążalność, spadki napięć, warunki zwarcia), w odniesieniu do rzeczywistych mocy i liczby opraw oraz scenariuszy pracy.
- 5.7. Trasy kablowe należy prowadzić w sposób minimalizujący ryzyko uszkodzeń mechanicznych, oddziaływań środowiskowych oraz ułatwiający serwis.
- 5.8. W miejscach narażonych na uszkodzenia mechaniczne przewody należy prowadzić w osłonach i/lub korytach o odporności adekwatnej do lokalizacji.
- 5.9. W przypadku prowadzenia instalacji po elewacjach lub elementach architektonicznych należy stosować rozwiązania minimalizujące ingerencję w obiekt oraz zapewniające estetykę montażu (dobór tras, maskownic, elementów mocujących), zgodnie z uzgodnieniami konserwatorskimi/estetycznymi – jeżeli dotyczy.
- 5.10. Tory sterowania należy zaprojektować i wykonać w sposób zapewniający niezawodną transmisję danych oraz odporność na zakłócenia. Dokumentacja musi wskazywać topologię, długości odcinków, zasady separacji od kabli zasilających, sposób ekranowania (jeżeli wymagane) oraz sposób zakończenia linii (terminacja) – jeżeli wymagane przez zastosowany protokół.
- 5.11. Dla systemów DMX należy zapewnić okablowanie i osprzęt właściwy dla transmisji DMX512 (lub równoważny), w tym terminację i elementy pośrednie, jeżeli wynika to z długości i topologii.
- 5.12. Dla systemów DALI należy wykazać zgodność liczby urządzeń i długości linii z parametrami systemu (zasilanie magistrali, obciążenie, spadki napięć).
- 5.13. Jeżeli jest to zasadne ze względu na lokalizację i długości tras, należy przewidzieć ochronę przeciwprzepięciową również dla torów sterowania.
- 5.14. Puszki, złącza i elementy przyłączeniowe muszą mieć stopień ochrony adekwatny do miejsca montażu oraz zapewniać możliwość serwisowania.
- 5.15. Miejsca połączeń powinny być dostępne dla serwisu bez konieczności demontażu elementów wykończeniowych obiektu, o ile nie wynika to z uzasadnionych uwarunkowań.

- 5.16. Oprawy należy montować zgodnie z dokumentacją projektową oraz instrukcjami producenta, z zapewnieniem trwałego ustawienia i możliwości regulacji w zakresie wymaganym przez koncepcję.
- 5.17. Po ustawieniu opraw należy zapewnić zabezpieczenie przed samoczynną zmianą nastaw (np. blokady mechaniczne), jeżeli producent je przewiduje.
- 5.18. Elementy montażowe muszą zapewniać odporność korozyjną i mechaniczną adekwatną do lokalizacji.
- 5.19. Oprawy doziemne należy montować w sposób zapewniający szczelność, stabilność oraz możliwość serwisu, zgodnie z zaleceniami producenta.
- 5.20. W projekcie i wykonaniu należy zapewnić drenaż/odprowadzenie wody w strefie montażu opraw, zgodnie z wymaganiami producenta oraz warunkami gruntowo-wodnymi. Sposób wykonania drenażu podlega weryfikacji na etapie odbioru.
- 5.21. Każda oprawa (lub grupa opraw) powinna posiadać identyfikację umożliwiającą jej przypisanie do obwodu i sceny (jeżeli dotyczy) oraz do dokumentacji powykonawczej.
- 5.22. Oznakowanie tras, puszek i punktów przyłączeniowych należy wykonać w sposób trwały i czytelny.
- 5.23. W zakresie robót i wymagań typowych dla infrastruktury oświetlenia drogowego/terenowego (słupy uliczne, linie zasilające dla oświetlenia ulic i ciągów pieszych/rowerowych, szafy, uziemienia, zabezpieczenia kabli itp.) stosuje się odpowiednie Standardy Techniczne ZDM (STO) właściwe dla oświetlenia drogowego. Wymagania w niniejszym dokumencie mają zastosowanie w zakresie, w jakim dotyczą dedykowanych elementów instalacji iluminacyjnej.

6. Wymagania stawiane systemom sterowania oświetleniem

- 6.1. W instalacjach iluminacji należy stosować systemy sterowania dobrane do funkcji obiektu, rodzaju opraw i założonych scenariuszy. W obszarach niezabudowanych, nadwodnych, chronionych oraz na terenach zieleni należy dążyć do ograniczenia świecenia w zakresie czasu, mocy i emisji poza obiekt (w tym ograniczenia udziału światła w porach późnonocnych), zgodnie z koncepcją oraz wymaganiami Zamawiającego.
- 6.2. Ze względów estetycznych wskazane jest uzyskanie welonu światła w reprezentacyjnych przestrzeniach miasta – światło podkładowe w obszarze centralnym, centrach lokalnych oraz na reprezentacyjnych częściach ulic. W celu poprawy komfortu życia mieszkańców należy ograniczać świecenie do wnętrza okien mieszkalnych w porach późnonocnych. W tym celu należy zastosować jako wariant minimalny redukcję nocną w zakresie składowej pionowej oświetlenia: Ev. Zalecane jest wdrożenie systemu umożliwiającego ściemnianie welonu świetlnego niezależnie od oświetlenia drogowego.
- 6.3. System sterowania należy realizować w oparciu o standardowe protokoły i urządzenia, w szczególności DALI-2/D4i i/lub DMX512 (lub rozwiązania równoważne), zapewniające interoperacyjność i możliwość konfiguracji bez stosowania rozwiązań zamkniętych. Nie dopuszcza się stosowania autorskich protokołów komunikacyjnych uniemożliwiających serwis lub rozbudowę przez podmioty inne niż jeden producent.
- 6.4. Dokumentacja systemu sterowania musi zawierać schemat systemu wraz z doбором urządzeń oraz opisem okablowania i topologii transmisji danych, zapewniających pewność komunikacji i spełnienie wymagań protokołu.
- 6.5. Dokumentacja musi zawierać adresację wszystkich urządzeń (adresy DALI/DMX, mapowanie na grupy, sceny oraz obwody zasilania – jeżeli dotyczy) w sposób umożliwiający jednoznaczną identyfikację w trakcie uruchomienia i odbioru.
- 6.6. Dokumentacja musi w sposób szczegółowy i jednoznaczny opisywać:
 - a) scenariusze świecenia,
 - b) harmonogramy pracy instalacji (zegar astronomiczny/kalendarz, podział na dni tygodnia i okresy),
 - c) scenariusze testowe i odbiorowe instalacji (lista testów, oczekiwane rezultaty, sposób potwierdzenia).
- 6.7. Zależnie od rangi i roli obiektu w budowaniu spójnego wizerunku iluminacji w mieście dedykujemy różne poziomy sterowania oświetlenia:

