

Audyt majątku oświetleniowego na terenie Gminy Naruszewo



Zamawiający:

Gmina Naruszewo

Naruszewo 19A. 09-152 Naruszewo

pow. płoński, woj. mazowieckie

Wykonawca:

TOMEL Usługi elektryczne Tomasz Flak

ul. 3 Maja 9 lok. 16, 09-402 Płock

Opracował:

mgr inż. Grzegorz Bartczak

Uprawnienia audytora energetycznego ZAE nr 2150

mgr inż. Tomasz Flak

Uprawnienia do projektowania i kierowania robotami budowlanymi
bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i
urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych

Nr. ewidencyjny **MAZ/0534/PWOE/14**

Płock, lipiec-sierpień 2024

Spis treści

1. CZEŚĆ OPISOWA.....	4
1.1. Przedmiot i zakres opracowania	4
1.2. Podstawa opracowania audytu	5
1.3 Cel audytu	5
1.4 Lokalizacja i zakres obiektów objętych audytem.....	6
1.5 Podstawy prawne i normalizacyjne.....	10
1.5.1. Ustawy, rozporządzenia i obwieszczenia	10
1.5.2. Norma PN-EN 13201:2016 Oświetlenie dróg i wytyczne do projektowania	11
1.5.3. Dyrektywy i normy związane.....	14
1.6 Wyniki inwentaryzacji	14
1.6.1. Charakterystyka i stan systemu oświetleniowego	15
1.6.2. Szafy oświetleniowe, zasilanie i układ sieci.....	17
1.6.3. Słupy i konstrukcje wsporcze	19
1.6.4. Oprawy oświetleniowe	20
1.6.5. Wnioski z inwentaryzacji	21
1.7. Planowana modernizacja	22
1.7.1. Podstawa prawna do realizacji prac instalacyjno-montażowych.....	22
1.7.2 Dobór klas oświetleniowych.....	23
1.7.3 Minimalne parametry opraw oświetleniowych LED	27
1.7.4. Obliczenia fotometryczne i dobór opraw LED	32
1.7.5. Wymagania dla rozwiązań równoważnych.....	33
1.7.6. Oszczędność energii, redukcja mocy i warianty modernizacji	35
1.7.7. Zestawienie prac modernizacyjnych i pozostałe aspekty techniczne.....	39
1.7.8. Uwagi końcowe.....	41
2. CZEŚĆ OBLICZENIOWA.....	43
2.1. Analiza energetyczna i efekt ekologiczny.....	43
2.1.1. Zmniejszenie mocy zainstalowanej.....	43

2.1.2. Efekt ekologiczny w wariancie optymalnym modernizacji.....	45
2.2. Roczne oszczędności kosztów energii.....	46
2.3. Analiza finansowa wariantów modernizacji	46
3. Spis załączników.....	49
4. Spis tabel i rysunków	49

1. CZĘŚĆ OPISOWA

1.1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest audyt z majątku oświetleniowego na terenie Gminy Naruszewo sporządzony na potrzeby przygotowania i wykonania inwestycji pn. **„Podniesienie standardu usługi oświetleniowej na terenie Gminy Naruszewo”** zgodnie z założeniami dziewiątej edycji programu Polski Ład „Rozświećmy Polskę” wymiany oświetlenia drogowego na energooszczędne.

Raport z audytu wykonany dla Gminy Naruszewo (Inwestor) obejmuje zakres rzeczowy z wykonanego audytu majątku oświetleniowego stawającego własność ENERGA Oświetlenie Sp. z o.o. zgodnie w wytycznymi zawartymi pomiędzy stronami w umowie dzierżawy majątku oświetleniowego oraz świadczenia usługi oświetleniowej.

Niniejsze opracowanie obejmuje swoim zakresem:

- inwentaryzacje stanu aktualnego istniejącego systemu oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Naruszewo,
- zlokalizowanie punktów świetlnych wraz z określeniem geometrii zawieszenia opraw, konstrukcji wsporczych dróg oraz szaf sterujących,
- ocenę jakości oświetlenia dróg wraz ze wskazaniem rozwiązań zgodnych z obowiązującymi normami, a w szczególności wymogami normy PN-EN 13201 Oświetlenie dróg,
- ocenę stanu technicznego urządzeń wraz z określeniem zakresu prac modernizacyjnych,
- analizę techniczno-ekonomiczną pod kątem zmniejszenia zużycia energii elektrycznej i kosztów utrzymania oświetlenia dla dwóch wariantów realizacji modernizacji oświetlenia dróg.
- określenie efektu ekologicznego dla optymalnego wariantu modernizacji oświetlenia ulicznego.
- wskazanie rozwiązania optymalnego modernizacji oświetlenia ulicznego umożliwiającego podniesienie standardu usługi oświetleniowej i osiągnięcia zakładanych celów
- wskazanie sposobu i zakresu przeprowadzenia modernizacji oświetlenia zgodnie z założeniami dziewiątej edycji programu Polski Ład „Rozświećmy Polskę”

Zgodnie z regulaminem programu „Rozświećmy Polskę” dofinansowaniem jest objęty Przedmiot Inwestycji który stanowi modernizacja istniejącego na terenie gminy oświetlenia, o którym mowa w art. 3 pkt 22 oraz art. 18 ust. 1 pkt 3 ustawy – Prawo energetyczne, polegająca na wymianie opraw nieenergooszczędnych na nowe oprawy. Modernizacja opierać się będzie na wykorzystaniu istniejącej infrastruktury przy spełnieniu normy PN-EN 13201.

1.2. Podstawa opracowania audytu

Audyt opracowano na podstawie:

1. Zlecenie od Zamawiającego (Inwestora)
2. Umowa najmu majątku oświetleniowego zawarta pomiędzy Gminą Naruszewo a ENERGA Oświetlenie Sp. z o.o.
3. Wymagania techniczne określone przez ENERGA Oświetlenie Sp. z o.o. (Załącznik nr 3)
4. Regulamin Dziewiątej Edycji Naboru Wniosków o dofinansowanie Polski Ład „Rozświećmy Polskę” z dnia 28 sierpnia 2023r
5. wizja lokalna w terenie

1.3 Cel audytu

Nadrzędnym celem niniejszego opracowania jest poprawa jakości oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Naruszewo zgodnie z wymaganiami określonych w Normie Polskiej przenoszącej normę europejską PN-EN 13201 (Oświetlenie Dróg Publicznych) zbadanie możliwości obniżenia mocy i energochłonności zainstalowanych opraw oświetleniowych, oraz wskazanie możliwych wariantów rozwiązań prowadzących do określonych celów takich, jak:

- optymalizacja kosztów ponoszonych przez Gminę na energię elektryczną i konserwację,
- zmniejszenie wydatków na energię, dzięki zastosowaniu nowoczesnych, energooszczędnych rozwiązań w zakresie urządzeń oświetleniowych oraz systemów redukcji, sterowania i zarządzania oświetleniem.
- redukcja emisji CO₂ odprowadzanego do atmosfery, związana z ograniczeniem zapotrzebowania systemu oświetleniowego na energię elektryczną.

Osiągnięcie tych celów jest możliwe dzięki połączeniu zastosowania najnowocześniejszych rozwiązań w dziedzinie oświetlenia ulicznego oraz systemów redukcji mocy, zarządzania systemem oświetleniowym z prawidłowym procesem projektowania oświetlenia, opartym na obliczeniach komputerowych.

Rezultatem przeprowadzonych działań audytowych jest określenie oraz przekazanie Zamawiającemu zaleceń i wskazań, co do:

- rozwiązań podnoszących standard usługi oświetleniowej w Gminie
- poprawy stanu technicznego obecnego systemu oświetlenia
- wyboru optymalnego rozwiązania technicznego,
- sposobu zorganizowania procesu modernizacji systemu oświetlenia
- opracowanie dokumentacji zgodnie z założeniami dziewiątej edycji programu Polski Ład „Rozświećmy Polskę”

1.4 Lokalizacja i zakres obiektów objętych audytem

Audytem objęty został majątek oświetleniowy znajdujący się na obszarze administracyjnym Gminy Naruszewo, dla którego przeprowadzono inwentaryzację stanu istniejącego oświetlenia drogowego i opracowano warianty modernizacji uwzględniające zastosowanie energooszczędnych opraw w technologii LED.

Gmina Naruszewo to gmina wiejska położona w województwie mazowieckim, w powiecie płońskim. Gmina ma obszar prawie 160 km² czyli powyżej przeciętnej powierzchni gmin wiejskich w województwie i jest zamieszkiwana przez ok. 6 240 osób. Użytki rolne stanowią ok. 77% powierzchni gminy zaś użytki leśne ok. 17%.

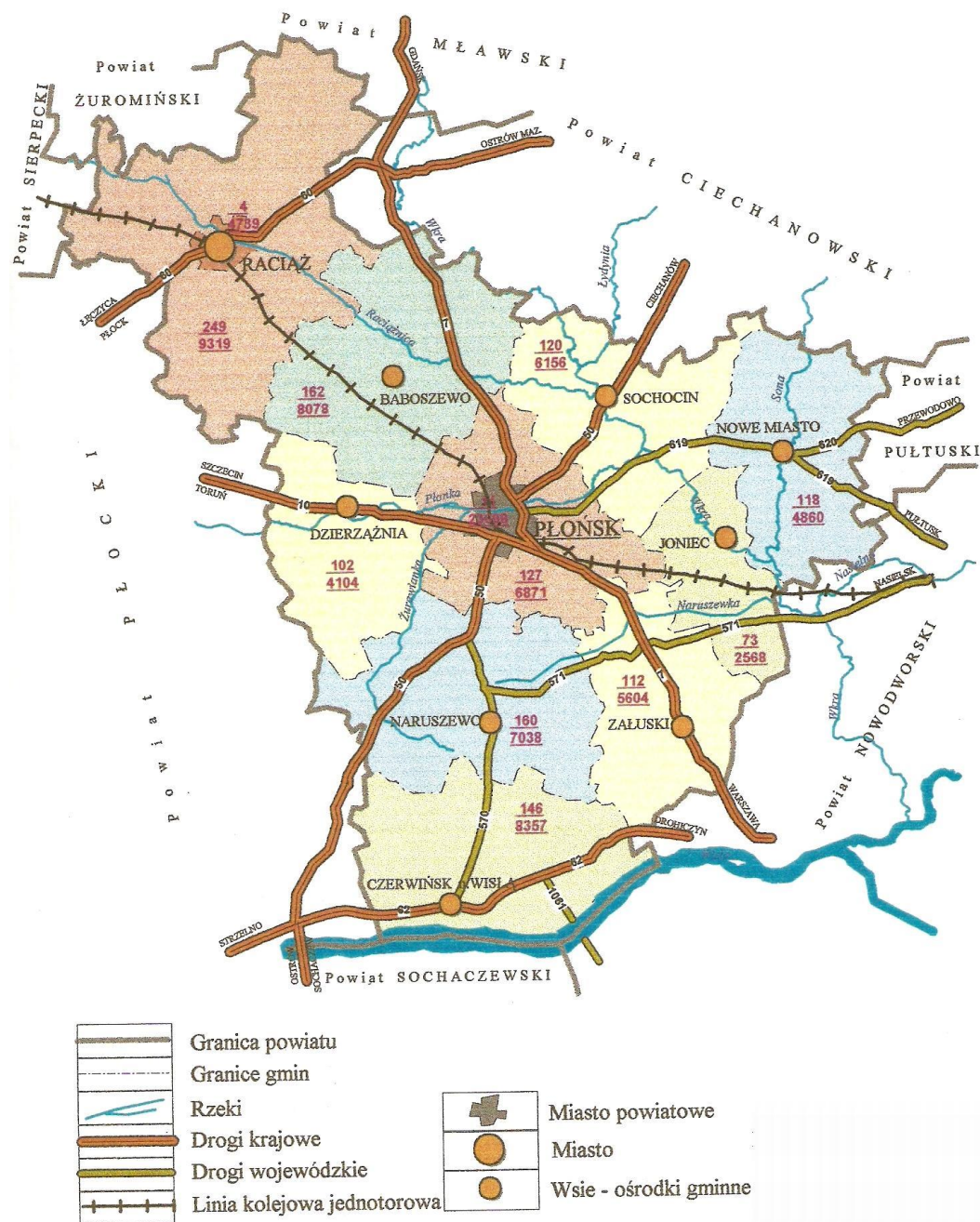


Rysunek 1 Mapa Gminy Naruszewo (Źródło: Open Street Map)

Jeżeli chodzi o położenie i układ komunikacyjny Gminy Naruszewo to leży ona w odległości około 45 km na północ od Warszawy i w zasięgu oddziaływania miasta powiatowego Płońsk. Odległość ośrodka gminnego od Płońska, a tym samym od dróg krajowych nr 7 i 10 oraz linii kolejowej relacji Nasielsk – Sierpc – Toruń wynosi ok. 11 km. Przez teren gminy, z północy na południe przebiega droga krajowa nr 50 Ciechanów – Płońsk – Sochaczew – Ostrów Maz. Droga ta jest osią komunikacyjną gminy - łączy teren gminy z Płońskiem, Wyszogrodem (23 km) oraz Sochaczewem (ok. 45 km) i wraz z drogami wojewódzkimi nr 570 i 571, stanowi podstawowe powiązanie obszaru gminy i wsi gminnej z terenami zawięzycznymi. Duże znaczenie

w powiązaniach zewnętrznych gminy odgrywa również droga powiatowa nr 07793 Trębki – Kamienica – Naruszewo (łąącząc teren gminy z drogą krajową nr 7).

POWIAT PŁOŃSKI



Rysunek 2 Układ drogowy Gminy Naruszewo (Źródło: Materiały własne Urzędu Gminy w Naruszewie)

W granicach gminy Naruszewo znajdują się łącznie 42 miejscowości. Największymi pod względem zaludnienia miejscowościami są: Nacpolsk – 727 osób, Zaborowo – 591 osób, Radzymin – 429 osób. Miejscowość gminna – Naruszewo liczy 397 mieszkańców. Gmina sąsiaduje z 4 gminami powiatu płońskiego: Dzierżążnia, Płońsk, Załuski i Czerwińsk nad Wisłą oraz z 3 gminami powiatu plockiego: Wyszogród, Mała Wieś i Bulkowo.

