

Załącznik do zaproszenia – Opis przedmiotu zamówienia

Dostawa, konfiguracja i uruchomienie bezprzewodowego, inteligentnego systemu sterowania iluminacją obiektową, opartego na technologii Bluetooth Mesh (SIG) - 41 szt. opraw ledowych.

1. Opis ogólny i Architektura Systemu

- **Topologia sieci:** Zdecentralizowana sieć typu Mesh. Każdy węzeł (kontroler/oprawa) musi działać jednocześnie jako odbiornik, nadajnik oraz repeater sygnału, eliminując ryzyko pojedynczego punktu awarii (Single Point of Failure).
- **Medium transmisyjne:** Bezprzewodowa komunikacja radiowa w paśmie **2.4 GHz (Bluetooth Low Energy - BLE)**.
- **Współpraca z oprawami:** System musi zapewniać płynne sterowanie oprawami LED w standardzie RGBW (Red, Green, Blue, White) poprzez dedykowane kontrolery współpracujące z protokołami sterowania DALI/DALI-2, 0-10V/1-10V lub bezpośrednio przez wbudowane moduły sterujące PWM.

2. Wymagania Techniczne i Sprzętowe (Hardware)

2.1. Kontrolery

- **Napięcie zasilania:** Kontrolery muszą być przystosowane do pracy z napięciem sieciowym 220-240V AC 50/60Hz lub napięciem bezpiecznym DC (zależnie od lokalizacji montażu).
- **Obsługa RGBW:** Kontroler musi posiadać minimum 4 niezależne kanały adresowalne (R, G, B, W) realizujące niezależne sterowanie natężeniem każdego z kanałów w zakresie 0-100%.
- **Pamięć nieulotna:** Każde urządzenie w sieci musi posiadać wbudowaną pamięć nieulotną, zachowującą stany pracy, harmonogramy oraz przypisane sceny w przypadku zaniku zasilania sieciowego.

3. Oprogramowanie i Funkcjonalność Programowania

3.1 Narzędzia Konfiguracyjne i Aplikacja Mobilna

- Konfiguracja systemu musi odbywać się za pomocą dedykowanej, bezpłatnej aplikacji mobilnej (dostępnej na systemy **iOS** oraz **Android**).

3.2 Tworzenie Scen i Programów Dynamicznych (Sterowanie RGBW)

- **Sterowanie Kolorami:** Pełna kontrola nad paletą barw RGB oraz niezależnym kanałem bieli (W), umożliwiające precyzyjne ustawienie temperatury barwowej bieli oraz nasycenia kolorów.
- **Sceny Statyczne:** Możliwość zdefiniowania minimum 16 statycznych scen świetlnych dla wybranych grup opraw lub całej iluminacji.
- **Programy dynamiczne (Animacje):** System musi umożliwiać tworzenie dynamicznych przejść (pętli) pomiędzy scenami z możliwością definiowania:
 - Czasu trwania danej sceny (Hold time).
 - Czasu płynnego przejścia/ściemniania pomiędzy kolorami (Fade time) w zakresie od 0.1 s do minimum 60 minut
 - Kierunku i sekwencji zmian dla poszczególnych stref iluminacji.

3.3 Harmonogramy i Zegar Astronomiczny

- **Zegar Astronomiczny:** System musi realizować funkcję zegara astronomicznego. Na podstawie wprowadzonych współrzędnych geograficznych (szerokość i długość geograficzna obiektu), system musi automatycznie obliczać godziny wschodu i zachodu słońca.

- **Harmonogramowanie:** Możliwość programowania zdarzeń w cyklu dobowym, tygodniowym oraz kalendarzowym (np. święta państwowe/okolicznościowe), Przykładowy algorytm pracy:
 - Zachód słońca: Uruchomienie programu dynamicznego RGBW na 100% mocy;
 - Godzina 23:00 (Cisza nocna): Przejście w energooszczędną scenę statyczną (np. tylko kanał W na 30% mocy;
 - Wschód słońca: Całkowite wyłączenie iluminacji.

4. Bezpieczeństwo i Zarządzanie Dostępem

4.1 Cyberbezpieczeństwo i szyfrowanie

- Komunikacja wewnątrz sieci Bluetooth Mesh musi być pełni szyfrowana przy użyciu algorytmu AES-128 (klucze sieciowe NetKey oraz aplikacyjne AppKey).
- Uniemożliwienie podsłuchu (eavesdropping) oraz ataków typu "man-in-the-middle" dzięki unikalnym kluczom szyfrującym generowanym podczas procedury tzw. provisioningu (parowania urządzeń).