- 6.7.1. STEROWANIE STANDARDOWE – Statyczny system sterowania iluminacją. Włączanie instalacji iluminujących obiekty po zmroku, zgodnie z kalendarzem astronomicznym. Ze względów ekologicznych oraz ekonomicznych wyłączanie instalacji o ustalonej godzinie w zależności od rangi obiektu oraz udziału w kluczowych widokach miasta: obiekty o charakterze lokalnym o godzinie 23:30, w przypadku Placów obszarów aktywnych turystycznie o godzinie 01:00 w nocy, w przypadku obiektów należących do Panoramy Miasta wyłączenie iluminacji wyprzedzająco, o ustawionym czasie przed świtem
- 6.7.2. STEROWANIE STANDARDOWE ZDALNE – Włączanie i wyłączanie instalacji iluminacji zdalnie sterowane z poziomu centralnego systemu sterowania oświetleniem iluminacyjnym w mieście. Oświetlenie załączane o zmierzchu i wyłączane o ustalonej godzinie w zależności od rangi obiektu oraz udziału w kluczowych widokach miasta, ale także dni tygodnia czy wydarzeń regulujących przepływ komunikacji w mieście. Dla wybranych obiektów zaleca się stworzenie scenariuszy iluminacji realizowanych za pomocą obwodów zasilania, z możliwością ich zdalnej realizacji.
- 6.7.3. STEROWANIE PEŁNE – Instalacja zbudowana z opraw sterowanych za pomocą protokołu DMX lub DALI. Umożliwia sterowanie pojedynczymi oprawami lub grupami opraw – ich ściemnianie w pełnym zakresie, zmianę barwy w przypadku opraw Tunable White lub RGB(WA). Umożliwia sterowanie iluminacją obiektu według określonych scenariuszy świetlnych, statycznych, dynamicznych, zintegrowanych z czujnikami, kamerami czy innymi systemami wywoławczymi. System sterowania umożliwia wywoływanie zaprogramowanych i zaplanowanych scenariuszy świetlnych realizujących programy codzienne jak i okazjonalne. Zaleca się realizację lokalną projektów globalnych realizowanych przez Centralny System Sterowania Iluminacjami.
- 6.7.4. CENTRALNY SYSTEM STEROWANIA ILUMINACJAMI - System sterowania umożliwia wywoływanie zaprogramowanych i zaplanowanych scenariuszy świetlnych realizujących programy codzienne jak i okazjonalne. System zarządzany przez wyspecjalizowaną jednostkę przygadującą i realizującą projekt scenariuszy iluminacji na cały rok kalendarzowy. System umożliwia zdalną kontrolę instalacji oraz monitoring stanu pracy. Możliwość zdalnego programowania oraz wprowadzania zmian w scenariuszach świetlnych.
- 6.8. Wymagania ogólne dotyczące sterownika instalacji iluminacyjnej (DALI / DMX)**
- 6.8.1. Sterownik musi stanowić centralny element systemu sterowania iluminacją, umożliwiający realizację zaprogramowanych scenariuszy świetlnych, harmonogramów czasowych oraz funkcji sterowania serwisowego i automatycznego.
- 6.8.2. Sterownik musi obsługiwać standardowe protokoły sterowania oświetleniem, w szczególności: DALI-2, DALI D4i, DMX512, przy czym dopuszcza się zastosowanie jednego lub kilku protokołów równolegle, w zależności od potrzeb danego obiektu.
- 6.8.3. Sterownik musi umożliwiać:
- a) indywidualne sterowanie pojedynczymi oprawami,
 - b) sterowanie grupami opraw,
 - c) regulację poziomu natężenia światła w pełnym zakresie (ściemnianie),
 - d) zmianę barwy światła dla opraw Tunable White oraz RGB/RGBW/RGBA.
- 6.8.4. Sterownik musi zapewniać realizację scenariuszy statycznych i dynamicznych, w tym scen dziennych, nocnych, późnonocnych oraz okazjonalnych.
- 6.8.5. Sterownik musi posiadać zegar astronomiczny lub możliwość synchronizacji czasu z zewnętrznym źródłem (np. NTP), umożliwiający automatyczne załączanie i wyłączanie iluminacji w zależności od wschodu i zachodu słońca.
- 6.8.6. Sterownik musi umożliwiać programowanie harmonogramów czasowych, uwzględniających dni tygodnia, pory roku, święta oraz wydarzenia specjalne.
- 6.8.7. Sterownik musi posiadać pamięć nieulotną, gwarantującą zachowanie zaprogramowanych ustawień i scenariuszy w przypadku zaniku zasilania.
- 6.8.8. Sterownik musi umożliwiać lokalne sterowanie serwisowe, np. poprzez interfejs komputerowy, panel operatorski lub aplikację konfiguracyjną.