Audytem objęto wskazane przez Zamawiającego oprawy oświetleniowe zgodnie z wykazem majątku oświetleniowego ENERGA Oświetlenie Sp. z o.o. znajdujące się w 32 miejscowościach na terenie Gminy Naruszewo w łącznej ilości 583 szt. których modernizacja jest Przedmiotem Inwestycji.

L p.	Miejscowość	Łączna ilość opraw
1	Beszyno (wieś)	5
2	Dłutowo (wieś)	8
3	Drochowo (wieś)	5
4	Drochówka (wieś)	17
5	Januszewo (wieś)	16
6	Kozarzewo (wieś)	22
7	Krysk (wieś)	9
8	Łazęki (wieś)	8
9	Nacpolsk (osada)	37
10	Naruszewo (wieś)	84
11	Nowy Krysk (wieś)	8
12	Nowy Nacpolsk (wieś)	10
13	Pieścidla (wieś)	18
14	Postróże (wieś)	17
15	Radzymin (wieś)	35
16	Radzyminek (wieś)	11
17	Rąbież (wieś)	16
18	Skarboszewo (wieś)	5
19	Skwary (wieś)	11
20	Sobanice (wieś)	30
21	Sosenkowo (wieś)	18
22	Srebrna (wieś)	21
23	Stachowo (wieś)	7
24	Stary Nacpolsk (wieś)	7
25	Strzembowo (wieś)	29
26	Wichorowo (wieś)	8
27	Wola-Krysk (wieś)	24
28	Wronino (wieś)	11
29	Wróblewo (wieś)	8
30	Zaborowo (wieś)	46
31	Żukowo (wieś)	12
32	Żukówek (osada)	20
RAZEM		583

Tabela 1 Ilość opraw oświetleniowych w poszczególnych miejscowościach (Opracowanie własne)

Audyt opracowano przy założeniu wymiany istniejących opraw oświetleniowych na energooszczędne rozwiązania, bez wymiany wysięgników oraz układów sterowania oświetleniem ulicznym w szafach oświetleniowych.

Stan systemu oświetleniowego na terenie Gminy został określony na podstawie wizji lokalnej i inwentaryzacji z natury. Na wskazanym terenie zweryfikowano ilości i stan opraw oświetleniowych, położenie i stan konstrukcji wsporczych i słupów z siecią oświetleniową a także zidentyfikowano wybrane szafy sterujące i stacje zasilające oświetlenie drogowe według wykazu majątku oświetleniowego stanowiącego własność ENERGA Oświetlenie Sp. z o.o.

Drogi i infrastruktura oświetlenia na terenie Gminy zostały określone parametrycznie co do geometrii. Pomocniczo dane o położeniu wybranych opraw ustalono dzięki zastosowaniu Globalnego Systemu Pozycjonowania (GPS) oraz Geograficznych Systemów Informacyjnych (GIS).

Na kolejnym etapie ustalono na podstawie funkcji w ruchu komunikacyjnym, obserwacji natężenia ruchu i rodzaju użytkowników - kategorii oświetleniowych dla poszczególnych jednorodnych odcinków ulic i dróg. Wyznaczono kategorie oświetleniowe zgodnie z PN-EN 13201- 1. W ten sposób określono reprezentatywne sytuację drogową dla których wykonano obliczenia oświetlenia z wykorzystaniem ogólnodostępnego programu do projektowania oświetlenia DIALux. W obliczeniach nowego oświetlenia dróg na terenie Gmin Naruszewo uwzględniono rozwiązania technologiczne właściwe dla nowoczesnych, energooszczędnych opraw typu LED, których parametry i charakterystyki fotometryczne (rozsył światła) zapewnią odpowiednie warunki oświetleniowe na danej drodze.

W oparciu o dokonany dobór opraw oświetleniowych obliczono rzeczywistą moc systemu oświetleniowego po modernizacji oraz oszacowano oszczędności energii elektrycznej dla dwóch wariantów modernizacji z uwzględnieniem nocnej redukcji mocy pozwalającej na uzyskanie dodatkowych oszczędności.

Pozyskane dane ekonomiczne dotyczące wydatków Gminy na usługę oświetleniową obejmującą eksploatację oświetlenia (energia elektryczna i konserwacja), a także bilanse mocy systemu przed i po modernizacji, pozwoliły na wykonanie analizy ekonomicznej potwierdzającej korzyści finansowe z przeprowadzenia inwestycji.

W analizie techniczno-ekonomicznej uwzględniono roczny czas świecenia opraw na poziomie 4 150 godzin **zgodnie z rozporządzeniem Ministra Energii z dnia 5 października 2017 roku /Dz.U. 2017 poz. 1912/, w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii, tabela 6.**

Analizę oddziaływania na środowisko przeprowadzono z Dyrektywą dotyczącą „Oceny Wpływu na Środowisko” 85/337/EEC znowelizowaną przez Dyrektywę 97/11/EC – COM (1993) 575.

Przyjęto wartości wskaźnika emisji CO₂ opracowywane na rok sporządzenia świadectwa przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, zgodnie z art. 3 ust. 2 pkt 8 ustawy z dnia 17 lipca 2009 r. o systemie zarządzania emisjami gazów cieplarnianych i innych substancji (Dz. U. z 2015 r. poz. 2273). **Referencyjny wskaźnik jednostkowej emisyjności dwutlenku węgla przy produkcji energii elektrycznej do wyznaczania poziomu bazowego dla projektów realizowanych w Polsce – 685 Mg CO₂ / MWh opublikowany przez KOBiZE w grudniu 2023r.**

1.5 Podstawy prawne i normalizacyjne

Za podstawę opracowania niniejszego audytu służyły poniższe akty prawne tj. ustawy, rozporządzenia oraz polskie normy dotyczące regulacji charakterystycznych dla oświetlenia drogowego:

1.5.1. Ustawy, rozporządzenia i obwieszczenia

- Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. Prawo energetyczne (Dz.U.2024.266 t.j)
- Ustawa Prawo Budowlane (Dz. U. z 2023 poz. 682 z późn. zm.).
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowania (Dz.U.2016 poz.124),
- Ustawa z dnia 20 maja 2016 r. o efektywności energetycznej (Dz.U.2016 poz.831),
- Obwieszczenie Ministra Energii z dnia 23 listopada 2016 r. w sprawie szczegółowego wykazu przedsięwzięć służących poprawie efektywności energetycznej (MP 2016 poz.1184),
- rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 02.03.1999r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie (§109.1 pkt 2, 6, 7, § 109.4 pkt 1, § 109.6);
- rozporządzenia Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30.05.2000r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (§ 287.1 pkt 3a);
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz.U.2017 poz.1912),
- Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami, Wskaźniki emisyjności CO₂, SO₂, NO_X, CO i pyłu całkowitego dla energii elektrycznej na podstawie informacji zawartych w Krajowej bazie o emisjach gazów cieplarnianych i innych substancji za 2020 rok opublikowane w grudniu 2021 roku.

- Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego;
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Gospodarki Morskiej w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej z dnia 2 września 2004r. (Dz.U. z 2021 poz. 2454)
- Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej ENERGA Operator S.A.;
- Instrukcja organizacji bezpiecznej pracy przy urządzeniach energetycznych w ENERGA Operator S.A.;

1.5.2. Norma PN-EN 13201:2016 Oświetlenie dróg i wytyczne do projektowania

Podstawą do projektowania i oceny oświetlenia terenów zewnętrznych, w tym głównie dróg i ulic są europejskie normy EN 13201 obejmują 5 arkuszy, których wykaz wskazano w poniższej tabeli.

PKN-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.

Tabela 2 Normy stosowane przy projektowaniu oświetlenia drogowego

Opublikowaniu przez PKN w lutym i w marcu 2016 r. tych norm towarzyszyło wycofaniu 4 arkuszy poprzednich norm 13201 z 2007 roku. Nowe normy wprowadziły zmiany w procedurze doboru klas oświetlenia, będących podstawą do projektowania. Zmieniono oznaczenia klas oświetlenia dróg oraz szereg terminów i definicji, wprowadzono nowe pojęcia, m.in. „oświetlenia adaptacyjnego”, wprowadzono szersze wymagania dotyczące klas ograniczenia oślnienia i światła przeszkadzającego.

Zmiany norm serii 13201 są związane z rozwojem techniki oświetleniowej oraz rosnącymi wymaganiami, co do parametrów ilościowych i jakościowych światła w przestrzeniach publicznych. Oświetlenie drogowe pełni coraz bardziej doceniana rolę jako elementu bezpieczeństwa ruchu drogowego przy zachowaniu swojej podstawowej funkcjonalności, czyli zapewnienia odpowiednich ilościowych i jakościowych parametrach oświetlenia przestrzeni zewnętrznej. Jednocześnie oświetlenie drogowe stało się elementem architektury miast i gmin

oraz tworzy obraz wieczorno-nocny przestrzeni urbanistycznej, zmieniający się autonomicznie lub w sposób określony do zadanych potrzeb. Mówimy wtedy o tzw. inteligentnym oświetleniu drogowym, upatrując w tym również ograniczenia kosztów utrzymania instalacji oświetlenia drogowego.

Nowoczesne projektowanie oświetlenia drogowego powinno uwzględniać następujące kryteria wyboru nowego rozwiązania, które musi być podporządkowane naczelnej zasadzie zapewnienia **spełnienia wymagań oświetleniowych zawartych w aktualnych normach PN-EN 13201:**

- możliwie niskie zużycie energii na potrzeby oświetleniowe,
- możliwie najniższe koszty eksploatacji instalacji oświetleniowej,
- zapewnienie wymaganej funkcjonalności oświetlenia,
- zapewnienie bezpiecznego poruszania się przez wszystkich użytkowników.

Parametry i kryteria w oświetleniu dróg

Zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami – podstawą do przyjęcia założeń modernizacji dróg komunikacyjnych, jest przypisanie kategorii oświetlenia do klasy dróg.

Zgodnie z przywołanymi normatywami wyszczególni można następujące klasy:

- klasa oświetlenia M
- klasa oświetlenia C
- klasa oświetlenia P

Klasy oświetlenia M dotyczą ciągów komunikacyjnych dla użytkowników zmotoryzowanych poruszających się z prędkością :

- bardzo wysoką $v \geq 100$ km/h,
- wysoką $70 < v < 100$ km/h, • umiarkowaną $40 < v \leq 70$ km/h,
- niską ≤ 40 km/h.

Szczegółowe parametry klasy oświetlenia M wskazano w poniższej tabeli.

Klasa	Parametry oświetlenia drogi dla warunków suchych i mokrych				Olśnienie przeszkadzające	Oświetlenie pobocza
	Warunki suche			Warunki Mokre	Warunki suche	
	L_{sr} [cd/m ²] (ekspl.min)	U_o [-] (min)	U_l [-] (min)	U_{ow} [-] (min)	f_{π} [%] (max)	R_{ei} (min)
M1	2,00	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M2	1,50	0,40	0,70	0,15	10	0,35
M3	1,00	0,40	0,60	0,15	15	0,30

M4	0,75	0,40	0,60	0,15	15	0,30
M5	0,50	0,35	0,40	0,15	15	0,30
M6	0,30	0,35	0,35	0,15	20	0,30

Tabela 3 Klasy oświetlenia M [wg PN-EN 13201-2:2016]

Klasy oświetlenia C są przeznaczone również dla użytkowników zmotoryzowanych, ale poruszających się po obszarze ze strefami konfliktowymi, czyli tam, gdzie krzyżują się strumienie ruchu różnych użytkowników.

Klasa	Poziome natężenie oświetlenia	
	E_{sr} [lx] (ekspl.min)	U_o [-] (min)
C0	50	0,40
C1	30	0,40
C2	20	0,40
C3	15	0,40
C4	10	0,40
C5	7,5	0,40

Tabela 4 Klasy oświetlenia C [wg PN-EN 13201-2:2016]

Klasy oświetlenia P są przeznaczone dla pieszych i rowerzystów poruszających się po chodnikach i ścieżkach rowerowych, korzystających z pasów postojowych i innych obszarów drogi, które są położone równoległe do jezdni lub od niej oddalone.

Klasa	Poziome natężenie oświetlenia		Pionowe natężenie oświetlenia (wymagania dodatkowe)	
	E_{sr} [lx] (ekspl.min)	E_{min} [lx] (ekspl.)	$E_{v.min}$ [lx] (ekspl.)	$E_{sc.min}$ [lx] (ekspl.)
P1	15,0	3,0	5,0	5,0
P2	10,0	2,0	3,0	2,0
P3	7,5	1,5	2,5	1,5
P4	5,0	1,0	1,5	1,0
P5	3,0	0,6	1,0	0,6
P6	2,0	0,4	0,6	0,2
P7	brak wymagań	brak wymagań		

Tabela 5 Klasy oświetlenia P [wg PN-EN 13201-2:2016]

1.5.3. Dyrektywy i normy związane

- Dyrektywa LVD
- PN-EN 60598-1 Oprawy oświetleniowe. Wymagania ogólne i badania
- PN-EN 61347-2-13 Urządzenia do lamp: Wymagania szczegółowe dotyczące elektronicznych urządzeń sterujące zasilanych prądem stałym lub przemiennym do modułów LED
- PN-EN 62471 Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych
- PN-EN 62031 Moduły LED do ogólnych celów oświetleniowych wymagania bezpieczeństwa
- Dyrektywa EMC
- PN-EN 55015 Poziomy dopuszczalne i metody pomiarów zaburzeń radioelektrycznych wytwarzanych przez elektryczne urządzenia oświetleniowe i urządzenia podobne
- PN-EN 61000-3-2 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część3-2: Dopuszczalne poziomy. Dopuszczalne poziomy emisji harmonicznego prądu (fazowy prąd zasilający odbiornika < lub = 16 A) (Zmiana A2)
- PN-EN 61000-3-3 Kompatybilność elektromagnetyczna – Dopuszczalne poziomy – Ograniczenia wahań napięcia i migotania światła powodowanych przez odbiorniki oprądzie znamionowym < lub = 16 A w sieciach zasilających niskiego napięcia
- PN-EN 61547 Sprzęt do ogólnych celów oświetleniowych. Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej
- Dyrektywa RoHS

1.6 Wyniki inwentaryzacji

Na terenie Gminy Naruszewo zlokalizowano zgodnie z tabelami inwentaryzacyjnymi łącznie 583 punkty świetlne, rozmieszczone w 32 miejscowościach. System oświetlenia ulicznego w zdecydowanej większości wykorzystuje słupy i wspólne linie elektroenergetyczne należące do zakładu energetycznego tj. ENERGA Operator SA. Występują pojedyncze sytuacje, w których oprawy oświetleniowe zamontowane są na dedykowanych konstrukcjach na liniach do tego celu wydzielonych. Dedykowana infrastruktura oświetleniowa tj. oprawy oświetleniowe, konstrukcje wsporcze, szafki oświetleniowe należą do ENERGA Oświetlenie Sp. z o.o. która to firma świadczy kompleksową usługę oświetleniową na rzecz Gminy i jej mieszkańców.

