

Gmina Solec Kujawski



AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA ULICZNEGO

INWESTOR:

Gmina Solec Kujawski
ul. 23 Stycznia 7; 86-050 Solec Kujawski; NIP: 5542892492

WYKONAWCA:

AVC Polska Sp. z o. o.
ul. Wrzeciono 54a; 01-956 Warszawa; NIP 5223035328

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ

KARTA AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ		Data wykonania	
		30.10.2017r.	
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej			
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:		Wymiana opraw oświetleniowych wraz z osprzętem na energooszczędne,	
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):		Modernizacja oświetlenia zewnętrznego (na terenie dróg, ulic i placów) polegające na wymianie opraw oświetleniowych wraz z osprzętem na energooszczędne.	
Dane podmiotu lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa), u którego zostanie zrealizowane przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej lub przedsięwzięcie takie zostało zrealizowane:		Gmina Solec Kujawski ul. 23 Stycznia 7; 86-050 Solec Kujawski; NIP: 5542892492	
Data rozpoczęcia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej albo planowana data rozpoczęcia tego przedsięwzięcia*:	Planowana data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej*:	Data zakończenia przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej**:	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:
2018	-	-	10
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (na podstawie audytu efektywności energetycznej)			
Średnioroczna oszczędność energii finalnej:	169 639,30	[kWh/rok]	14,59,67 [toe/rok]
Średnioroczna oszczędność energii pierwotnej:	514 058,48	[kWh/rok]	44,20 [toe/rok]
Szacowana wielkość redukcji emisji CO ₂ ***:	138		[ton/rok]
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej			
Imię i nazwisko:	mgr inż. Mariusz Tabęcki		
Nr uprawnień:	nie dotyczy		
Nr telefonu:	607 066 454		
Podpis:			

*W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej jeszcze niezrealizowanego.

** W przypadku przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej już zrealizowanego.

***Na podstawie wskaźników emisji CO₂ zawartych w tabeli nr 2 w załączniku nr 1 do rozporządzenia Ministra Środowiska z dnia 12 września 2008 r. w sprawie sposobu monitorowania wielkości emisji substancji objętych wspólnym systemem handlu uprawnieniami do emisji (Dz. U. Nr 183, poz. 1142) oraz publikowanych przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami do raportowania w ramach Wspólnotowego Systemu Handlu Uprawnieniami do Emisji za dany rok.

CHARAKTERYSTYKA PRZEDSIĘWZIĘCIA

1. Dane ogólne		Przed	Po
	Modernizacja oświetlenia zewnętrznego (na terenie dróg, ulic i placów) polegające na wymianie opraw oświetleniowych wraz z osprzętem na energooszczędne. Ogólna ilość opraw oświetleniowych (szt.):	767	933
2. Charakterystyka energetyczna oświetlenia			
1.	Obliczeniowa moc systemu oświetlenia [kW]	76,42	37,11
2.	Roczne zużycie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia [kWh/rok]	307 514	137 874
3. Opłaty jednostkowe			
1	Opłata za 1 kWh energii elektrycznej brutto	0,2337	0,2337
4. Charakterystyka ekonomiczna wybranego wariantu modernizacji			
1.	Roczne zmniejszenie zużycia energii finalnej [%]		55
2.	Roczne zmniejszenie zużycia energii finalnej [kWh/rok]		169 639,30
3.	Roczne zmniejszenie zużycia energii pierwotnej [kWh/rok]		514 058,48
4.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]		39 645
5.	Planowane koszty przedsięwzięcia [zł]		3 856 919

GŁÓWNE CZĘŚCI AUDYTU

Wstęp	3
Opis stanu istniejącego	10
Pomiary luminancji oświetlenia	22
Porównanie systemów oświetlenia przed i po modernizacją	33
Warianty modernizacji wraz z analizą środowiskową oraz finansową	34
Wariant I	34
Wariant II	37
Wariant III	40
Prognoza kosztów eksploatacji	41
Analiza rozwiązań techniczno-technologicznych	44
Podsumowanie	54

GMINA SOLEC KUJAWSKI

WYKONANIE AUDYTU EFEKTYWNOŚCI ENERGII ELEKTRYCZNEJ SYSTEMU OŚWIETLENIA ULICZNEGO.