- 6.8.9. W przypadku systemów zdalnych sterownik musi umożliwiać komunikację z centralnym systemem zarządzania iluminacjami, w tym przesył danych, wywoływanie scenariuszy oraz monitoring stanu pracy.
- 6.8.10. System sterowania musi być wyposażony w interfejsy komunikacyjne odpowiednie do zastosowanych protokołów (DALI, DMX), zapewniające stabilną i niezawodną transmisję danych.
- 6.8.11. System sterowania musi współpracować z następującymi urządzeniami peryferyjnymi:
- a) czujnikami natężenia oświetlenia (zmierzchu),
 - b) czujnikami ruchu lub obecności,
 - c) czujnikami warunków atmosferycznych (opcjonalnie),
 - d) przyciskami lub panelami sterowania lokalnego,
 - e) modułami wejść/wyjść cyfrowych.
- 6.8.12. Urządzenia peryferyjne muszą umożliwiać wyzwalanie scenariuszy świetlnych lub modyfikację parametrów oświetlenia w czasie rzeczywistym
- 6.8.13. Sterownik oraz urządzenia peryferyjne muszą być przystosowane do pracy w instalacjach oświetlenia zewnętrznego i spełniać obowiązujące normy bezpieczeństwa.
- 6.8.14. System sterowania musi zapewniać bezpieczne zachowanie w przypadku awarii, w tym:
- a) przejście w tryb domyślny po zaniku komunikacji,
 - b) możliwość ręcznego załączenia/wyłączenia oświetlenia.
- 6.8.15. Sterownik musi umożliwiać lokalne sterowanie serwisowe oraz odczyt podstawowych informacji diagnostycznych (co najmniej: status komunikacji, stan wejść/wyjść, podstawowe alarmy).
- 6.8.16. W systemach zdalnych sterownik musi umożliwiać komunikację z systemem nadrzędnym zgodnie z wymaganiami Zamawiającego, w tym monitoring i zdalne wywoływanie scen.
- 6.9.** Urządzenia komunikacyjne (bramy, repeatery, zasilacze magistrali, interfejsy) muszą być dobrane do topologii i długości linii oraz przystosowane do pracy w warunkach zewnętrznych lub montażu w obudowach zewnętrznych.
- 6.10.** Projekt i wykonanie okablowania DALI/DMX musi uwzględniać: topologię, długości odcinków, separację od przewodów zasilających, ekranowanie (jeżeli wymagane), terminację (dla DMX) oraz wymagania dotyczące liczby urządzeń na linii (dla DALI). Spełnienie wymagań musi być wykazane w dokumentacji i potwierdzone testami odbiorowymi.
- 6.11.** Jeżeli przewidziano czujniki/panele/wejścia cyfrowe – muszą umożliwiać wyzwalanie scen lub modyfikację parametrów zgodnie z koncepcją i scenariuszami.
- 6.12.** System musi zapewniać zachowanie bezpieczne w przypadku awarii (zanik komunikacji, awaria sterownika), w tym przejście do sceny domyślnej oraz możliwość ręcznego załączenia/wyłączenia w trybie serwisowym.
- 6.13.** Odbiór systemu sterowania musi obejmować co najmniej: weryfikację adresacji, zgodność scen i harmonogramów z dokumentacją, testy wywołania scen (lokalnie i zdalnie – jeżeli dotyczy), test trybu domyślnego po zaniku komunikacji oraz sporządzenie protokołu odbioru wraz z kopią konfiguracji (backup).
- 6.14.** W projekcie musi znaleźć się informacja, o tym że Wykonawca przekazuje Zamawiającemu pliki konfiguracyjne/backup sterownika oraz hasła/poziomy dostępu w zakresie umożliwiającym serwis i modyfikację harmonogramów/scen przez upoważnione osoby.

7. Wymagania stawiane na etapie wykonawstwa-realizacji inwestycji

- 7.1.** W zakresie robót budowlano-montażowych, wymagań dotyczących infrastruktury kablowej, osłon, zabezpieczeń, oznakowania kabli, zasad prowadzenia robót ziemnych, robót zanikowych, geodezyjnej inwentaryzacji powykonawczej oraz utrzymania ciągłości pracy oświetlenia drogowego/terenowego w

trakcie robót, stosuje się odpowiednie Standardy Techniczne ZDM (STO) właściwe dla danego zakresu infrastruktury.

7.2. Każda z opraw iluminacyjnych musi być ostatecznie i trwale zainstalowana, wycelowana i wystawiona.

7.3. Należy przeprowadzić w obecności inspektora ZDM testy odbiorowe instalacji sterowania w celu potwierdzenia sprawności działania i zaprogramowania scenariuszy oświetleniowych.

7.4. Należy dostarczyć do nadzoru TOS przed odbiorem Geodezyjną dokumentację powykonawczą, wykonaną w układzie PUWG 2000 i zawierającą:

- a) elektroniczne dane wektorowe w formacie DXF 2000 z warstwami dotyczącymi tylko oświetlenia (latarnie z czytelnie naniesioną numeracją urządzeń od 1 do n..., oraz kable, szafy, stacje). W przypadku podłączenia do istniejącej infrastruktury oświetleniowej należy podać numery istniejące w bazie;
- b) siatkę krzyży w odpowiednim układzie współrzędnych (PUWG 2000),
- c) tabele z danymi opisowymi ponumerowanych obiektów, zgodnie z numeracją DXF

7.5. Informacje dotyczące zastosowanych opraw powinny zawierać następujące dane:

- a) model i typ oprawy oświetleniowej,
- b) kod oprawy oświetleniowej (w przypadku opraw SAVA),
- c) producent
- d) moc źródła światła
- e) moc całkowita oprawy oświetleniowej,
- f) typ optyki oprawy oświetleniowej,
- g) ilość diod w panelu LED,
- h) typ zasilacza i nastawy prądowe,
- i) strumień oprawy oświetleniowej,
- j) temperatura barwowa.
- k) Typ sterowania
- l) Współczynnik Ra
- m) Waga
- n) Wymiary
- o) Adres DALI/DMX – jeżeli występuje

7.6. Przejęcie oświetlenia do eksploatacji może nastąpić pod warunkiem:

- dostarczenia kompletnej dokumentacji powykonawczej,
- trwałego naniesienia przez Wykonawcę oznaczników kierunkowych i kablowych, numerów na słupy i szafy oświetleniowe zgodnie z inwentaryzacją ZDM,
- dostarczeniu pomiarów powykonawczych ochrony przeciwporażeniowej, rezystancji uziemienia, rezystancji izolacji, - dostarczeniu przez Inwestora dokumentów potwierdzających, że wszystkie urządzenia instalacji oświetlenia ulicznego zostały zlokalizowane na działkach, których m.st. Warszawa jest właścicielem, władającym lub będących w trwałym zarządzie (tj. posiadających stosowny tytuł prawny),
- dostarczeniu pomiarów powykonawczych parametrów oświetlenia (natężenie, luminancja) potwierdzających założenia przedstawione w dokumentacji projektowej i zawarte w załączonych obliczeniach.