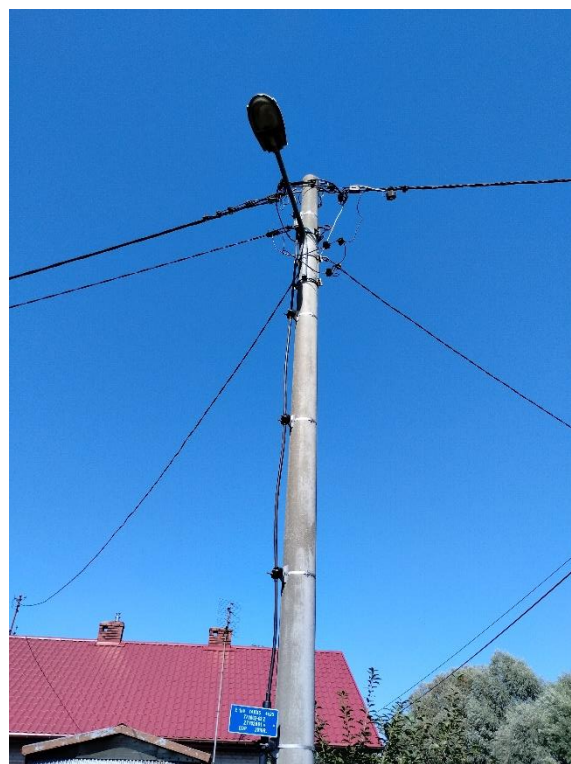
Gmina Naruszewo nie posiada własnego majątku oświetleniowego, który mógłby być przedmiotem niniejszego opracowania a tym samym Przedmiotem Inwestycji. Diagnozę stanu poszczególnych elementów systemu, zebrane dane na podstawie których określono typy i ilości opraw do wymiany przedstawiono w tabelach inwentaryzacyjnych w kolejnych rozdziałach.

1.6.1. Charakterystyka i stan systemu oświetleniowego

System oświetleniowy w Gminie Naruszewo zbudowany jest na bazie infrastruktury elektroenergetycznej linii średniego i niskiego napięcia doprowadzającej energię elektryczną do odbiorców końcowych. Praktycznie wszystkie linie oświetleniowe to linie napowietrzne poprowadzone pod liniami abonenckim ze wspólnym przewodem PEN co jest typowe dla budowanych w przeszłości sieci nn na terenach wiejskich. Łączna długość oświetleniowych linii napowietrznych na terenie Gminy to prawie 62 km. Najczęściej występują linie prowadzone przewodami gołymi Al. w układzie płaskim, poziomym zawieszone na energetycznych żerdziach typu ŻN. Stan tych konstrukcji można określić co najwyżej jako przeciętny. Miejscami linie gołe zastąpione zostały przewodami izolowanymi co większości było elementem przebudowy lub budowy nowych linii zasilających z wykorzystaniem słupów wirowanych typu E.



Rysunek 3 Oprawa zawieszona na słupie typu ŻN pod nieizolowaną linią abonencką (Strzembowo)



Rysunek 4 Oprawa zawieszona na żerdzi wirowanej pod linią izolowaną (Nowe Naruszewo)

Skutkiem takiej budowy systemu oświetleniowego jest brak możliwości właściwego doświetlenia części z dróg z uwagi na zbyt oddalone od krawędzi jezdni położenie słupów z oprawami lub wręcz umiejscowienie ich daleko poza pasem drogowym (na terenie przebiegającym przez użytki rolne lub zabudowania i tereny prywatne). W konsekwencji spełnienie wymogów normy oświetleniowej dla części z odcinków drogowych bez budowy dedykowanej infrastruktury oświetleniowej nie jest możliwe. W takiej sytuacji przy ocenie zasadności stosowania oświetlenia i doborze rozwiązania należy się kierować podejściem praktycznym mającym na względzie nie tylko wymagania normy ale również kluczowe aspekty

użytkowe tj. zapewnienie bezpieczeństwa pieszych. W niektórych przypadkach zasadnym będzie zmiana lokalizacji oprawy w obrębie danej miejscowości, bliżej drogi i zabudowań (ok. 30 lokalizacji)



Rysunek 6 Słup z oprawą oświetleniową posadowiony na terenie posesji prywatnej



Rysunek 5 Oprawa oświetleniowa zawieszona na słupie znajdującym się zbyt daleko od drogi

Za zasadne również uznać należy zagęszczenie opraw na niektórych odcinkach, przy których oprawy znajdują się na co drugiej, trzeciej żerdzi poprzez dowieszenie opraw na pozostałych słupach. Pozwoliłoby to na zwiększenie równomierności oświetlenia a tym samym poprawę bezpieczeństwa ruchu. Działanie takie nie jest jednak objęte Przedmiotem inwestycji i stanowi raczej rekomendację i kierunek dalszej modernizacji systemu oświetleniowego w przyszłości.

Należy ponadto zwrócić uwagę, że część zastosowanych konstrukcji wsporczych tj. wysięgników nie zapewnia należytego wysięgu (wysunięcia) oprawy w stronę jezdni gdyż są zbyt krótkie na potrzeby zastosowania opraw typu LED (ok. 150 sytuacji). Często też wysięgniki te charakteryzują się zbyt dużym kątem rozwarcia, przez co poprawne ustawienie nowej oprawy LED równoległe do płaszczyzny jezdni (kąt zerowy) wiązać się będzie z koniecznością zastosowania oprawy z uchwytem o dużym zakresie regulacji.

W okresie wiosenno-letnim w którym przeprowadzono audyt dość zauważalne było nadmierne zagęszczenie roślinności i gałęzi drzew w pobliżu miejsc zawieszenia opraw co



Rysunek 7 Oprawa zamocowana na krótkim wysięgniku, zbyt daleko od krawędzi jezdni, linia nieizolowana (Nowe Naruszewo)

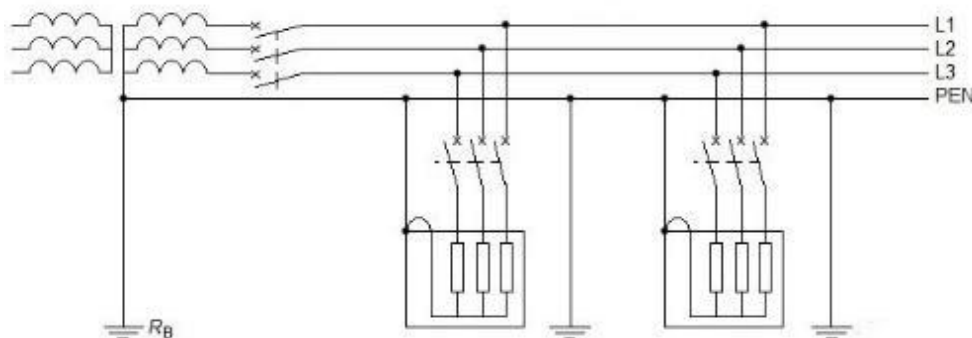


Rysunek 8 Oprawa zamocowana na krótkim wysięgniku we właściwej odległości do krawędzi jezdni, linia izolowana (Radzyminek)

znacząco ograniczało możliwości właściwego rozsyłu światła przez te urządzenia. W ramach czynności modernizacyjnych koniecznym jest przycinka roślinności w ok. 50 punktach.

1.6.2. Szafy oświetleniowe, zasilanie i układ sieci

Zasilanie obwodów oświetleniowych znajdujących się na terenie Gminy Naruszewo doprowadzone jest z lokalnych napowietrznych stacji transformatorowych SN/nn poprzez rozdzielnie zasilające nn. Za zabezpieczenie i sterowanie obwodami oświetleniowymi odpowiadają wiszące szafy oświetleniowe SO, umieszczone zazwyczaj u stopy danej stacji transformatorowej, na początku obwodów lub w miejscach podziału sieci nn.



Rysunek 9 Przykładowy schemat układu sieci typu TN-C

W części przypadków system sterowany z tablic oświetleniowych TO umiejscowionych w rozdzielni głównej nn tuż przy stacji transformatorowej lub obok nich. Wszystkie stacje wykonane są w układzie sieciowym typu TN-C.

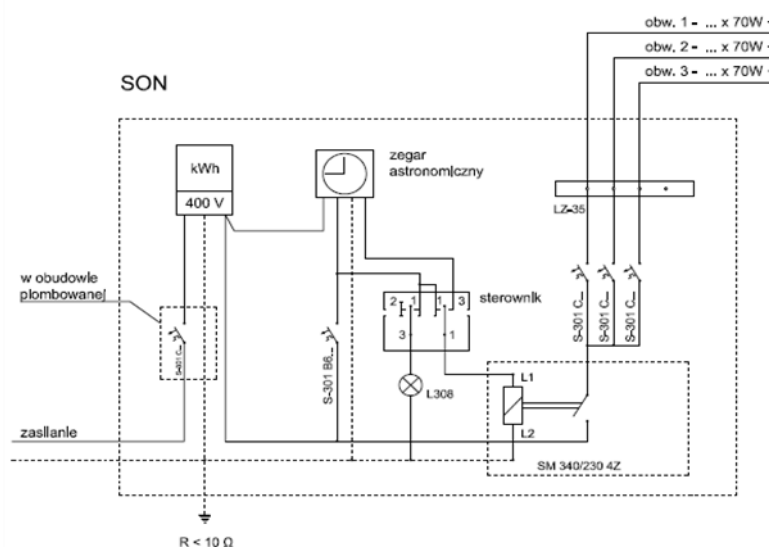


Rysunek 10 Typowy zestaw zasilający obwody oświetleniowe i stacja trafo (Zaborowo)



Rysunek 11 Typowa szafka oświetleniowa SO-7 (Naruszewo)

Na terenie objętym zamówieniem system oświetlenia zasilony jest z 77 stacji transformatorowych a układy zabezpieczająco sterujące umieszczone są w 25 szafkach oświetleniowych SO zaś pozostałe 52 szt. jako TO znajdują się w rozdzielniach głównych stacji trafo. System sterowania oprawami oparty jest na zegarach sterujących i fotokomórkach.



Rysunek 12 Schemat typowej szafki oświetleniowej ze sterowaniem zegarem astronomicznym

1.6.3. Słupy i konstrukcje wsporcze

Jak opisano wcześniej oprawy oświetleniowe w zdecydowanej większości podwieszone są na słupach elektroenergetycznej, napowietrznej linii niskiego napięcia doprowadzającej zasilanie do odbiorców końcowych na terenie gminy. Wydzielone linie oświetleniowe praktycznie nie występują na terenie Gminy poza nielicznymi wyjątkami w ilości 16 szt. m.in. w Radzyminku wzdłuż DK50, czy też 4 słupy stalowe w Naruszewie. Ponadto stosunkowo nowe żerdzie wirowane znajdują się w Kozarzewie wzdłuż DK50 czy w Radzyminie wzdłuż części drogi prowadzącej do Wróblewa. W tych lokalizacjach oprawy zawieszone są na szczycie lub ponad słupem na wysięgnikach o odpowiednio dużej długości w sposób właściwy do przebiegu i geometrii dróg.

Poza tymi przypadkami zdecydowana większość opraw zawieszona jest na słupach typu ŻN z których część wymaga remontu lub wymiany. Oprawy mocowane są za pomocą wysięgników w większości mocowanych pod linią zasilającą abonentów, co powoduje obniżenie wysokości punktu świetlnego (środką optycznego oprawy). Wysięgniki na sąsiadujących słupach często mają różną długość (zazwyczaj są zbyt krótkie) oraz kąt nachylenia co ujemnie wpływa na równomierność oświetlenia i tzw. prowadzenie wzrokowe. Mimo, iż wymiana wysięgników nie stanowi Przedmiotu Inwestycji warto rozważyć takowe jako działanie dodatkowe towarzyszące modernizacji opraw oświetleniowych. W ok. 150 sytuacjach zasadna jest wymiana wysięgników na nowe z wysięgiem 1,5m i kącie nachylenia ok. 15 stopni. Korzystnie wpłynęło by to na parametry jakościowe oświetlenia, umożliwiło montaż nowych opraw LED we właściwy sposób oraz znacząco poprawiłoby estetykę instalacji i prowadzenie wzrokowe.

Niezbędnym wydaje się w trakcie realizacji prac modernizacyjnych i wymiany opraw oświetleniowych na energooszczędne również właściwe opisanie lokalizacji opraw wedle współrzędnych GPS i zaktualizowanie numeracji słupów w tabelach powykonawczych. W terenie stwierdzono bowiem występowanie kilku różnych numeracji słupów utrudniających właściwą i jednoznaczną identyfikację znajdujących się nich opraw w wykazie majątku oświetleniowego.



Rysunek 13 Przykład numeracji słupa według starego systemu



Rysunek 14 Numeracja słupa według nowego systemu z oznaczeniem stacji zasilającej i numeru obwodu

1.6.4. Oprawy oświetleniowe

Realizacja zadania pn. „Podniesienie standardu usługi oświetleniowej na terenie Gminy Naruszewo” odbywać się będzie zgodnie z regulaminem dziewiątej edycji programu Polski Ład „Rozświetlamy Polskę” który polega na wymianie opraw oświetlenia drogowego na nowoczesne energooszczędne oprawy typu LED. Jest to zmiana technologiczna, która ma prowadzić obligatoryjnie do redukcji mocy zainstalowanej opraw oświetleniowych o 50%, co jest główną i wystarczającą przesłanką do wymiany stosowanych obecnie energochłonnych opraw sodowych. Niemniej jednak analiza i ocena obecnie zainstalowanych urządzeń posłuży jako punkt odniesienia do zaplanowania modernizacji i oszacowania potencjalnych oszczędności.