4.2. Poziomy Uprawnień i Zabezpieczenia Dostępu

System musi oferować trójstopniowy podział uprawnień użytkowników zabezpieczony hasłami/kodami dostępu:

- **Administrator:** Pełne uprawnienia - dodawanie/usuwanie urządzeń, zmiana topologii sieci, programowanie scen i harmonogramów, zarządzanie kontami użytkowników.
- **Manager/Operator:** Uprawnienia do ręcznej zmiany scen, modyfikacji istniejących harmonogramów czasowych, wymuszanie stanów pracy.
- **Użytkownik końcowy (Główny profil):** Dostęp ograniczony wyłącznie do wywoływania wcześniej zdefiniowanych scen (np. włącz/wyłącz, zmiana programu na "Świąteczny") bez możliwości modyfikacji struktury systemu.

5. Charakterystyka oprawy świetlnej ledowej

5.1 Parametry elektryczne i funkcjonalne

Oprawa montowana w sposób natynkowy. Wyposażona w moduł LED ze zintegrowanym w jednym chipie ledowym 4 diodami led w systemie RGBW. Skuteczność świetlna oprawy dla świecenia RGBW min. 51.00 (lm/W). Klasa energetyczna oprawy G (wg rozporządzenia (UE)2019/2015). Strumień świetlny oprawy dla świecenia wszystkimi 4 diodami barw ≥ 1780 (lm). Moc znamionowa oprawy ≤ 35.00 (W). Napięcie zasilania w zakresie 220-240 (V). Częstotliwość zasilania 50Hz. Prąd rozruchowy $\leq 170/580$ (A/us). Klasa ochronności I. Całkowite zniekształcenie harmoniczne THD $\leq 10\%$. Wbudowane zabezpieczenie przeciwprzepięciowe na poziomie ≥ 4 (kV). Temperatura barwowa dla światła białego CCT = 5500°K. Oprawa wyposażona w zasilacz PWM z systemem sterowania opartym o protokół Bluetooth. Oprawa ma być kompatybilna z systemem sterowania Bluetooth pozwalającym na indywidualne sterowanie i programowanie.

Zasilacz i sterownik w obudowie oprawy oświetleniowej.

5.2 Parametry świetlne

Kąt rozsyłu połówkowy ISO Odchylenie standardowe dopasowania kolorów SDCM ≤ 6 . Współczynnik migotania światła $\leq 5\%$. Nominalny okres trwałości źródła światła potwierdzony certyfikatem LM80 wynosi dla L70B50 ≥ 80000 (h), dla L80B20 ≥ 50000 (h), dla L90B10 ≥ 24000 (h).

5.3 Parametry mechaniczne

Wymiary oprawy nie większe niż: 290/250/60 (mm). Waga netto jednej oprawy nie większa niż 3,00kg. Materiał klosza: szkło hartowane. Rodzaj klosza: transparentny. Materiał korpusu: aluminium. Kolor

korpusu: RAL7016. Stopień szczelności $\geq$ IK10, badanie przeprowadzone zgodnie z normą PN-EN 60568-1. stopień szczelności $\geq$ IP67, badanie przeprowadzone zgodnie z normą PN-EN 60598-1. Oprawa przystosowana do pracy w zakresie temperatur min.: od -20 do +35 (°C). Oprawa powinna posiadać certyfikat odporności na warunki środowiskowe C5.

5.4 Certyfikaty

Wyrób winien spełniać normę PN-EN 60598-1 wymaganą Dyrektywą Unii Europejskiej – posiadać oznaczenie CE. Oprawa musi spełniać normę PN-EN 62471 „Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych”, grupa RG1 (niskie ryzyko). Oprawa powinna być wyprodukowana zgodnie ze zintegrowanym systemem zarządzania obejmującym co najmniej: System Zarządzania jakością zgodny z normą ISO 9001:2015. System Zarządzania Środowiskowego zgodny z normą ISO 14001:2015. System Zarządzania Energią zgodny z normą ISO 50001:2018. Oprawa musi spełniać wymogi PN-EN 60598-2 cz. 5 oprawa klasyfikowana jako projektor iluminacyjny.

6. Gwarancja i termin realizacji

6.1 Gwarancja

5 lat.

6.2 Termin realizacji

80 dni od daty zawarcia umowy