8. Wymagania wynikające z przejmowania konserwacji istniejącej infrastruktury oświetleniowej przez Wydział Oświetlenia ZDM

8.1. Wszystkie urządzenia oświetleniowe muszą znajdować się na działkach będących w zarządzie m.st. Warszawy.

8.2. Montaż opraw iluminacyjnych i elementów osprzętu (specyficzne dla iluminacji)

- 8.2.1. Oprawy iluminacyjne należy montować zgodnie z dokumentacją projektową oraz instrukcjami producenta, w sposób zapewniający trwałość mocowania, odporność środowiskową oraz możliwość serwisowania.
- 8.2.2. Po zakończeniu montażu każda oprawa iluminacyjna musi być ostatecznie i trwale zainstalowana, wycelowana (nastawy kierunkowe) oraz wystawiana zgodnie z dokumentacją i uzgodnioną koncepcją iluminacji.
- 8.2.3. Wymaga się wykonania i udokumentowania nastaw opraw (kąty/pozycje/ustawienia optyki i akcesoriów) w sposób umożliwiający ich odtworzenie po serwisie lub regulacji.
- 8.3. Oprawy doziemne – montaż i drenaż**
- 8.3.1. Oprawy doziemne należy montować zgodnie z wymaganiami producenta, z zastosowaniem dedykowanych obudów/puszek montażowych – jeżeli producent je przewiduje.
- 8.3.2. Należy zapewnić drenaż w strefie montażu opraw doziemnych, zgodnie z rozwiązaniem projektowym i zaleceniami producenta.
- 8.3.3. Skuteczność drenażu podlega weryfikacji w obecności przedstawiciela ZDM/IOS w trakcie odbioru, zgodnie z procedurą testową uzgodnioną na etapie projektu (np. test zalania). Wynik testu należy ująć w protokole odbioru.
- 8.4. Uruchomienie i testy systemu sterowania**
- Przed odbiorem należy przeprowadzić w obecności przedstawiciela ZDM/IOS testy odbiorowe systemu sterowania, obejmujące co najmniej:
- a) weryfikację adresacji (DALI/DMX) i mapowania grup/scen,
 - b) test wywoływania scen i harmonogramów (w tym scen późnonocnych/redukcyjnych),
 - c) weryfikację działania sterowania lokalnego/serwisowego oraz – jeżeli dotyczy – zdalnego,
 - d) weryfikację trybu domyślnego (fail-safe) po zaniku komunikacji lub zasilania – jeżeli dotyczy.
 - e) Wymaga się przekazania Zamawiającemu kopii konfiguracji (backup) sterownika/sterowników wraz z opisem struktury scen i harmonogramów oraz danymi dostępowymi w zakresie umożliwiającym eksploatację i serwis przez upoważnione osoby (zakres przekazania uzgadnia Zamawiający).
- 8.5. Próby oświetleniowe i akceptacja efektu**
- 8.5.1. Przed odbiorem końcowym należy przeprowadzić próby świecenia na obiekcie z udziałem przedstawiciela ZDM/IOS, zgodnie z rozdziałem 2.
- 8.5.2. Próby obejmują w szczególności: korekty nastaw, weryfikację ograniczenia oślnienia i emisji światła poza obiekt oraz zgodności efektu z koncepcją i wizualizacjami, pomiary natężenia oraz pomiary luminancji.
- 8.5.3. Próby należy udokumentować protokołem i dokumentacją fotograficzną.
- 8.6. Udział przedstawiciela producenta**
- W trakcie montażu i uruchomienia instalacji iluminacyjnej wymagany jest udział przedstawiciela producenta (lub autoryzowanego przedstawiciela) opraw i/lub systemu sterowania, który przeprowadzi instruktaż montażu/uruchomienia oraz potwierdzi prawidłowość wykonania po zakończeniu prac (pisemne potwierdzenie/protokół).
- 8.7. Dokumentacja powykonawcza (zakres iluminacji)**
- 8.8. Kompletną dokumentację powykonawczą w zakresie instalacji iluminacyjnej należy dostarczyć do nadzoru ZDM/IOS przed odbiorem. Dokumentacja powinna obejmować co najmniej:**
- a) inwentaryzację lokalizacji opraw iluminacyjnych, ich typów i numeracji,
 - b) zestawienie opraw i osprzętu (model/typ, producent, moc, optyka, akcesoria),
 - c) pliki fotometryczne IES/LDT dla zastosowanych konfiguracji,
 - d) protokoły testów sterowania i prób świecenia,
 - e) adresację DALI/DMX i strukturę grup/scen, harmonogramy oraz kopię konfiguracji (backup),
 - f) instrukcję eksploatacji/utrzymania (w tym procedury serwisowe i odtwarzania nastaw).
- Informacje dotyczące zastosowanych opraw iluminacyjnych powinny zawierać co najmniej: model i typ oprawy, producenta, moc całkowitą, typ optyki i akcesoria, strumień (dla konfiguracji), temperaturę barwową/tryb barwy (stała/TW/RGB), typ sterowania, CRI oraz adres DALI/DMX – jeżeli dotyczy.