Obecnie zdecydowaną większość opraw stanowią oprawy sodowe o mocy lampy 70W (87% zinwentaryzowanych opraw), które w większości są w stanie technicznym przeciętnym. Dominują dwa modele opraw - typu OUSE firmy ELGO oraz Ambar 2 firmy Schreder. Oprawy mają przybrudzone klosze, o przezroczystości powyżej 70%, lekko utleniony odbłyśnik. Zanieczyszczenia komory lampy występują w ograniczonym zakresie. Oprawy kwalifikują się do wymiany z uwagi na dużą energochłonność i brak możliwości spełnienia aktualnej normy oświetleniowej. Pozostałe to oprawy sodowe o mocy 100 i 150 W które w większości również są w stanie technicznym kwalifikującym je do wymiany. Szczegółowy wykaz opraw do wymiany znajduje się w **Załączniku nr 1 – Zestawienie opraw do wymiany**

Moc systemu oświetleniowego przeznaczonego do modernizacji w Gminie Naruszewo jest równa **49,5 kW**. Przyjmując czas świecenia 4150 godzin, jako normatywny do zapewnienia mieszkańcom oświetlenie dróg zgodnie z wymogami – **rocznie zużycie energii elektrycznej to 205 425 kWh**.

1.6.5. Wnioski z inwentaryzacji

Inwentaryzacja potwierdziła, że istniejące oświetlenie drogowe na terenie Miasta Grajewo wykonane jest w oparciu o oprawy ze źródłami sodowymi. Oprawy te w dużym stopniu są już wyeksploatowane, tzn. posiadają zmatowione odbłyśniki a klosze mają obniżoną przeźroczystość. Stan techniczny obecnie funkcjonującego systemu oświetlenia ulicznego jest przeciętny. Bardzo stare wyeksploatowane oprawy rtęciowe i sodowe zostały zastąpione przez dostawcę usługi oświetleniowej ENERGA Oświetlenie Sp. z o.o. oprawami sodowymi, jak na ówczesne standardy dość dobrej klasy. Jednakże przy aktualnych możliwościach technicznych oprawy te są niewydajne i energochłonne a strumień wypromieniowany z oprawy jest niski w stosunku do mocy oprawy i niewystarczający w odniesieniu do obowiązującej normy oświetlenia ulic PN-EN 13201:2016. **Średnia energochłonność istniejących punktów świetlnych całego systemu oświetlenia kształtuje się na poziomie 84,9 W na punkt świetlny.**

Ponadto w terenie potwierdzono, że istniejąca siatka konstrukcji wsporczych wynika z potrzeb zasilania abonentów, a nie normatywnego oświetlenia ulic. Sieć oświetleniowa na analizowanym obszarze jest siecią napowietrzną skojarzoną z siecią abonencką niskiego napięcia, poprowadzona na słupach typu ŻN lub E. Z faktu tego wynikają niedoskonałości obecnego systemu oświetleniowego oraz istotne ograniczenia i uwarunkowania do uwzględnienia przy modernizacji opraw oświetleniowych.

Wiek infrastruktury dystrybucyjnej należy ocenić jako zaawansowany. Wiele z elementów sieci OSD przekroczyło 40 lat, stąd też w celu zapewnienia coraz wyższych wskaźników niezawodności pracy sieci i zapewnienia bezpieczeństwa dostaw energii wymagana jest jej modernizacja i rozbudowa. Oprawy oświetleniowe zamontowane są na konstrukcjach wsporczych linii napowietrznych jakimi są stare słupy typu ŻN miejscami zastąpione żerdziami wirowanymi EPV. Wydzielone dla oświetlenia linie kablowe praktycznie nie występują.

Wysięgniki metalowe zainstalowane w większości pod linią, o zróżnicowanej długości i wysokości ramion o różnych kątach nachylenia w znacznej części kwalifikują się do wymiany. Dostawca usługi oświetleniowej wykonuje punktowo inwestycje w miarę posiadanych środków modernizując istniejące oprawy i sieć, rzadko dobudowując nowe ciągi zgodnie z potrzebami nowo powstających siedlisk ludzkich oraz składanych wniosków od mieszkańców.

1.7. Planowana modernizacja

Informacje związane z systemem oświetleniowym uzyskane podczas inwentaryzacji posłużyły do wykonania projektu fotometrycznego modernizacji oświetlenia w oparciu o aktualne normy z zastosowaniem najnowszych rozwiązań w technologii LED. Ponadto na podstawie zebranych danych określono koszty modernizacji oraz przeprowadzono analizę wielkości oszczędności, jakie ona przyniesie.

Działania te pozwoliły na ustalenie średniej energochłonności punktu świetlnego po modernizacji poniżej 38W / punkt przy jednoczesnym podniesieniu parametrów jakościowych i użytkowych systemu oświetleniowego, co jest celem planowanej inwestycji pn. „Podniesienie standardu usługi oświetleniowej na terenie Gminy Naruszewo”.

Szczegółowy opis planowanej modernizacji, dobór urządzeń i rekomendowany sposób wykonania prac z zachowaniem dbałości o aspekty ekonomiczne i techniczne inwestycji przedstawiono w kolejnych podrozdziałach.

1.7.1. Podstawa prawna do realizacji prac instalacyjno-montażowych

Dla realizacji zadania na podstawie niniejszego projektu zastosowanie Ustawa z dnia 7 lipca 1994 roku Prawo Budowlane (Dz. U. z 2023 poz. 682 z późn. zm.) w której w Art.3 ust. 7 określono, że działania polegające na instalowaniu urządzeń, jakimi są oprawy oświetleniowe wraz z osprzętem elektrycznym (złącza bezpiecznikowe i zaciski przyłączeniowe) oraz mechanicznym (wysięgniki), na obiektach budowlanych, jakimi są istniejące słupy sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia, nie wymagają pozwolenia na budowę według przepisów Ustawy Art. 29 ust. 23 pkt.2.

Teren objęty inwestycją, nie jest wpisany do rejestru zabytków oraz podlega zapisom zawartym w Decyzji o Ustalenie Lokalizacji Inwestycji Celu Publicznego. Obowiązująca Decyzja, zgodnie z którą projektowane elementy instalacji elektrycznej niskiego napięcia nN-0,4kV są dopuszczalne do wybudowania jako infrastruktura związana z przeznaczeniem terenu i nie została zaliczona do przedsięwzięć mogących znacząco lub potencjalnie oddziaływać na środowisko.

Projektowane prace instalacyjno-montażowe będą wykonywane na obiektach przyłączonych do sieci energetycznej ENERGA Operator S.A. Właścicielem całości majątku oświetleniowego w tym opraw oświetleniowych jak jest spółka świadcząca usługę oświetleniową ENERGA Oświetlenie Sp. z o.o. Gmina posiada umowę najmu majątku oświetleniowego z tym podmiotem, a tym samym jako Inwestor posiada tytuł prawny do władania oprawami oświetleniowymi na potrzeby przeprowadzenia przedmiotowej modernizacji celem podniesienia jakości i wydajności oświetlenia ulic, placów i dróg publicznych leżących w granicach

administracyjnych Gminy. Prace modernizacyjne należy przeprowadzić zgodnie z wymaganiami technicznymi określonymi przez ENERGA Oświetlenie Sp. z o.o. **Załącznik nr 3 – Wymogi techniczne dotyczące prac modernizacyjnych.**

1.7.2 Dobór klas oświetleniowych

Klasy oświetleniowe dróg zostały dobrane zgodnie z procedurą zawartą w raporcie PN-CEN/TR 13201-1:2016, na podstawie analizy danych zawartych w tabelach poniżej. Dla terenu Gminy Naruszewo jako obszaru naturalnego i wiejskiego przyjęto strefę oświetleniową E1 / E2 w których to środowisko oświetleniowe charakteryzuje się bardzo niską lub niską jasnością.

Poza wymaganymi danymi niezbędnymi do wyboru klasy oświetleniowej wynikającej z norm przy projektowaniu uwzględniono informacje o:

- uczestnikach ruchu drogowego (kierujących pojazdami, występowanie pieszych, kierujących rowerami, osoby o ograniczonej mobilności, itd.),
- prędkości do projektowania i prędkości dopuszczalnej,
- natężeniu ruchu drogowego,
- istniejących klasach oświetleniowych i zastosowanych oprawach,
- planach rozbudowy drogi lub zmiany jej funkcji,
- zagospodarowaniu sąsiedztwa drogi,
- prognozie ruchu drogowego w horyzoncie cyklu życia instalacji oświetleniowej,
- konieczności objęcia obszaru drogi monitoringiem wizyjnym,
- rzeczywistych, technicznych możliwościach zrealizowania oświetlenia w danej klasie
- wymagań inwestora

Utwardzone drogi wojewódzkie i krajowe przez miejscowości, w tym główne o wysokim natężeniu ruchu, zbiorcze i lokalne:

- **Klasa oświetleniowa jezdni, przeznaczona głównie dla ruchu motorowego:**

$$M = 6 - V_{MS} = 6 - 1 = 5$$

Wybrano klasę oświetleniową M5

Parametr	Opcje	Opis	V _w
Prędkość	umiarkowana	40 km/h ≤ v ≤ 70 km/h	-1
Natężenie Ruchu	wysokie		1
Rodzaj ruchu	Mieszany		1
Rozdzielenie jezdni	Nie		1
Gęstość skrzyżowań	Mała	≤ 3 / km	0
Zaparkowane pojazdy	Nie		0
Luminancja otoczenia	Niska		-1
Poprowadzenie wzrokowe	Łatwe		0
SUMA V _{ws}			1 – M5

Tabela 6 Wybór poziomu klasy oświetleniowej M5 dla dróg wojewódzkich i krajowych

Utwardzone drogi gminne, powiatowe przez miejscowości, w tym główne o niskim natężeniu ruchu, zbiorcze i lokalne:

- **Klasa oświetleniowa jezdni, przeznaczonej głównie dla ruchu motorowego:**

$$M = 6 - V_{MS} = 6 - 1 = 5$$

Wybrano klasę oświetleniową M5

Parametr	Opcje	Opis	V _w
Prędkość	Umiarkowana	40 km/h ≤ v ≤ 70 km/h	-1
Natężenie Ruchu	Niskie		-1
Rodzaj ruchu	Mieszany		1
Rozdzielenie jezdni	Nie		1
Zaparkowane pojazdy	Nie		0
Luminancja otoczenia	Średnia	normalna sytuacja	0
Poprowadzenie wzrokowe	Trudne		1
SUMA V _{ws}			1 – M5

Tabela 7 Wybór poziomu klasy oświetleniowej dla dróg gminnych i powiatowych

Dla odcinków dróg o zmiennej geometrii i ilości pasów ruchu lub z występującymi licznie podrzędnymi skrzyżowaniami, wjazdami do większych zakładów pracy, itp., można zastosować zgodnie z normą, równoważną klasę oświetlenia jezdni **C5**.

- **Klasa oświetleniowa chodników:**

$$P = 6 - V_{MS} = 6 - 2 = 4$$

Wybrano klasę oświetleniową P4.

Parametr	Opcje	Opis	V _w
Prędkość	Niska	v ≤ 40 km/h	1
Natężenie Ruchu	Niskie		-1
Rodzaj ruchu	Piesi, Rowerzyści		1
Zaparkowane pojazdy	Tak		1
Luminancja otoczenia	Średnia	normalna sytuacja	0
Rozpoznawanie twarzy	Niekonieczne		0
SUMA V _{ws}			2 - P4

Tabela 8 Wybór poziomu klasy oświetleniowej dla chodników

Nieutwardzone drogi osiedlowe, gminne i dojazdowe, utwardzone drogi gminne, osiedlowe i inne drogi z pieszymi i rowerzystami jako głównymi uczestnikami ruchu:

- **Klasa oświetleniowa jezdni:**

$$P = 6 - V_{MS} = 6 - 3 = 3$$

Wybrano klasę oświetleniową P3.

Parametr	Opcje	Opis	V _w
Prędkość	Niska	$v \leq 40$ km/h	1
Natężenie Ruchu	Niskie		-1
Rodzaj ruchu	Piesi, Rowerzyści, ruch motorowy		2
Zaparkowane pojazdy	Tak		1
Luminancja otoczenia	Średnia	normalna sytuacja	0
Rozpoznawanie twarzy	Niekonieczne		0
SUMA V _{ws}			3 – P3

Tabela 9 Wybór klasy oświetleniowej dla dróg gminnych i powiatowych z pieszymi i rowerzystami jako głównymi uczestnikami ruchu

- Klasa oświetleniowa chodników i placów zabaw znajdujących się w zakresie opraw oświetlenia drogowego:**

$$P = 6 - V_{MS} = 6 - 0 = 6$$

Ze względów na wymagany odpowiedni stosunek klas obszarów sąsiadujących,

wybrano klasę oświetleniową P5

W przypadku obszarów znacznie odsuniętych od jezdni i jasnego otoczenia,

przyjęto klasę oświetleniową P6.

Parametr	Opcje	Opis	V _w
Prędkość	Bardzo niska (ruch pieszego)	Prędkość ruchu pieszego	0
Natężenie Ruchu	Niskie		-1
Rodzaj ruchu	Piesi		0
Zaparkowane pojazdy	Tak		1
Luminancja otoczenia	Średnia	normalna sytuacja	0
Rozpoznawanie twarzy	Niekonieczne		0
SUMA V _{ws}			0 – P6

Tabela 10 Wybór klasy oświetleniowej chodników i placów zabaw znajdujących się w zakresie opraw oświetlenia drogowego

Podrzędne drogi wiejskie i ślepe zaułki z niewielką liczbą użytkowników:

- Klasa oświetleniowa jezdni:**

$$P = 6 - V_{MS} = 6 - 2 = 4$$

Wybrano klasę oświetleniową P4.

Parametr	Opcje	Opis	V _w
Prędkość	Niska	$v \leq 40$ km/h	1
Natężenie Ruchu	Niskie		-1
Rodzaj ruchu	Piesi, Rowerzyści		1
Zaparkowane pojazdy	Tak		1

Luminancja otoczenia	Średnia	normalna sytuacja	0
Rozpoznawanie twarzy	Niekonieczne		0
SUMA V_{ws}			2 - P4

Parkingi:

- **Klasa oświetleniowa parkingów zlokalizowanych przy jezdniach:**

$$P = 6 - V_{MS} = 6 - 2 = 4$$

Ustalona klasa oświetleniowa P4 – z uwagi na bezpieczeństwo,

wybrano wyższą klasę oświetleniową P3.