W prawidłowo zorganizowanym procesie przygotowania inwestycji dokumentacja techniczna modernizacji oświetlenia stanowi początkowy etap analizy przed inwestycyjnej, następujący bezpośrednio po zidentyfikowaniu problemu i sformułowaniu programu funkcjonalno-użytkowego, bądź przynajmniej wstępnej koncepcji funkcjonalno-użytkowej. Etap ten ma na celu zbadanie i określenie możliwości inwestycyjnych, oraz wskazanie sposobów jej realizacji. Niniejsze opracowanie jest opracowywane właśnie na tym etapie: nie istnieje jeszcze projekt techniczny, kosztorys, ani pełny program funkcjonalno-użytkowy dotyczący całości inwestycji. Istnieje jedynie ogólna koncepcja funkcjonalno-użytkowa sformułowana przez Zamawiającego. Audyt poddaje analizie zintegrowaną koncepcję kompleksowej modernizacji całości systemu oświetlenia na terenie miasta i gminy Solec Kujawski.

Niniejsze opracowanie jest sporządzone zgodnie z przepisami prawa Unii Europejskiej w zakresie opracowania audytów, studiów wykonalności, analiz finansowych dla inwestycji infrastrukturalnych i procedur wdrażania projektów dofinansowanych z funduszy strukturalnych UE.

KWESTIE ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO

Analiza oddziaływania na środowisko jest zgodna z Dyrektywą dotyczącą „Oceny Wpływu na Środowisko” 85/337/EEC znowelizowaną przez Dyrektywę 97/11/EC – COM (1993) 575. Korzystano również z projektu „Wspólnotowych ram dla współpracy w celu promowania zrównoważonego rozwoju” 1411/2001/EC – COM (1999) 557. Pomocniczo uwzględniono zapisy Strategii Tematycznej dla Środowiska

Celem niniejszego opracowania jest:

1. Potwierdzenie lub zakwestionowanie społeczno-gospodarczej celowości realizacji projektu według koncepcyjnych założeń Zamawiającego.

2. Przekazanie Zamawiającemu zaleceń i wskazań, co do:

- wyboru optymalnego rozwiązania technicznego,
- sposobu uwzględnienia w zadaniu modernizacji specyficznych wymogów dotyczących efektywnego

zarządzania oświetlaniem dróg i ulic,
- sposobu zorganizowania procesu modernizacji systemu oświetlenia, oraz jego rozbudowy
- analizy stanu technicznego obecnego systemu oświetlenia

Miejskiego, stanowiącej część europejskiej polityki w zakresie środowiska przyrodniczego na obszarach zurbanizowanych, stanowiącej część VI Programu Działań „Środowisko 2020: Nasza przyszłość, nasz wybór”

Przyjmuje się 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 - 0,812 Mg CO₂/MWh czyli 812 kg CO₂/MWh

ZAGADNIENIA SPECYFICZNE DLA OŚWIETLENIA ULICZNEGO I DROGOWEGO

W zakresie zagadnień specyficznych dla oświetlenia drogowego za podstawę opracowania niniejszego audytu służyły następujące akty prawne, rozporządzenia oraz Polskie Normy:

Ustawy:

Ustawa Prawo Zamówień Publicznych z dnia 29 stycznia 2004r. (Dz.U. z 2017 r. poz. 1579)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Gospodarki Morskiej w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej z dnia 2 września 2004r. (Dz.U. z 2013 r, poz. 1129)

Ustawa Prawo Budowlane z dnia 7 lipca 1994r. (Dz.U. z 2017 r., poz. 1332)

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Gospodarki Morskiej z dnia 18 maja 2004r. w sprawie określenia metod i podstaw sporządzania kosztorysu inwestorskiego, obliczania planowanych kosztów prac projektowych oraz planowanych kosztów robót budowlanych określonych w programie funkcjonalno-użytkowym (Dz.U. z 2004 Nr 130, poz. 1389)

Normy:

***PN-EN 13201- 2, 3 i 4 Oświetlenie Dróg.**

Pomocniczo niektóre zagadnienia zostały porównane z funkcjonującymi w obiegu międzynarodowym uznanymi normami i wytycznymi innych krajów

CEL I ZALECENIA PROJEKTU

Projekt koncepcyjny przewiduje modernizację oświetlenia ulicznego na terenie miasta, w celu podwyższenia efektywności energetycznej, przy zachowaniu zgodności z dotyczącą oświetlenia ulicznego Polską Normą PN-EN 13201. Ponadto celem jest uzyskanie poprawy bezpieczeństwa ruchu drogowego, zwiększenie bezpieczeństwa mieszkańców oraz wykreowanie lepszego wizerunku miasta. W drugim etapie planowanych inwestycji, rozbudowa systemu ma na celu likwidację zacienionych miejsc oraz dowieszenie opraw w brakujących miejscach dla poprawy prowadzenia wzrokowego.