8.9. Warunki przejścia iluminacji do eksploatacji (zakres iluminacji)

Przejście instalacji iluminacyjnej do eksploatacji może nastąpić pod warunkiem:

- a) dostarczenia kompletnej dokumentacji powykonawczej,
- b) pozytywnego wyniku prób świecenia i testów sterowania (protokoły),
- c) potwierdzenia prawidłowego montażu i nastaw opraw (w tym opraw doziemnych i drenażu – jeżeli dotyczy),
- d) dostarczenia wymaganych protokołów pomiarów elektrycznych i teletechnicznych w zakresie dotyczącym instalacji iluminacyjnej,
- e) przekazania konfiguracji sterowania i danych niezbędnych do eksploatacji.

8.10. W przypadku zastosowania rozwiązań projektowych lub realizacji prac niezgodnie z w/w standardami, należy każdorazowo uzyskać akceptację ZDM. W innym przypadku niemożliwe będzie uzgodnienie dokumentacji projektowej oraz dokonanie odbioru wykonanych robót wraz z przejściem do eksploatacji przedmiotowej infrastruktury oświetleniowej.

9. Wymagania stawiane walorom estetycznym oraz jakości opracowania koncepcji oświetlenia

Należy wykonać i przedstawić w dokumentacji:

9.1. Określenie charakterystyki obiektu oraz jego rangi względem obiektów występujących w bezpośrednim sąsiedztwie (ciąg ulicy, plac, kwartał zabudowy, park itp.) oraz w szerszym kontekście urbanistycznym – skala dzielnicy czy całego miasta. Określenie kierunków obserwacji obiektu w podziale na widoki najatrakcyjniejsze, ważne, dalekie oraz pozostałe oraz oznaczenie partii fasad/dachów eksponowanych w tych powiązaniach widokowych.

9.1.1. Iluminacja musi być zaprojektowana z uwzględnieniem kluczowych punktów i sekwencji widokowych oraz linii prowadzących wzrok.

9.1.2. Oprawy oświetleniowe nie mogą być lokalizowane w sposób zaburzający widok na obiekt (należy zachować tzw. przestrzenie ochronne).

9.1.3. Projekt powinien uwzględniać relację budynku z okoliczną roślinnością (np. soliterami czy grupami drzew), które również mogą być częścią kompozycji świetlnej.

9.2. Analiza obiektu pod kątem jego potencjałów i deficytów – elementy tożsamości miejsca, historii obiektu, wartości przestrzennych, krajobrazowych, estetycznych, plastycznych, społecznych, patriotycznych itp. oraz elementów dysharmonijnych, które można ukryć/zamaskować odpowiednią iluminacją obiektu.

9.2.1. Ocena hierarchii obiektu zależnie od ilości spełnionych cech obiektu:

- a) obiekt znajdujący się w rejestrze zabytków;
- b) Obiekt wchodzący w skład założenia urbanistycznego (np. Oś Saska, Park Kultury itp.);
- c) obiekt reprezentacyjny lub o ważnej funkcji, szczególnie o charakterze ponadlokalnym;
- d) Obiekt będący dominantą wysokościową w otoczeniu lub budujący Panoramę Miasta;
- e) Obiekt figurujący w przewodnikach bądź widoczny, eksponowany na trasach turystycznych);
- f) Obiekt narożny (eksponowane więcej niż 1 fasada lub wolnostojący (eksponowany wszystkie fasady);
- g) Obiekt położony centralnie na zakończeniu osi przynajmniej jednej jezdni;
- h) obiekt dobrze widoczny (główna fasada nie zasłonięta drzewami, reklamami itp.);
- i) Obiekt posiadający dalekie powiązania widokowe;
- j) Obiekt posiadające liczne powiązania widokowe w skali ponadlokalnej (np. Pałac Kultury i Nauki);
- k) Obiekt zlokalizowany na Placu lub ważnej przestrzeni publicznej/centrum lokalnym;
- l) Obiekt zlokalizowany przy Placu, ważnej przestrzeni publicznej/centrum lokalnym lub znajdujący się w jego bezpośrednim sąsiedztwie;

m) Obiekt powiązany widokowo z ważnych miejsc o charakterze publicznym (obiekt nie jest zlokalizowany na Placu ale jest z niego widocznym, np. Pałac Kultury i Nauki powiązany widokowo z Placem Grzybowskiem).

- 9.2.2. Podczas projektowania należy, wyznaczyć wzajemne proporcje pomiędzy jasnością budynków, pierzei kamienic, ulic itp.
- 9.2.3. Obiekty równorzędne można odseparować od siebie za pomocą zróżnicowania temperatury barwowej źródeł światła (światło zimne, neutralne, ciepłe itp.).
- 9.2.4. Monumenty powinny być eksponowane przy pomocy środków artystycznych (swoboda wyboru metody przez artystę, skonsultowana z konserwatorem i architektem Warszawy).
- 9.2.5. Dopasowanie kontrastu względnego oraz rodzaju kontrastu (jasności, barwy, komplementarny, ciepło – zimny itp.) zależy od otoczenia i znaczenia rozpatrywanego obiektu.

Kontrast:	Opis:	Gdzie:	Przykład:
1:1	Obiekty równorzędne	Ciągi ulic, pierzeje placów	<i>Wszystkie kamienice na placu są jednakowo ważne</i>
1:2 1:3	Obiekty wyróżniające się	Obiekty ważniejsze w hierarchii względem sąsiadujących obiektów	<i>Ratusz na środku placu względem kamienic będących pierzejami placu</i>
1:4 1:6	Dramaturgia obrazu, uzyskanie prowadzenia wzrokiem, punktu ogniskowego	Obiekty widoczne w osi ulicy, dominanty	<i>Kamienica, która w ciągu ulicy jest jednakowo ważna, natomiast posiada dalekie powiązania, w tym jest na zakończeniu ważnych ciągów komunikacyjnych</i>
1:10	Tylko jako wyraz dzieła artystycznego i szczególnych przypadkach	Obiekty wymagające szczególnego podkreślenia, metaznaki	<i>Obiekty, które stanowią element panoramy miasta</i>

Tabela.1. Kontrast względny między obiektem projektowanym a otaczającymi obiektami