Parametr	Opcje	Opis	V_w
Prędkość	Niska	$v \leq 40 \text{ km/h}$	1
Natężenie Ruchu	<i>Niskie</i>		-1
Rodzaj ruchu	Piesi, ruch motorowy		1
Zaparkowane pojazdy	Tak		1
Luminancja otoczenia	Średnia	normalna sytuacja	0
Rozpoznawanie twarzy	Niekonieczne		0
SUMA V_{ws}			2 - P4

Przy definiowaniu reprezentatywnych sytuacji oświetleniowych w oparciu o wyżej ustalone klasy oświetleniowe uwzględniono wymagania i zalecenia normy takie jak:

- rozpatrywać ulicę z uwzględnieniem intensywności i sposobu oświetlenia takich jak: nawierzchnie jezdni, chodniki, ścieżki rowerowe, rejony parkowania, strefy konfliktowe itd. Ta filozofia normy umożliwia znaczne zmniejszenie zużycia energii wobec możliwości słabszego oświetlenia tych elementów drogi, których użytkownikami są wolno poruszający się użytkownicy.
- wskazanie na możliwość oszczędności energii w wyniku ściemniania oświetlenia w tej części nocy, w której ruch jest skrajnie niewielki – pod warunkiem spełniania przed i po ściemnieniu wymagań normy dla właściwych klas oświetleniowych.
- określenie granicznych dolnych poziomów intensywności oświetlenia (natężenie oświetlenia, luminancji). Poziomy te określone są z uwzględnieniem racjonalnych potrzeb użytkownika w zakresie dobrego i wygodnego widzenia. Nie jest uzasadnionym znaczne przekraczanie poziomów granicznych wymaganych przez normę, chyba, że jest to usprawiedliwionym szczególnym znaczeniem drogi.
- wymóg by fragmentem projektu był projekt konserwacji oświetlenia podający optymalną wartość współczynnika utrzymania (współczynnika zapasu) oraz program konserwacji. Ograniczenie wartości współczynnika zapasu jest równoznaczne z ograniczeniem zużycia energii w znacznej części okresu międzykonserwacyjnego.

1.7.3 Minimalne parametry opraw oświetleniowych LED

Oprawy w technologii LED zastosowane do realizacji Przedmiotu Inwestycji powinny się charakteryzować parametrami techniczno-użytkowymi zgodnymi z wymogami programu „Rozświetlamy Polskę”, wymaganiami technicznymi określonymi przez ENERGA Oświetlenie Sp. z o.o. oraz wymaganiami Zamawiającego postawionymi poniżej:

Oprawy drogowe typu LED, o konstrukcji dwukomorowej, z zintegrowanym uchwytem oraz obudową wykonaną w pełni z aluminium formowanego ciśnieniowo, o gładkiej górnej powierzchni, z kloszem ze szkła hartowanego i matrycą soczewkową, charakteryzujące się wysoką szczelnością, trwałością oraz odpornością na uderzenia i zewnętrzne czynniki. Budowa oprawy oświetleniowej pozwala na szybki, beznarzędziowy dostęp do komory elektrycznej oraz bezproblemową wymianę wszystkich komponentów, bez konieczności wykonywania połączeń lutowanych.

Wymagane cechy oprawy:

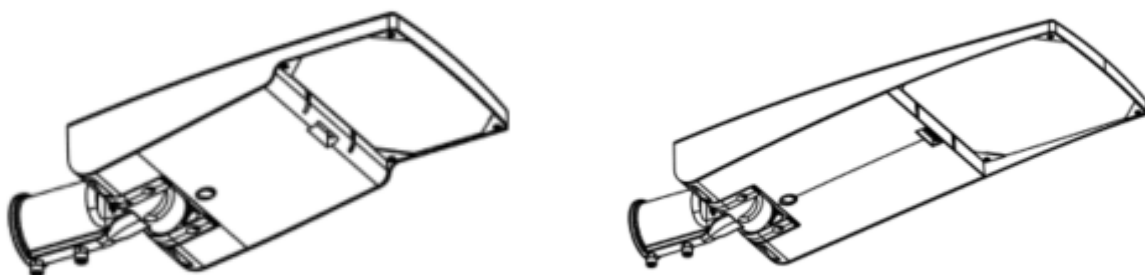
- Korpus oprawy oraz uchwyt stanowiący w pełni odlew z Aluminium formowanego ciśnieniowo. Nie dopuszcza się opraw wykonanych z profili lub blach aluminiowych.
- Obudowa wraz z uchwytem, a także klipsy, dociski, zawiasy oraz wszelkie inne metalowe elementy konstrukcyjne narażone na działanie czynników zewnętrznych, zabezpieczone powinny być w technice proszkowej, lakierowane na kolor szary RAL9006. Nie dopuszcza się surowego materiału oraz zabezpieczenia powłoki poprzez anodowanie.
- Śruby, sprężyny i podkładki wykonane ze stali nierdzewnej austenitycznej o zawartości chromu min. 10,5% i maks. zawartości węgla 1,2% – próba o jakości minimum A4 lub AISI316.
- Górna powierzchnia korpusu w pełni gładka, pozwalająca na swobodne odprowadzanie wody i brudu. Nie dopuszcza się opraw o bryle posiadającej w górnej części przestrzenie czy łączenia, które gromadzą wodę lub zabrudzenia - zwłaszcza w postaci zewnętrznych uźebrowań (tzw. radiatorów żeberkowych).
- Źródło światła stanowi w pełni matryca wielosoczewkowa LED, w której każda dioda posiada dedykowaną soczewkę o identycznej optyce, przez co w przypadku przepalenia pojedynczej diody lub części płytki, nie zmieni się rozsył oprawy, a jedynie jej strumień. Nie dopuszcza się opraw wykonanych w technice odbłyśnikowej lub mieszanej.
- Budowa oprawy dwukomorowa, z wydzieloną komorą elektryczną i optyczną.
- Oprawy wykonane w II klasie ochronności zgodnie z normą PN-EN 60529.
- Oprawa powinna być przystosowana do zasilania z sieci o prądzie przemiennym, napięciu zasilania w zakresie 220-240V i częstotliwości 50-60Hz.

- Dostęp do komory elektrycznej, ze względów bezpieczeństwa i komfortu prac serwisowych, powinien być możliwy od góry oprawy, w sposób beznarzędziowy, przy użyciu minimum dwóch niezależnych od siebie klipsów lub zatrzasków.
- Oprawa powinna posiadać dedykowane zawiasy i linkę zabezpieczającą.
- Klipsy lub zatrzaski powinny być wyposażone w blokadę zapobiegającą przypadkowemu otwarciu oprawy.
- Dla potrzeb ochrony przed wandalizmem, oprawa powinna oferować możliwość niezależnego, trwałego zabezpieczenia dostępu do komory elektrycznej śrubami, linką lub plombą.
- Oprawa musi być odporna na warunki atmosferyczne oraz temperatury panujące na zewnątrz i charakteryzować się bardzo wysoką szczelnością – min. IP66 dla całej oprawy oraz każdej komory z osobna.
- Otwarcie komory elektrycznej nie może powodować rozszczelnienia komory optycznej.
- Uszczelki wykonane z materiałów o wysokiej jakości i trwałości, odporne na procesy starzenia i temperatury pracy oprawy, umieszczone w wydzielonym, dedykowanym kanale w sposób pewny i trwały, niezmieniający swojego kształtu i położenia.
- Zasilacz oprawy o wysokiej sprawności (min. 90%), pochodzący od renomowanego producenta, obsługujący w pełni protokół DALI w standardach 251, 252, 253 i DALI 2 z wyjściem 24V na złącze Zhaga, pozwalający na zaprogramowanie co najmniej 5-stopniowej redukcji mocy. Nie dopuszcza się zasilaczy zintegrowanych z panelem LED (DOB).
- Oprawa wyposażona w górnej części w standaryzowane złącze Zhaga, zabezpieczone zaślepką.
- Zasilacz powinien posiadać zabezpieczenie przeciwprzepięciowe min. 10kV.
- Oprawa powinna mieć możliwość zaprogramowania funkcji CLO.
- Współczynnik mocy ($\cos \varphi$) po zaprogramowaniu oprawy minimum 0,93 – zgodnie z regulacjami unijnymi. Oprawa nie powinna generować pozanormatywnej mocy biernej.
- Wszystkie elementy i komponenty oprawy powinny umożliwiać indywidualną, łatwą wymianę, przy użyciu standardowych narzędzi, bez konieczności wykonywania połączeń lutowanych.
- Oprawa powinna umożliwiać szybką wymianę modułu świetlnego wraz z zasilaczem bez konieczności odkręcania uchwytu i demontażu oprawy ze słupa lub wysięgnika.

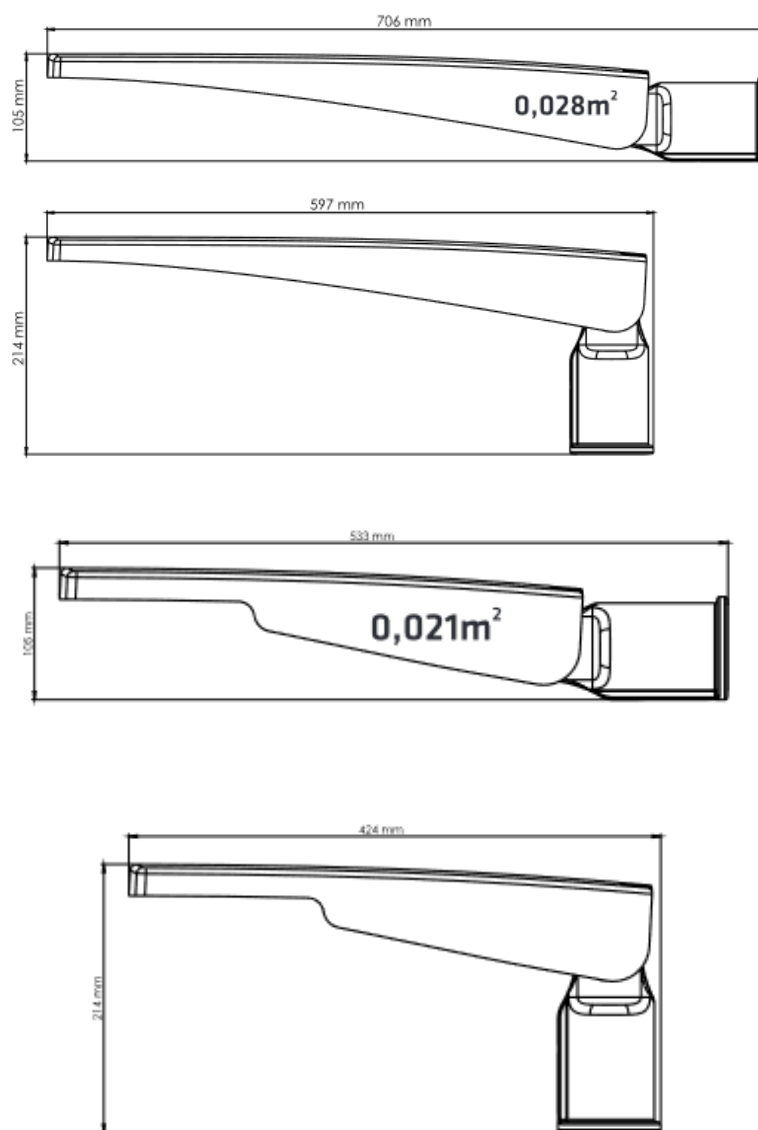
- Klosz chroniący diody stanowi jednolitą, w pełni przezroczystą szymba hartowaną o grubości min. 4mm, zapewniającą odporność na działanie UV, szczelność i odporność na uderzenia.
- Odporność na udary mechaniczne całej oprawy min. IK09.
- Diody pochodzące od renomowanych, światowych producentów, zapewniające wysoką efektywność energetyczną i trwałość oprawy min. 100000h dla L90B10, zgodnie z IES LM-80 - TM-21.
- Barwa światła ciepła lub neutralna z przedziału 3000-4200K.
- Skuteczność świetlna oprawy na wyjściu, uwzględniająca wszystkie straty min. 130 lm/W.
- Strumień świetlny oprawy nie niższy niż podany w dokumentacji, rozumiany jako wyjściowy, wypadkowy strumień świetlny oprawy, uwzględniający wszelkie straty.
- Moc opraw nie wyższa niż podana w dokumentacji i nie mniejsza niż 33W
- Kształt i wymiary oprawy zgodne z podanymi poniżej, z tolerancją $\pm 10\%$.
- Wskaźnik oddawania barw $R_a > 70$,
- Chromatyczność barwy $SDCM \leq 5$ (elipsy McAdama).
- Udział światła wysyłanego ku górze przy zerowym wychyleniu (oprawa umieszczona poziomo) – ULOR=0%, zgodnie z Rozporządzeniem WE nr 245/2009.
- Oprawa przystosowana do temperatur pracy w zakresie minimum -40°C do $+50^{\circ}\text{C}$.
- Wymagane zabezpieczenie przeciwko przegrzaniu oprawy (NTC).
- Uchwyt montażowy zintegrowany z oprawą, pozwalający na skokową regulację kąta wychylenia z krokiem co 5° , w zakresie minimum od -30° do $+120^{\circ}$ przy montażu na słupie i -120° do $+30^{\circ}$ przy montażu na wysięgniku.
- Oprawa wyposażona w jednostronny filtr antykondensacyjny usuwający zawilgocenia i wyrównujący ciśnienie w oprawie.
- Uchwyt przystosowany do montażu opraw na wysięgnikach lub słupach o średnicy minimum $\Phi 48-60\text{mm}$. Nie dopuszcza się stosowania dodatkowych akcesoriów montażowych dla opraw, takich jak oddzielne uchwyty, pierścienie redukcyjne, czy adaptery regulacji wychylenia.
- Zmiana sposobu montażu oprawy powinna odbywać się bez demontażu uchwyty i oprawy ze słupa.
- Ze względu na wytrzymałość istniejących konstrukcji, wymaga się, aby maksymalna waga netto całej oprawy nie przekraczała 5,5kg.