10. Wymagania zależne od specyfiki obiektu - założenia koncepcji: cele estetyczne, funkcjonalne i wizerunkowe.

Dopasowanie do HIERARCHII I TOŻSAMOŚCI MIEJSCA

- 10.1.** Koncepcja oświetlenia obiektu musi uwzględniać rangę obiektu w skali miasta i obszaru (czy jest to dominanta, czy obiekt tła) oraz jego relację do najbliższego otoczenia.
- 10.1.1. Kompletność bryły: W przypadku dominant należy uwzględnić wszystkie widoczne fasady oraz nie pomijać oświetlenia dachów.
- 10.1.2. Podkreślenie detalu: należy wyznaczyć konkretne detale architektoniczne i płaszczyzny predysponowane do iluminacji, określając sposób ich wydobywania z mroku.
- 10.1.3. Strefowanie: wyznaczenie stref pełnego oświetlenia oraz stref zanikania światła w celu uniknięcia monotonii.
- 10.2.** Iluminacja musi podkreślać charakter, tożsamość i specyfikę rejonu lub jednostki krajobrazowej, w której budynek się znajduje

- 10.3.** Oświetlenie powinno nawiązywać do funkcji obiektu, o ile ma ona znaczenie dla nocnego wizerunku miasta.

Dostosowanie do PRZEZNACZENIE OBIEKTU:

- 10.4.** Światło intruzyjne w porze nocnej nie może zakłócać rytmu dobowego użytkowników w przypadku budynków użytkowych.
- 10.5.** W przypadku budynków częściowo mieszkalnych - należy ograniczyć światło wpadające przez okna do mieszkań lub zastosować welon światła wyłączany po godzinie 23:00.

Wymagania wynikające z LOKALIZACJI I POŁOŻENIA OBIEKTU

- 10.6.** Gdy obiekt położony jest na środku placu, bądź większej otwartej przestrzeni o charakterze centrum lokalnego wskazana iluminacja ze wszystkich stron, zwłaszcza gdy obiekt jest wyjątkowo ważny dla danej przestrzeni lub o znaczeniu ponadlokalnym.
- 10.7.** Gdy obiekt położony przy placu, bądź większej otwartej przestrzeni – oświetlenie głównej pierzei z zastosowaniem światła podkładowego / welonu świetlnego ściemnianego/wyłączanego po godzinie 23:00. Stopień dekoracyjności i szczegółowości iluminacji uzależniony od stopnia ważności (hierarchii) obiektów zlokalizowanych na Placu/wchodzących w powiązania widokowe.
- 10.8.** Gdy obiekt położony centralnie w osi przynajmniej jednej jezdni - obiekt musi być widoczny z dalekiego dystansu a oprawy uliczne nie powinny wchodzić w oś widoku.
- 10.9.** Gdy obiekt położony częściowo w osi jezdni - obiekt, mimo perspektywy, musi być dobrze widoczny z całej osi jezdni – rekomendowana lokalizacja opraw ulicznych po przeciwległej stronie drogi.

Dostosowanie do NATĘŻENIE RUCHU W SĄSIEDZTWIE OBIEKTU

- 10.10.** Dla obiektów widocznych z obszaru o dużym natężeniu ruchu (drogi szybkiego ruchu) - iluminacja powinna skupiać się na wyróżnieniu obiektu światłem spośród otoczenia, iluminacja detalu jest mniej ważna (o ile obiekt nie znajduje się przy ważnych ciągach pieszych o znaczeniu np. turystycznym)
- 10.11.** Dla obiektów widocznych z obszaru o średnim natężeniu ruchu - iluminacja powinna polegać na wyróżnieniu całego obiektu światłem spośród otoczenia oraz delikatnym podkreśleniu detalu
- 10.12.** Dla obiektów widocznych z obszaru o niskim natężeniu ruchu pojazdów zmotoryzowanych (ruch nastawiony na spacerowiczów, place, centra lokalne, promenady, parki, skwery) - iluminacja powinna skupiać się nie tylko na wyróżnieniu całego obiektu światłem spośród otoczenia, ale głównie na detalach, ich atrakcyjnym podkreśleniu, zachęcającym do nocnej eksploracji z bliskiej odległości.

Dostosowanie do stopnia i zakresu WIDOCZNOŚĆ OBIEKTU

- 10.13.** Dla obiektów częściowo widocznych, przysłoniętych lub widocznych z bliskich widoków – należy uwzględnić w projekcie iluminacji obiekty przysłaniające obiekt (aranżacja kulisów widoków dopełniających percepcję obiektu – zieleń towarzysząca, bramy, przejścia itp) oraz skoncentrować środki wyrazu na widocznych elementach obiektu.
- 10.14.** Gdy obiekt jest dobrze widoczny, również w dalekich widokach, ważne jest dostosowanie poziomów luminancji do dalekich widoków
- 10.15.** Gdy obiekt widoczny w panoramach miasta – szczególne wyeksponowanie elementów obiektu uczestniczących w budowaniu panoramy, w relacji do innych obiektów budujących Panoramę Miasta.
- *Wskazane zintegrowanie ww. obiektów przez Centralny System Sterowania Iluminacjami.*

Dostosowanie do potrzeb KREACJA ŚWIATŁEM i organizacji EVENTÓW

- 10.16. Dla obiektów zlokalizowanych w miejscach, gdzie są przewidziane Eventy, twórcze działania, jarmarki świąteczne itp. (np. place miejskie, centra lokalne, obiekty kultury, sztuki, teatry, centra aktywności twórczej, centra lokalne itp.) - iluminacja powinna pozwalać na działania, animację światłem dynamikę scenariuszy światła. Sugeruje się zamontowanie sprzętu oświetleniowego odpowiedniego do potrzeb eventów (alternatywnie warto zadbać o poprowadzenie instalacji umożliwiającego podłączenie okazjonalnego sprzętu oświetleniowego).
- 10.17. Jeśli na budynku dopuszczone są reklamy świetlne, muszą one być spójne z iluminacją pod kątem stylu, wielkości, barwy i rodzaju źródła światła (np. neon, LED).
- 10.18. Rekomendowane określenie koncepcji dla oświetlenia świątecznego czy innych tymczasowych instalacji świetlnych, które współgrają z iluminacją oraz założeniami koncepcji.