- Maksymalna powierzchnia boczna oporu wiatru 0,030m².
- Oprawy muszą spełniać wymogi bezpieczeństwa fotobiologicznego lamp i systemów lampowych IEC 62471 – grupa ryzyka RG1 lub RG0.
- Jako potwierdzenie parametrów, jakości i bezpieczeństwa dla sieci, wszystkie oprawy muszą posiadać deklarację zgodności WE, certyfikat CE oraz ENEC i ENEC+, bądź równoważne. Jako równoważne uznaje się certyfikaty wystawione przez niezależne, akredytowane laboratoria, działające na terenie Unii Europejskiej, które potwierdzają zgodność z normami, trwałość i wiarygodność wszystkich deklarowanych parametrów elektrycznych, fotometrycznych i kolorymetrycznych.
- Wymagany certyfikat ZD4i dla zasilacza i oprawy, zgodnie z Zhaga Book 18, potwierdzony umieszczeniem producenta i oprawy na stronie konsorcjum Zhaga.
- W przypadku opraw montowanych blisko elewacji, możliwość wyposażenia w regulowane boczne i/lub tylne przesłony, ograniczające światło w niepożądanych kierunkach.
- Gwarancja producenta na kompletne oprawy i dostępność części zamiennych oprawy przez min. 10 lat.
- Oprawa wyposażona w tabliczkę znamionową z nazwą i numerem seryjnym oraz w etykietę z kodem QR z przynajmniej 2 dodatkowymi naklejkami do umieszczenia np. we wnęce słupowej. Dostęp do aplikacji z poziomu komputera i urządzeń przenośnych, zabezpieczony loginem lub hasłem z odpowiednim przydziałem uprawnień dostępowych. Kod QR obsługiwany za pomocą dedykowanej aplikacji, umożliwiającej co najmniej poniższe funkcjonalności:
 - pełną identyfikację urządzenia,
 - uzyskanie kompletnej charakterystyki oprawy i danych katalogowych, obejmujących parametry fotometryczne, elektryczne, mechaniczne, kolorymetryczne, na dzień produkcji,
 - dostęp do instrukcji montażu i serwisu oraz certyfikatów,
 - wyeksportowanie danych lokalizacyjnych opraw do ogólnodostępnych map i przeglądanie oraz namierzanie lokalizacji oprawy z poziomu aplikacji,
 - przypisywanie, zarządzanie i przeglądanie opraw pomiędzy inwestycjami, z podglądem indywidualnym i wspólnym wszystkich opraw na mapie
 - wprowadzenie indywidualnych opisów czy informacji o instalacji – np. danych słupa, wysokości, wysięgników,
 - funkcje obsługi wspomagające sprawne przeprowadzenie audytu oświetlenia.

Oprawy muszą spełniać w pełni warunki dofinansowania, założenia i wymagania 9. edycji rządowego programu Polski Ład – „Rozświetlamy Polskę”.



Rysunek 15 Wygląd i kształt opraw drogowych odpowiadających minimalnym wymaganiom technicznym



Rysunek 16 Wymiary i powierzchnia boczna opraw odpowiadających minimalnym wymaganiom

W przypadku zastosowania rozwiązań zamiennych, należy dostarczyć wszelkie środki dowodowe, potwierdzające zgodność z wszystkimi wymaganiami, w szczególności karty katalogowe, certyfikaty, aprobaty techniczne i obliczenia fotometryczne, wykazujące spełnienie norm dla wszystkich parametrów, przy zachowaniu identycznych wartości zadanych jak w obliczeniach bazowych.

Kompletne dane fotometryczne rodziny opraw, zawierające źródłowe pliki obliczeniowe zastosowanych opraw, umożliwiające wykonanie obliczeń w ogólnodostępnym, darmowym programie komputerowym dla sprawdzenia parametrów oświetleniowych na zgodność z normą PN-EN 13201:2016, powinny być umieszczone jako ogólnodostępne na stronie producenta, bez konieczności logowania.

Zamawiający nie uzna danych czy kart katalogowych opraw oraz plików fotometrycznych, w których brakuje istotnych danych (takich jak np. krzywa fotometryczna konkretnej oferowanej oprawy), bądź kart, w których znamionowe parametry, takie jak strumień świetlny, moc, skuteczność świetlna, barwa światła, są prezentowane w sposób nietransparentny, w postaci zakresu lub przedziału, bez wskazania precyzyjnej wartości. Na stronie producenta powinny występować przynajmniej przykładowe karty techniczne zawierające precyzyjne i szczegółowe parametry dla każdej z oferowanych mocy i rozwiązań.

Wszystkie oprawy powinny być wyprodukowane na terenie Unii Europejskiej przez jednego producenta i powinny należeć do jednej rodziny (serii) opraw drogowych.

Oferty nie spełniające powyższych zapisów i wymagań będą odrzucane i nie zostaną dopuszczone do montażu.

1.7.4. Obliczenia fotometryczne i dobór opraw LED

Na podstawie zebranych danych o systemie oświetleniowym oraz geometrii instalacji i parametrów dróg, ustaleniu klas oświetleniowych dla dróg w poszczególnych miejscowościach oraz określeniu minimalnych wymagań technicznych opraw oświetleniowych zdefiniowano osiem reprezentatywnych sytuacji drogowych dla których wykonano obliczenia fotometryczne zgodnie z normą PN-EN 13201:2016. Norma ma w całości charakter obligatoryjny i jest wystarczającym zbiorem wymagań dla ogłoszenia przetargu na oświetlenie dróg i ulic.

Referencyjne obliczenia przedstawiono w **Załączniku nr 4 – Referencyjne obliczenia fotometryczne**. Zestawienie sumaryczne zaprojektowanych opraw w formie tabelarycznej zawiera **Załącznik nr 5 – Tabela wynikowa z obliczeń fotometrycznych**.

Numer sytuacji drogowej	ilość opraw [szt]	Moc oprawy z obliczeń [W]	Strumień świetlny oprawy [lm]	Suma mocy [kW]	Skuteczność [Lm/W]
1	16	65	8825	1,04	135,77
2	49	37	5074	1,81	137,14
3	83	39	5725	3,24	146,79
4	49	33	4375	1,62	132,58
5	103	36	5399	3,71	149,97
6	23	47	6700	1,08	142,55
7	20	36	5399	0,72	149,97
8	234	37	5074	8,66	137,14
	6	40		0,24	
SUMA	583			22,114	

Tabela 11 Zestawienie mocy i skuteczności świetlnej zaprojektowanych opraw

Tabele zawierają zestawienie ilości, mocy i skuteczności opraw oświetlenia ulicznego przewidzianych do wymiany w zakresie przedmiotowej inwestycji na terenie Gminy Naruszewo. Nowe moce opraw oświetlenia ulicznego zostały wyznaczone zgodnie z normą PN-EN 13201:2016 w wyniku przeprowadzonych obliczeń fotometrycznych, które potwierdziły poprawność doboru opraw.

1.7.5. Wymagania dla rozwiązań równoważnych

Modernizacja systemu oświetlenia powinna być wykonana zgodnie z referencyjnymi obliczeniami fotometrycznymi stanowiącymi załącznik do niniejszego opracowania, który ze względu na specyfikę przedmiotu zamówienia sporządzony został z uwzględnieniem konkretnego typu sprzęt oświetleniowego.

W związku z tym, zgodnie z art. 99 ust. 5 i 6 Ustawy Prawo zamówień publicznych Zamawiający dopuszcza składanie ofert równoważnych. Warunkiem jest, aby urządzenia równoważne posiadały, co najmniej takie same lub lepsze parametry techniczno – użytkowe, jakich użyto w dokumentacji programowej do wykonania modernizacji z uwzględnieniem tolerancji podanej selektywnie dla wybranych przez Zamawiającego parametrów.

Wykonawcy składający ofertę w przypadku zastosowania innych opraw oświetleniowych niż przyjęte w niniejszym audycie (obliczenia referencyjne) muszą wykazać, że oprawy oświetleniowe przyjęte w projekcie równoważnym gwarantują wartości parametrów oświetleniowych na poziomie nie mniejszym niż wyliczone w projekcie posiadanym przez Zamawiającego. Dla wyliczeń należy przyjmować warunki i geometrie identyczne jak w **Załączniku nr 4 - Referencyjne obliczenia fotometryczne.**

Celem przedstawienia obliczeń jest udokumentowanie równoważności opraw w stosunku do wymagań Zamawiającego. Na Wykonawcy ciąży obowiązek udokumentowania spełnienia

wymagań poprzez wykonanie i załączenie do oferty obliczeń fotometrycznych zawierających wszystkie elementy zawarte w dokumentacji Zamawiającego. Obliczenia oraz prezentacja wyników obliczeń musi być w pełni zgodna z przyjętymi w projekcie Zamawiającego parametrami projektu, tj. identyczna geometria dróg i usytuowania słupów, identyczny poziom współczynnika zapasu (ew. odwrotności - wskaźnika utrzymania), parametrów rodzaju nawierzchni, parametrów, położenia obserwatorów, oraz wydruki muszą zawierać wszystkie wyliczone parametry dla punktów zgodnie z siatką obliczeniową Zamawiającego. Porównywane będą parametry średnie dla poszczególnych sytuacji oświetleniowych. Spełnienie powyższych warunków gwarantuje możliwość porównania zastosowanych opraw i uznania ich równoważności na podstawie efektu oświetleniowego uzyskiwanego w tożsamy warunkach. Obliczenia te będą stanowić integralną część oferty.

Ze względu na specyficzną dla opraw oświetleniowych drogowych niepowtarzalność charakterystyk świetlnych zamawiający dopuszcza tolerancje w stosunku do wymaganych dokumentacją programową parametrów oświetleniowych dróg. Tolerancje dla efektu oświetleniowego uzyskanego za pomocą opraw uznawanych za równoważne podane są poniżej:

- Luminacja L_m , L_1 i L_2 - nie więcej niż 15% w obliczeniach referencyjnych
- Natężenie oświetlenia E_m i E_{min} - nie więcej niż 15% w obliczeniach referencyjnych
- Równomierność U_o nie więcej niż 15% w obliczeniach referencyjnych.
- Równomierność U_l nie więcej niż 15% w obliczeniach referencyjnych
- TI nie więcej niż 15 % w obliczeniach referencyjnych
- SR nie więcej niż 15% w obliczeniach referencyjnych
- R_{EI} nie więcej niż 15% w obliczeniach referencyjnych
- Kąt zamontowania opraw , jeśli będzie wymagany inny niż w programie to oprawa musi posiadać możliwości ustawienia go bez konieczności zmiany wysięgnika.

Wykonawca składający ofertę, w przypadku wygrania postępowania i realizacji zadania, ponosi pełną odpowiedzialność za osiągnięcie efektu modernizacji. Zamawiający przewiduje możliwość wykonania pomiarów powykonawczych w celu weryfikacji otrzymanych parametrów oświetleniowych dla każdej sytuacji na wybranych przez Zamawiającego odcinkach drogi.. W przypadku niespełnienia wymagań na którymkolwiek z odcinków, Zamawiający zastrzega sobie możliwość zweryfikowania na koszt Wykonawcy całości inwestycji i w przypadku znacznych niezgodności, Wykonawca zostanie zobligowany do wymiany wszystkich opraw na swój koszt, na oprawy które zapewnią spełnienie wszystkich wymagań.

1.7.6. Oszczędność energii, redukcja mocy i warianty modernizacji

Po wymianie opraw oświetleniowych na nowo projektowane, energooszczędne oprawy typu LED (zgodnie z Tabelą nr 11) moc systemu oświetleniowego w Gminie Naruszewo będzie równa **22,114 kW**. Dla czasu świecenia 4150 godzin – **rocznie zużycie energii elektrycznej będzie równie 91 756,5 kWh**.

Modernizacja opraw spowoduje zmniejszenie mocy urządzeń zainstalowanych w systemie o 27,4 kW oraz zmniejszenie zużycia energii o 113 668,5 kWh rocznie co oznacza redukcję obu tych wartości o 55% w stosunku do stanu obecnego.

Powyższe wartości wynikają wprost ze zmiany technologicznej czyli wymiany konwencjonalnych, sodowych opraw oświetleniowych na nowe, bardziej efektywne oprawy wyposażone w matryce LED. Osiągnięty poziom oszczędności jest dobry ale z punktu widzenia możliwości technicznych minimalny, gdyż nie wykorzystuje w pełni możliwości oferowanych przez współczesne urządzenia oświetleniowe. Stąd też można zdefiniować dwa warianty wykonania inwestycji:

1. Wariant I (minimalny) – opisana wyżej wymiana 577 szt. energochłonnych punktów oświetleniowych na nowe oprawy LED wyposażone w gniazda Zhaga, bez uruchomionej redukcji mocy w określonych godzinach nocnych o zmniejszonym natężeniu ruchu.

2. Wariant II (pełny) – modernizacja 577 szt. punktów oświetleniowych z zastosowaniem zmiennych profili redukcji mocy. Oprawy LED wyposażone w moduł gwarantujący możliwość zdalnego zarządzania bez dodatkowej modyfikacji oprawy, zgodnie z regulaminem programu „Rozświetlamy Polskę”.

Wariant nr II gwarantuje dalsze i znaczące oszczędności w zużyciu energii elektrycznej poprzez zastosowanie zmiennych profilów redukcji mocy i możliwości zdalnego zaprogramowania układów zasilających (z możliwością dowolnego ich przeprogramowania) na następujące czasy i poziomy redukcji :

- od włączenia – 23:00 (świecenie pełną mocą)
- 23.00 – 01.00 (redukcja 30%),
- 01:00 – 05.00 (redukcja 50%),
- 05.00 do wygaszenia opraw – świecenie pełną mocą.

Chcąc uzyskać elastyczność w programowaniu i możliwość zmiany profili mocy w zależności od potrzeb oprawy oświetlenia ulicznego należy wyposażyć w moduł komunikacyjny pozwalający na zarządzania oświetleniem gwarantując poprawne funkcjonowanie oświetlenia i możliwość przeprogramowania czasów świecenia oraz redukcji.

Uwzględniając sytuacje oświetleniowe zdefiniowane dla Gminy Naruszewo oraz ich zmienność w nocy w zależności od specyfiki i natężenia ruchu wybrane oprawy można zaprogramować zdalnie na następujące czasy i poziomy redukcji:

OD	DO	Redukcja
włączenia	23:00	brak
23:00	01:00	30%
01:00	05:00	50%
05:00	wyłączenie	brak

Tabela 12 Proponowany harmonogram redukcji mocy

2

Poniżej w tabeli przedstawiono zużycie energii nowoprojektowanych opraw po uwzględnieniu harmonogramu redukcji:

Oprawa		Ilość [szt]	Moc [W]	Moc zainstalowana [kW]	Czas pracy [godz/rok] wartość redukcji [%]			Zużycie energii [kWh/rok]
					wł-23:00/ 05:00-wył 100%	23:00- 01:00 30%	01:00- 05:00 50%	
projektowane	U1	16	65	1,04	1960	730	1460	2 798,33
	U2	49	37	1,81	1960	730	1460	4 878,24
	U3	83	39	3,24	1960	730	1460	8 709,80
	U4	49	33	1,62	1960	730	1460	4 350,86
	U5	103	36	3,71	1960	730	1460	9 977,12
	U6	23	47	1,08	1960	730	1460	2 908,65
	U7	20	36	0,72	1960	730	1460	1 937,30
	U8	234	37	8,66	1960	730	1460	23 296,08
Razem (projektowane)		577		21,87				58 856,37
istniejące	LED 40W	6	40	0,24	4150			2 241,00
Razem (istniejące)		6		0,24				2 241,00
RAZEM (wszystkie oprawy)		583		22,11	4150			61 097,37

Tabela 13 Roczne zużycie energii elektrycznej przez system oświetleniowy w Wariantcie II (optymalnym) modernizacji

Zestawienie różnicy w zużyciu energii elektrycznej pomiędzy Wariantem I a Wariantem II w skali roku przedstawiono w tabeli poniżej:

	Wariant I (bez redukcji)	Wariant II (z redukcją)
Całkowita ilość opraw	583	583
Oprawy LED projektowane objęte redukcją	0	577
Oprawy LED istniejące i projektowane nie objęte redukcją	583	6
Całkowite zużycie energii [kWh/rok]	91 756,50	61 097,37
RÓŻNICA [kWh/rok]	30 659,13	

Tabela 14 Porównanie zużycia energii po modernizacji w wariantcie minimalnym a optymalnym

Przed modernizacją zużycie energii wynosiło **205 425 kWh/rok**. Zastosowanie zmiennych profili redukcji mocy w nowych oprawach pozwoli zaoszczędzić **144 237,6 kWh** energii elektrycznej w stosunku do sytuacji sprzed modernizacji co stanowi zmniejszenie zużycia energii o **70,26%**.

W kolejnym kroku możliwe jest również obniżenie początkowego strumienia świetlnego opraw o wartość wynikającą z przyjętego do obliczeń oświetleniowych współczynnika konserwacji równego 0,8. Oznacza to, że celem zapewnienia odpowiednich parametrów oświetleniowych w trakcie okresu życia opraw oświetleniowych szacowanego na 25 lat na początku eksploatacji strumień świetlny jest zawyżony o 25% po czym stopniowo spada wraz z postępującym zużyciem źródeł LED. Dzięki zastosowaniu modułu do zdalnej komunikacji można obniżyć początkowy strumień świetlny o 20% i zaprogramować jego stopniowe zwiększanie w czasie eksploatacji jednocześnie osiągając dalsze oszczędności w zużyciu energii.

Zastosowanie modułu do zdalnej komunikacji pozwala na elastyczne programowanie mocy i strumienia opraw zarówno grupowo jak i indywidualnie. Pozwala na zmianę harmonogramu świecenia opraw dowolną ilość razy na żądanie Zamawiającego (zmniejszenie lub zwiększenie mocy opraw w wskazanych przedziałach czasowych) bez konieczności fizycznego dostępu do oprawy.

Użyteczną funkcjonalnością jest okresowe raportowania zużycia energii elektrycznej narastająco oraz dla każdej nocy i dla każdej pełnej godziny, czasu działania każdej oprawy LED: czas pracy zasilacza, czas pracy panelu LED (świecenia) z podziałem na stopień (procentowy) redukcji strumienia świetlnego i mocy w każdej godzinie doby. Możliwe jest również pozyskanie informacji o oprawach działających / uszkodzonych wraz z rzeczywistą lokalizację GPS poszczególnych opraw.

W ramach Wariantu II modernizacji Przedmiotem Inwestycji nie jest instalacja systemu sterowania oświetleniem ulicznym. Natomiast oprawy oświetleniowe wyposażone w moduły komunikacyjne muszą dawać możliwość zainstalowania systemu sterowania o następujących parametrach technicznych:

- system powinien zapewnić zdalny nadzór oraz konfigurację sieci oświetleniowej poprzez sieć internetową z poziomu przeglądarki internetowej bez konieczności instalowania dodatkowego oprogramowania. Dostęp do interfejsu użytkownika powinien być możliwy z dowolnego urządzenia wyposażonego w dostęp do internetu i przeglądarki internetowej
- możliwość zdalnej zmiany konfiguracji w dowolnym momencie
- automatyczna redukcja mocy zgodnie z ustalonym harmonogramem redukcji
- dostęp do historycznych parametrów pracy systemu
- generowanie raportu błędów
- możliwość rozbudowy systemu w przyszłości o dodatkowe punkty świetlne istniejącej sieci oświetleniowej
- tworzenie kont użytkowników z różnorodnymi poziomami dostępu z możliwością zmiany w dowolnym momencie
- bezpłatne wsparcie techniczne polegające na bieżących zdalnych aktualizacjach oprogramowania sterownika oraz zabezpieczeń
- system będzie wspierany przez dostawcę w okresie co najmniej 10 lat od jego wdrożenia,
- oprogramowanie systemu będzie na bieżąco bezpłatnie aktualizowane przez dostawcę,
- gromadzone na platformie lub serwerze dane będą własnością Zamawiającego, a jej dostawca zapewni Zamawiającemu bezpłatne ich przechowywanie lub udostępnienie od czasu ich powstania do czasu rezygnacji z korzystania przez Zamawiającego,
- dostawca systemu zarządzania oświetleniem powinien wskazać oraz przedstawić rekomendacje z przynajmniej 2-ch udanych wdrożeń systemu w ostatnich 3-latach na terenie UE, gdzie każde z nich obejmowało co najmniej 300 punktów świetlnych
- w przypadku wystąpienia awarii systemu sterowania, powinno być możliwe przełączenie sieci oświetleniowej i uruchomienie jej na sterowaniu ręcznym z pominięciem systemu.

1.7.7. Zestawienie prac modernizacyjnych i pozostałe aspekty techniczne

Zamawiający wymaga dostawy i montażu nowych opraw energooszczędnych LED w II klasie ochronności i sumie mocy zainstalowanej nie większej niż 22,114 kW. Minimalna moc oprawy LED 33W przy skuteczności świetlnej nie mniej niż 130 lm/W. Nowe oprawy LED muszą być dostarczone i zainstalowane w komplecie z nowymi przewodami zasilającymi, nowymi zabezpieczeniami i nowymi modułami bezprzewodowej komunikacji. Przez komplet należy rozumieć jako trwałe połączenia bezpośrednio z oprawą energooszczędną LED.

Przedmiot Inwestycji obejmuje:

- wyminę starego nieefektywnego oświetlenia sodowego na nowoczesne energooszczędne oświetlenie LED z redukcją mocy i modułem komunikacji,
- wymiana istniejących elementów zasilających i zabezpieczeń – przewody zasilające oprawy, zabezpieczenia i zaciski na liniach napowietrznych
- przeprowadzenie wymaganych prób i badań
- przygotowanie dokumentów związanych z oddaniem do użytkowania zmodernizowanych w tym inwentaryzacji powykonawczej w systemie GIS z podaniem dokładnej lokalizacji zainstalowanych urządzeń
- uzyskanie odbiorów robót i rozliczenie / utylizacja zdemontowanego sprzętu oświetleniowego

Inwentaryzacja powykonawcza

Inwentaryzacja powykonawcza powinna być sporządzona według wzoru dostarczonego przez Zamawiającego i obejmować pełne tabelaryczne zestawienie punktów z uwzględnieniem atrybutów objętych pracami modernizacyjnymi.

Parametrami tymi są:

- a) parametry drogi, ulicy
 - szerokość
 - rodzaj nawierzchni
 - kategoria drogi
 - kategoria oświetleniowa drogi
- b) parametry infrastruktury oświetleniowej
 - typ, moc oprawy oświetleniowej -aktualna i projektowana,
 - ilość opraw na słupie
 - odległość słupów od krawędzi drogi
 - odległość między słupami
 - wysokość zawieszenia opraw
 - nr ewidencyjny słupa, jego lokalizacja (X, Y, pozycja GPS)
 - numer skrzynki SON, SOK, lokalizacja (X, Y)
 - wartość zabezpieczenia
 - typ linii oświetleniowej (napowietrzna kablowa, Al, AsXSn, YKY,YAKY)
 - moc nominalna oprawy
 - moc rzeczywista oprawy
 - nr. Stacji i skrzynki SO z którą powiązany jest punkt oświetleniowy

- c) stacje transformatorowe
 - numer stacji, nazwa,
 - system ochrony
 - budowa [kontenerowa, na platformie]
 - lokalizacja

- d) skrzynki sterujące SO
 - numer skrzynki
 - numer Stacji Transformatorowej z której jest zasilana
 - wartość zabezpieczenia przedlicznikowego
 - lokalizacja
 - nr. Punktu pomiarowego
 - nr. Licznika
 - dok. Fotograficzna

System sterowania i zarządzania oświetleniem

W ramach przedmiotowej inwestycji nie przewiduje się modernizacji szaf oświetleniowych i zmiany systemu sterowania. Dostarczone oprawy oświetleniowe i urządzenia mają gwarantować możliwość zdalnego sterowania bez dodatkowej modyfikacji oprawy jak również gwarantować w przyszłości współpracę z inteligentnym systemem sterowania według wymagań ENERGA Oświetlenia Sp. z o.o. i Zamawiającego.

Kompensacja mocy biernej

Nie przewiduje się montażu urządzeń do kompensacji mocy biernej.

Jednocześnie zgodnie z wymaganiami należy zainstalować nowe oprawy energooszczędne LED, które nie generują ponadnormatywnej mocy biernej a tym samym nie powodują powstania opłat za energię bierną.

Ochrona przeciwporażeniowa

Układ sieci TN-C pozostaje bez zmian. Oprawy w II klasie ochrony. W oprawach zastosować zasilacze z ochroną przeciwprzepięciową 10kV.

Po wykonaniu modernizacji należy sprawdzić rezystancję i ciągłość izolacji przewodów zasilających przez wykonanie pomiarów, potwierdzonych odpowiednio sporządzonym protokołem.

Przewody oświetleniowe

Oprawy należy przyłączyć do zacisków i gniazd bezpiecznikowych kablem YKY 3x2,5mm na napięcie 750V, prowadzonym wewnątrz wysięgnika.

1.7.8. Uwagi końcowe

Całość instalacji wykonać zgodnie z normami, przepisami BHP i wymogami Prawa Budowlanego. Prace należy prowadzić zgodnie z OPZ, wymaganiami technicznymi oraz aktualnie obowiązującymi przepisami i normami. Wszelkie zmiany w trakcie realizacji robót związanych z wykonaniem Przedmiotu Inwestycji, winny być uzgodnione z Inwestorem oraz Inspektorem nadzoru.

Do realizacji budowy stosować materiały dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie. Są to wyroby, dla których wydano certyfikat na znak bezpieczeństwa lub deklarację zgodności z Polską Normą lub aprobatą techniczną (Prawo Budowlane art.10).

Zgodnie z wymogami ENERGA Oświetlenie Sp. z o.o. przed przystąpieniem do robót Wykonawca sporządzi projekt modernizacji oświetlenia obejmujący w szczególności:

- a) liczbę i lokalizację punktów świetlnych, określenie ich rodzaju, mocy, typu z parametrami montażu opraw oraz punktem zasilania opraw. Zestawienia opraw na obiektach powinny być zestawione w rozbiciu na poszczególne PPE, (numery PPE Zamawiający przekaze Wykonawcy w dniu zawarcia umowy).
- b) schematy jednokreskowe lub mapa z rozmieszczeniem opraw i ich statusem,
- c) zestawienie tabelaryczne stanu przed montażem i po modernizacji,
- d) zestawienie demontażu i montażu opraw i pozostałego osprzętu.

Projekt po wykonaniu powinien zostać przesłany do uzgodnienia do Wydziału Realizacji Usług Regionu Południe ENERGA Oświetlenie Sp. z o.o., Adres: ul. Mławska 1, 06-400 Ciechanów w terminie do 30 dni kalendarzowych od dnia zawarcia umowy.

Energia Oświetlenie zweryfikuje zaproponowane przez Wykonawcę rozwiązanie modernizacji oświetlenia w zakresie zastosowanych materiałów i zgodności obliczeń fotometrycznych, w oparciu o zgodność z wymaganiami SWZ w terminie 5 dni roboczych od dnia przekazania projektu.

Wykonawcą prac związanych z modernizacją oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Naruszewo może być firma posiadająca stosowne uprawnienia do wykonywania tych prac i spełniająca wymagania określone w SWZ. Bezwzględny warunkiem przystąpienia do robót w zakresie modernizacji oświetlenia jest zaakceptowanie projektu modernizacji oświetlenia przez Wydział Realizacji Usług Regionu Południe ENERGA Oświetlenie Sp. z o.o. w Ciechanowie, ul. Mławska 1.

Uzgodnienie terminu i czasu trwania wyłączeń – Zaleca się wykonanie robót w technologii prac pod napięciem. W uzasadnionych przypadkach wyłączenia z pod napięcia urządzeń może odbywać się tylko za wiedzą i przy współudziale Rejon Energetyczny. Każde wyłączenie napięcia wymaga uzgodnienia terminu i czasu trwania wyłączenia z co najmniej 14 dniowym wyprzedzeniem.

Po zakończeniu pracy należy wykonać pomiary rezystancji uziemienia i izolacji przewodów i kabli, sprawdzić, ciągłość linii zasilających, natężenia oświetlenia dla bazowych sytuacji oświetleniowych. Sporządzić protokoły z powyższych pomiarów

Po zakończeniu robót przygotować dokumentację powykonawczą, nanieść wszelkie powstałe w trakcie robót zmiany, skorygować jeśli potrzeba lokalizację oprav oświetleniowych a dane zestawić w zestawieniu poinwentaryzacyjnym.