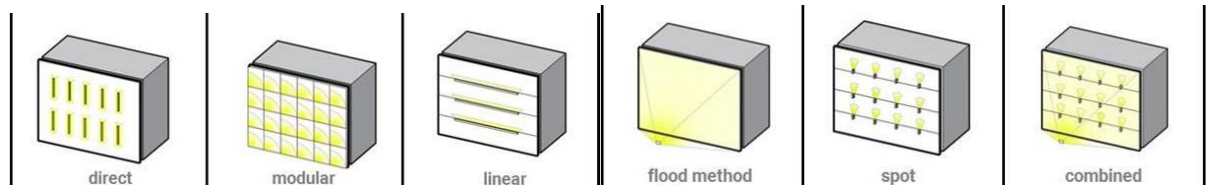
Dostosowanie do UWARUNKOWAŃ I CHARAKTERYSTYKI OBIEKTU

- 10.19. Najważniejszy obiekt - Wyeksponowanie, wyróżnienie obiektu z otoczenia, na tle sąsiadujących obiektów.
 - 10.20. Obiekt ważny, ale nie najważniejszy - iluminacja powinna być opracowana względem potencjalnej iluminacji obiektu ważniejszego (jako tło, delikatniejsza, nie konkurująca).
 - 10.21. Obiekt wyróżnia się samą architekturą (stylem, ornamentem, materiałami) -iluminacja powinna być skromna, delikatnie podkreślać wyjątkowość (należy wystrzegać się chaosu świetlnego, na który znaczący wpływ ma sam wygląd obiektu).
 - 10.22. Obiekt słabo wyróżniający się architektonicznie - celem iluminacji powinno być wydobyć, wyróżnienie obiektu z otoczenia, podkreślenie jego wyjątkowości, zaakcentowanie detalu.
 - 10.23. Mnogość detali na obiekcie – wskazane jest zastosowanie hierarchizacji światłem, stopniowanie efektu, działanie mające na celu integrację obiektu i osiągnięcie spójnego obrazu.
 - 10.24. Kilka detali - subtelne podkreślenie ich światłem, unikając dużego kontrastu z kubaturą obiektu.
 - 10.25. Brak detali - wskazane skupienie się na kubaturze obiektu.
 - 10.26. Rytmiczny i symetryczny charakter elewacji - iluminacja wymaga zachowania spójności oświetlenia z architekturą, podkreślenia walorów.
 - 10.27. Nierytmiczny i asymetryczny charakter elewacji - nocny wizerunek wymaga skromności, usystematyzowania, priorytetem całość, celem uzyskanie ładu świetlnego, nie podkreślanie asymetrii, chyba, że jest cechą charakterystyczną i założeniem projektu.
 - 10.28. Obiekt posiada ważne symbole, np. krzyże, tablice, drobne ważne elementy ponad poziomem dachu - muszą być oświetlone przynajmniej światłem podkładowym.
 - 10.29. Temperatura barwowa światła musi wynikać z materiałów elewacyjnych budynku oraz ogólnych wytycznych dla danego dystryktu.
 - 10.30. Światło powinno zapewniać odpowiednią jakość prezentacji materiałów i detali architektonicznych, wskazany wysoki współczynnik oddawania barw >90.
 - 10.31. Poziom natężenia iluminacji musi być zrównoważony – określony względem sąsiednich obiektów oraz jasności otoczenia (np. oświetlenia ulicznego).
11. **Metody oświetlania: np.: akcentujące, konturowe, fasad; rozproszone, kierunkowe, dekoracyjne/barwne, sezonowe.**

- 11.1. Iluminacje mają różne cele i mogą być realizowane z wykorzystaniem różnych metod, jednak niezależnie od intencji, zawsze ma ona na celu ukazanie widoczności obiektu w nocy.

Iluminacja zrealizowana metodą zalewową pozwoli na niezaburzoną perspektywę dziennego oblicza obiektu. Metoda punktowa autoryzuje do rozrzedzenia elewacji w stosunku do wizerunku za dnia i da

możliwość ukazania jego detali i skorygowania odbioru. Metoda liniowa to nowy sposób iluminacji obiektu, który staje się coraz powszechniej wykorzystywany dzięki dostępności technologii LED i wytwarzania liniowych źródeł światła. Dzięki metodzie bezpośredniej, wykorzystujący tzw. "direct view" iluminowany obiekt może być ubrany w swoistą biżuterię świetlną budując wyrazisty nocny charakter obiektu. Łącząc różne technologie w metodzie mieszanej otrzymujemy często bardzo uniwersalne obrazy, które uatrakcyjniają obiekt niezależnie od perspektywy i odległości, z której na niego patrzymy.



Rysunek 1. Metody iluminacji obiektów architektonicznych. (rys. P. Kamińska)

Analizując oświetlenie iluminacyjne fasad można odnaleźć pewne cechy wspólne, które pozwalają na wskazanie nowej metody realizacji iluminacji przypisanej elewacjom modułowym. Metoda ta nazwana roboczo "modułową" może wykorzystywać różne techniki tworzenia iluminacji, ale zawsze co do sposobu świecenia realizowana jest poprzez wykorzystanie pewnej analogii przypisanej pojedynczemu modułowi, z których zbudowana jest elewacja. W metodzie tej obraz buduje się z pojedynczych modułów, jednak nie zawsze wykorzystuje wszystkie elementy, z których zbudowana jest fasada. Takie podejście jest niejednokrotnie połączone z dynamicznymi systemami sterowania oświetleniem, co pozwala na budowanie imponujących spektakli świetlnych lub subtelną grę światła i cienia. Zmienność, podobnie jak operowanie słońca, które pada pod różnymi kątami ma na celu urozmaicenie nocnego widoku i znacząco nobilituje budynek. Wykorzystanie metody modułowej pozwala projektantowi również na pełną kontrolę światła, nie tylko przy oświetlaniu samej konstrukcji budynku, ale i nad światłem rozproszonym ograniczając tym samym zjawisko zwanego "lighting pollution", czyli zaśmiecania nieba światłem.

Możliwe sposoby dynamizacji fasady poprzez zastosowanie sztucznego oświetlenia:

- zastosowania zróżnicowanych kierunków świecenia,
- zróżnicowanie barwa światła,
- zastosowanie kolorów,
- realizacja scenariuszy świetlnych,
- wprowadzenie systemów ściemniających,
- oświetlenie fasad kinetycznych
- wideo projekcja.

11.2. Nie ma jednej właściwej, nadrzędnej metody oświetlenia obiektu. Dobór metody jest kwestią indywidualną, zależną od zastosowania technologii, budżetu przedsięwzięcia, celów samej iluminacji czy przyjętej koncepcji oświetlenia. Wymaga się natomiast by przyjęta metoda oświetlenia realizowała wcześniej przyjęte założenia projektowe oraz w pełni realizowała przyjętą koncepcję oświetlenia dostosowaną do obiektu, przestrzeni, charakteru miejsca oraz kontekstu.

12. Wymagania normatywne i środowiskowe dla projektów iluminacji.

12.1. Projekt iluminacji należy opracować zgodnie z obowiązującymi normami i zaleceniami, w szczególności:

- PN-EN 13201 (części 1–5),
- PN-EN 12464-2,
- CIE 150:2017,
- PN-EN 12193 (jeżeli dotyczy),
- W przypadku braku jednoznacznych wytycznych normatywnych, projektant zobowiązany jest do przyjęcia indywidualnych założeń projektowych, uzasadnionych charakterem miejsca, funkcją przestrzeni oraz kontekstem środowiskowym.

12.2. Wymagania dotyczące kształtowania nocnego obrazu przestrzeni:

- 12.2.1. Projekt iluminacji musi uwzględniać parametry pionowe oświetlenia (E_v) jako istotny element kształtowania nocnego obrazu przestrzeni oraz komfortu użytkowników.
- 12.2.2. Projektant zobowiązany jest do zaprojektowania iluminacji w sposób świadomy kompozycyjnie, uwzględniający:
 - relacje przestrzenne,
 - percepcję architektury i zieleni,
 - wpływ światła na odbiór przestrzeni publicznych po zmroku.

12.3. Ograniczenie światła przeszkadzającego i zanieczyszczenia światłem

12.3.1. Projekt iluminacji musi spełniać wymagania dotyczące ograniczenia światła przeszkadzającego, w szczególności w zakresie:

- natężenia oświetlenia pionowego E_v ,
- luminancji elewacji budynków (L_b),
- światłości oprawy emitowanej w kierunkach niepożądanych (I),
- udziału światła emitowanego w górną półprzestrzeń (ULR).

12.3.2. Dla potrzeb projektu należy określić strefę środowiskową (E0–E4) zgodnie z klasyfikacją CIE 150:2017 / PN-EN 12464-2.

12.3.3. Przyjęte rozwiązania muszą spełniać maksymalne dopuszczalne wartości światła intruzyjnego dla danej strefy środowiskowej, zgodnie z obowiązującymi normami.

Strefa środowiskowa	Światło na nieruchomościach		Światłość oprawy oświetleniowej		światło emitowane w górę	Luminancja średnia (max)	
	E_v [lx]		I [cd]		ULR [%]	L_b [cd/m ²]	L_s [cd/m ²]
	przed czasem przyciemnienia	po czasie przyciemnienia	przed czasem przyciemnienia	po czasie przyciemnienia		fasada budynku	Znaki
E1	2	0	2500	0	0	0	50
E2	5	1	7500	500	5	5	400
E3	10	2	10000	1000	15	10	800
E4	20	5	25000	2500	25	25	1000

Tabela 2. Światło przeszkadzające – ograniczenie negatywnego wpływu światła na otoczenie i ludzi.

Gdzie:

E1 - oznacza z natury ciemne obszary, takie jak parki narodowe lub obszary chronione;

E2 - oznacza obszary o niskiej jasności dzielnic, takie jak obszary przemysłowe lub wiejskie obszary mieszkalne;

E3 - oznacza obszary o średniej jasności, takie jak przedmieścia przemysłowe lub mieszkalne;

E4 - reprezentuje obszary o wysokiej jasności, takie jak centra miast i obszary handlowe.
Ev - maksymalna wartość natężenia oświetlenia pionowego na właściwościach w lx;
I - natężenie światła każdego źródła w kierunku potencjalnie natarczywym w cd;
ULR - to część strumienia świetlnego opraw/y, która jest emitowana powyżej płaszczyzny poziomej, gdy oprawa/y jest(są) zamontowane w ich pozycji i położeniu zainstalowanym i podane w %;
Lb - maksymalna średnia luminancja elewacji budynku w cd-m-2;
Ls - maksymalna średnia luminancja znaków w cd-m-2;

12.4. Współczynnik utrzymania i obliczenia fotometryczne

12.4.1. Podczas projektowania należy dobrać właściwy do obszaru, urządzeń oraz planowanej konserwacji współczynnik utrzymania (MF).

12.4.2. Współczynnik utrzymania określany jest poprzez iloczyn czynników wpływających na zmniejszenie strumienia wydobywającego się z oprawy. Dla wykonania obliczeń fotometrycznych dokonuje się doboru współczynnika utrzymania na podstawie wzoru:

$$MF = LLMF \times LMF$$

Gdzie:

LLMF- współczynnik obniżania się strumienia świetlnego lamp– (Lamp Lumen Maintenance Factor),

LMF- współczynnika zabrudzania się opraw – (Luminaire Maintenance Factor).

12.4.3. Dobór współczynnika utrzymania powinien być oparty na informacjach i danych dotyczących stopnia zabrudzenia opraw oświetleniowych, wynikającego z charakteru środowiska, w którym są one eksploatowane, a także z uwzględnieniem szczelności opraw, rodzaju zastosowanych materiałów kloszy, wysokości i sposobu montażu oraz przyjętych harmonogramów czyszczenia i konserwacji.