Teren wykonania prac po zakończeniu robót należy uporządkować oraz przekazać protokolarnie Zamawiającemu.

2. CZĘŚĆ OBLICZENIOWA

2.1. Analiza energetyczna i efekt ekologiczny

2.1.1. Zmniejszenie mocy zainstalowanej

Na podstawie przeprowadzonej inwentaryzacji zakresu modernizacji zestawiono typy obecnie zainstalowanych opraw:

Oprawa	Ilość [szt]	Moc [W]	Moc zainstalowana [kW]
WLS 70W	509	84	42,76
WLS 100W	41	115	4,72
WLS 150W	5	176	0,88
LED 40W	27	40	1,08
LED 65W	1	65	0,07
RAZEM	583		49,50

Tabela 15 Moc systemu oświetleniowego przed modernizacją

Poniżej w tabeli przedstawiono ilości opraw oraz moc po modernizacji:

Oprawa		Ilość [szt]	Moc [W]	Moc zainstalowana [kW]	Czas pracy [godz/rok] wartość redukcji [%]	Zużycie energii [kWh/rok]
projektowane	U1	16	65	1,04	4150	4 316,00
	U2	49	37	1,81	4150	7 525,22
	U3	83	39	3,24	4150	13 435,82
	U4	49	33	1,62	4150	6 711,68
	U5	103	36	3,71	4150	15 390,80
	U6	23	47	1,08	4150	4 486,91
	U7	20	36	0,72	4150	2 988,50
	U8	234	37	8,66	4150	35 936,76
Razem (projektowane)		577		21,87		90 791,68
istniejące	LED 40W	6	40	0,24	4150	996,00
Razem (istniejące)		6		0,24		996,00
RAZEM (wszystkie oprawy)		583		22,11	4150	91 787,68

Tabela 16 Ilość opraw oraz moc po modernizacji systemu (bez redukcji)

	Przed modernizacją	Po modernizacji
Całkowita ilość opraw	583	583
W tym oprawy sodowe	555	0
W tym oprawy LED projektowane	0	577
W tym oprawy LED istniejące	28	6
Pobór mocy całkowity - kW	49,5 kW	22,114 kW

Tabela 17 Moc systemu przed i po modernizacji

Moc rzeczywista zainstalowana po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **22,114 kW**, obniżenie mocy zainstalowanej wyniesie **55 %**.

Prognozowana ilość zaoszczędzonej energii elektrycznej w wyniku modernizacji oświetlenia ulicznego Gminie Naruszewo bez redukcji mocy wynosi **91,79 MWh/rok**.

Przed modernizacją	
Źródło energii	Zużycie [kWh/rok]
Sieć energetyczna	205 425

Po modernizacji – bez redukcji	
Źródło energii	Zużycie [kWh/rok]
Sieć energetyczna	91 787,68

EFEKT EKOLOGICZNY

Wskaźniki emisji							
jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	Pył	Sadza	B-a-P
kg/kWh	0,000436	0,000456	0,000261	0,685	0,000018	0	0

Wartość emisji przed modernizacją							
jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	Pył	Sadza	B-a-P
kg/kWh	89,57	93,67	53,62	140 716	3,70	-	-

Wartość emisji po modernizacji							
jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	Pył	Sadza	B-a-P
kg/kWh	40,30	42,15	24,13	154 036	1,66	-	-

% redukcji							
	55	55	55	55	55	-	-

Tabela 18 Efekt ekologiczny modernizacji w wariantcie minimalnym

2.1.2. Efekt ekologiczny w wariantcie optymalnym modernizacji

Szczegółowe wyliczenie różnicy w zużyciu energii elektrycznej pomiędzy Wariantem I a Wariantem II w skali roku przedstawiono w rozdziale 1.7.6. w którym omówiono i porównano te dwa warianty modernizacji.

Prezentując efekt ekologiczny przypomnieć należy że przed modernizacją zużycie energii wynosiło **205 425 kWh/rok**. Zastosowanie zmiennych profili redukcji mocy w nowych oprawach pozwoli zaoszczędzić **144 237,6 kWh** energii elektrycznej w stosunku do sytuacji sprzed modernizacji co stanowi zmniejszenie zużycia energii o **70,26%**.

Przed modernizacją	
Źródło energii	Zużycie [kWh/rok]
Sieć energetyczna	205 425

Po modernizacji – z redukcją	
Źródło energii	Zużycie [kWh/rok]
Sieć energetyczna	61 097,37

EFEKT EKOLOGICZNY

Wskaźniki emisji							
jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	Pył	Sadza	B-a-P
kg/kWh	0,000436	0,000456	0,000261	0,685	0,000018	0	0

Wartość emisji przed modernizacją							
jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	Pył	Sadza	B-a-P
kg/kWh	89,57	93,67	53,62	140 716	3,70	-	-

Wartość emisji po modernizacji							
jedn.	SO ₂	NO _x	CO	CO ₂	Pył	Sadza	B-a-P
kg/kWh	26,64	27,86	15,95	41 849	1,10	-	-

% redukcji							
	70,26	70,26	70,26	70,26	70,26	-	-

Tabela 19 Efekt ekologiczny modernizacji w wariantcie optymalnym (z redukcją mocy)

Realizacja Przedmiotu Umowy w wariantcie optymalnym pozwoli na uzyskanie efektu ekologicznego w postaci redukcji emisji CO₂ o **70,26%** co oznacza wyemitowanie do atmosfery o **98,87 ton** rocznie tego gazu mniej.

2.2. Roczne oszczędności kosztów energii

Do wyliczenia rocznych oszczędności w kosztach energii elektrycznej przyjęto:

- czas świecenia urządzeń oświetleniowych w ciągu roku, wg rozporządzenia wynosi 4 150 godzin rocznie
- koszt energii elektrycznej 698 zł / MWh
- stawka z energią elektryczną wraz z opłatą handlową i dystrybucyjną 0,89 zł / kWh

Koszty związane z zakupem i dostawą energii elektrycznej w stanie istniejącym (brutto):

182 828,25 zł

Koszty energii elektrycznej po modernizacji w warrancie optymalnym (brutto):

54 376,66 zł.

Roczna oszczędność kosztów energii 182 828,25- 54 376,66 zł = **128 451,60 zł**

2.3. Analiza finansowa wariantów modernizacji

Dla Przedmiotu Inwestycji, objętego zakresem audytu, wyznaczono koszty inwestycyjne uwzględniające materiały oraz prace instalacyjno-montażowe związane z realizacją modernizacji.

Koszty całkowite obejmują następujące pozycje:

- demontaż istniejących opraw oświetleniowych
- montaż opraw oświetlenia zewnętrznego, wyposażonych w złącze Zhaga z certyfikatem ENEC, ENEC+, ZD4 w komplecie z przewodem zasilającym, zabezpieczeniem i modułem komunikacji bezprzewodowej do gniazda Zhaga (wbudowany GPS, 8 profili redukcji mocy oprawy wraz z ich dowolną bezprzewodową zmianą)
- sprawdzenie i pomiar kompletnego 1-fazowego obwodu elektrycznego niskiego napięcia (kabel pomiędzy zaciskiem a oprawą)
- opracowanie i wykonanie tymczasowej organizacji ruchu wraz z uzyskaniem wymaganych zatwierdzeń
- wykonanie dokumentacji powykonawczej wraz ze sporządzeniem powykonawczej inwentaryzacji GIS

W **Załączniku nr 7 – Kosztorys inwestorski do zadania** przedstawiono oszacowanie kosztów modernizacji poszczególnych wariantów z uwzględnieniem czynników cenotwórczych.

	Koszt brutto modernizacji	Roczna oszczędność	Przewidywany czas zwrotu z inwestycji
Wariant I (minimalny)	682 270,90 zł	101 164,97 zł	6 lat 9 m-cy
Wariant II (optymalny)	889 990,90 zł	128 451,60 zł	6 lat 11 m-cy

Tabela 20 Szacowane koszty inwestycyjne i czas zwrotu z inwestycji

Analizując dane z powyższej tabeli, stwierdzono, że wariant II jest najkorzystniejszy dla realizacji Przedmiotu Inwestycji. Prosty czas zwrotu dla obu projektów jest bardzo zbliżony przy czym wariant optymalny (II) zapewnia większą redukcję zużycia energii elektrycznej i emisji CO₂.

Patrząc na czas zwrotu dla inwestora jakim jest Gmina Naruszewo trzeba wziąć pod uwagę fakt, że realnym kosztem realizacji zadania dla Gminy jest wkład własny w wysokości 20%. Tak licząc w obu wariantach realny czas zwrotu to 1 rok i 4 miesiące.

Warto też zauważyć, że żywotność instalacji jest przewidziana na 25 lat więc realizacja tego wariantu zapewni nie tylko dużo większe oszczędności ale również lepiej zabezpieczy Gminę przed ryzykiem znacznego wzrostu cen energii elektrycznej.

Ponadto przy finalnej ocenie należy uwzględnić dodatkowe oszczędności w eksploatacji i konserwacji urządzeń które zapewni zastosowaniu profili redukcji i możliwość bezprzewodowej komunikacji z oprawami. W przypadku zainstalowania systemu sterowania w przyszłości można będzie zaprogramować system indywidualnie w celu osiągnięcia jeszcze wyższych oszczędności. Urządzenia zmodernizowane będą przez 10 lat na gwarancji, a po tym okresie nakład pracy na ich utrzymanie będzie zdecydowanie mniejszy niż obecnie, co korzystnie wpływa na całkowite koszty utrzymania instalacji. Tym samym cel inwestycyjny zadania pn „Podniesienie jakości usługi oświetleniowej na terenie Gminy Naruszewo zostanie zrealizowany w sposób najpełniejszy i ekonomicznie uzasadniony.

Mając na uwadze powyższe rekomenduje się wariant II (optymalny) jako wariant inwestycyjny.

3. Spis załączników

Załącznik nr 1 – Wykaz majątku oświetleniowego będącego Przedmiotem Inwestycji

Załącznik nr 2 – Wykaz Punktów Poboru Energii (PPE) na terenie Gminy

Załącznik nr 3 – Wymogi techniczne dotyczące prac modernizacyjnych ENERGA

Załącznik nr 4 - Referencyjne obliczenia fotometryczne

Załącznik nr 5 – Tabela wynikowa z obliczeń fotometrycznych

Załącznik nr 6 – Zestawienie montażowe opraw

Załącznik nr 7 – Kosztorys inwestorski do zadania

4. Spis tabel i rysunków

Tabela 1 Ilość opraw oświetleniowych w poszczególnych miejscowościach (Opracowanie własne).....	8
Tabela 2 Normy stosowane przy projektowaniu oświetlenia drogowego	11
Tabela 3 Klasy oświetlenia M [wg PN-EN 13201-2:2016].....	13
Tabela 4 Klasy oświetlenia C [wg PN-EN 13201-2:2016]	13
Tabela 5 Klasy oświetlenia P [wg PN-EN 13201-2:2016]	13
Tabela 6 Wybór poziomu klasy oświetleniowej M5 dla dróg wojewódzkich i krajowych.....	23
Tabela 7 Wybór poziomu klasy oświetleniowej dla dróg gminnych i powiatowych	24
Tabela 8 Wybór poziomu klasy oświetleniowej dla chodników	24
Tabela 9 Wybór klasy oświetleniowej dla dróg gminnych i powiatowych z pieszymi i rowerzystami jako głównymi uczestnikami ruchu	25
Tabela 10 Wybór klasy oświetleniowej chodników i placów zabaw znajdujących się w zakresie opraw oświetlenia drogowego	25
Tabela 11 Zestawienie mocy i skuteczności świetlnej zaprojektowanych opraw	33
Tabela 12 Proponowany harmonogram redukcji mocy	36
Tabela 13 Roczne zużycie energii elektrycznej przez system oświetleniowy w Wariantie II (optymalnym) modernizacji.....	36
Tabela 14 Porównanie zużycia energii po modernizacji w wariantie minimalnym a optymalnym	37
Tabela 15 Moc sytemu oświetleniowego przed modernizacją	43
Tabela 16 Ilość opraw oraz moc po modernizacji systemu (bez redukcji)	43
Tabela 17 Moc systemu przed i po modernizacji	44
Tabela 18 Efekt ekologiczny modernizacji w wariantie minimalnym	44
Tabela 19 Efekt ekologiczny modernizacji w wariantie optymalnym (z redukcją mocy)	45
Tabela 20 Szacowane koszty inwestycyjne i czas zwrotu z inwestycji	47

Rysunek 1 Mapa Gminy Naruszewo (Źródło: Open Street Map)	6
Rysunek 2 Układ drogowy Gminy Naruszewo (Źródło: Materiały własne Urzędu Gminy w Naruszewie) ..	7
Rysunek 3 Oprawa zawieszona na słupie typu ŻN pod nieizolowaną linią abonencką (Strzembowo)	15
Rysunek 4 Oprawa zawieszona na żerdzi wirowanej pod linią izolowaną (Nowe Naruszewo)	15
Rysunek 5 Oprawa oświetleniowa zawieszona na słupie znajdującym się zbyt daleko od drogi	16
Rysunek 6 Słup z oprawą oświetleniową posadowiony na terenie posesji prywatnej	16
Rysunek 7 Oprawa zamocowana na krótkim wysięgniku, zbyt daleko od krawędzi jezdni, linia nieizolowana (Nowe Naruszewo)	17
Rysunek 8 Oprawa zamocowana na krótkim wysięgniku we właściwej odległości do krawędzi jezdni, linia izolowana (Radzyminek)	17
Rysunek 9 Przykładowy schemat układu sieci typu TN-C	17
Rysunek 10 Typowy zestaw zasilający obwody oświetleniowe i stacja trafo (Zaborowo)	18
Rysunek 11 Typowa szafka oświetleniowa SO-7 (Naruszewo)	18
Rysunek 12 Schemat typowej szafki oświetleniowej ze sterowaniem zegarem astronomicznym	18
Rysunek 13 Przykład numeracji słupa według starego systemu	20
Rysunek 14 Numeracja słupa według nowego systemu z oznaczeniem stacji zasilającej i numeru obwodu	20
Rysunek 15 Wygląd i kształt opraw drogowych odpowiadających minimalnym wymaganiom technicznym	31
Rysunek 16 Wymiary i powierzchnia boczna opraw odpowiadających minimalnym wymaganiom	31