- Cel projektu: stworzenie nowego wizerunku miasta, poprawa bezpieczeństwa mieszkańców i ruchu drogowego, zmniejszenie zużycia energii, poprzez zaoferowanie odpowiednio dostosowanej infrastruktury oświetleniowej.
- Zalecane technologie są zgodne z polskimi normami przenoszącymi normy europejskie. Choć są to w znacznym zakresie rozwiązania specjalistyczne, to są one znane projektantom z dziedziny techniki świetlnej oraz wykonawcom robót oświetleniowych. Inwestycja jest wykonalna technicznie przy zachowaniu odpowiednich procedur wyboru projektanta i wykonawcy.
- Projekt jest wykonalny pod względem prawnym: wykluczono przeszkody prawne, co do pomyślnego przeprowadzenia inwestycji, zarówno ze strony prawa budowlanego, jak i ze strony innych działów prawa.
- Projekt nie generuje znaczącego zysku netto w rozumieniu punktu 40 Rozporządzenia Rady (WE) NR 1260/1999 z dnia 21 czerwca 1999 r.
- Projekt jest pozytywny dla środowiska przyrodniczego. [ogranicza pośrednio emisję gazów cieplarnianych, w szczególności CO₂].

Projekt jest wykonalny
przy założeniu spełnienia warunków określonych w niniejszym opracowaniu.

Tytuł

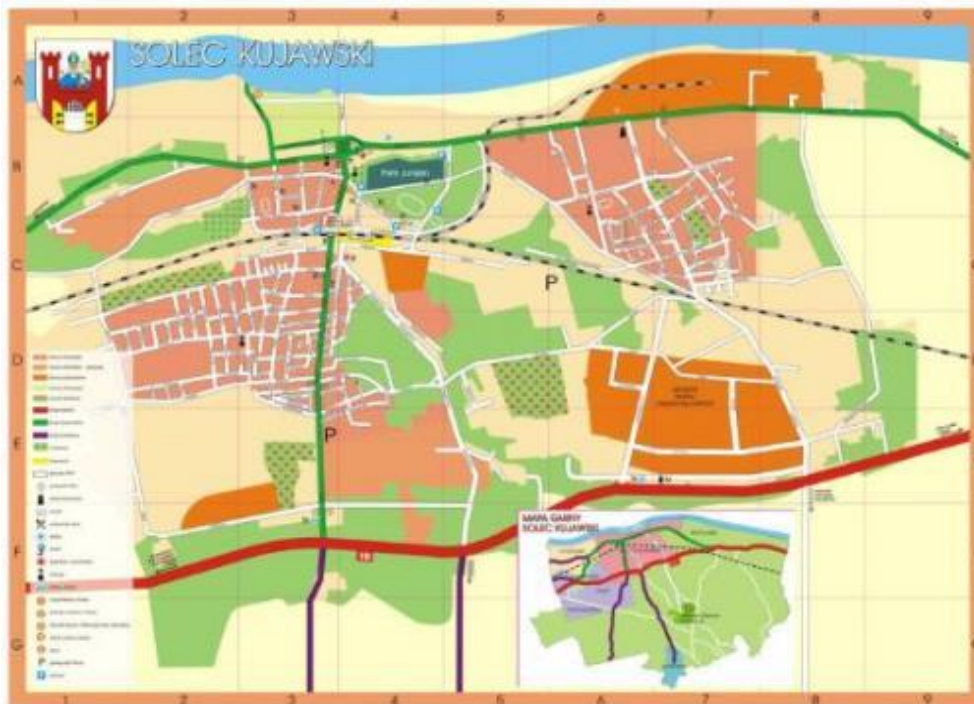
Rekomendowany projekt jest opatrzony tytułem:

Modernizacja istniejącego oświetlenia ulicznego na terenie Gminy Solec Kujawski przy spełnieniu PN-EN 13 201 - „Energoozczędne oświetlenie na terenie Miasta”

Modernizacja opierać się będzie na wykorzystaniu istniejącej infrastruktury sieci energetycznej i oświetleniowej oraz budowie wydzielonego systemu oświetlenia drogowego stanowiącego własność gminy Solec Kujawski.

LOKALIZACJA PROJEKTU

Niniejszą analizą objęty został system oświetlenia drogowego miasta Solec Kujawski, w szczególności część południowa miasta Solec Kujawski (obszar na południe od linii kolejowej – jako obszar najbardziej energochłonny).

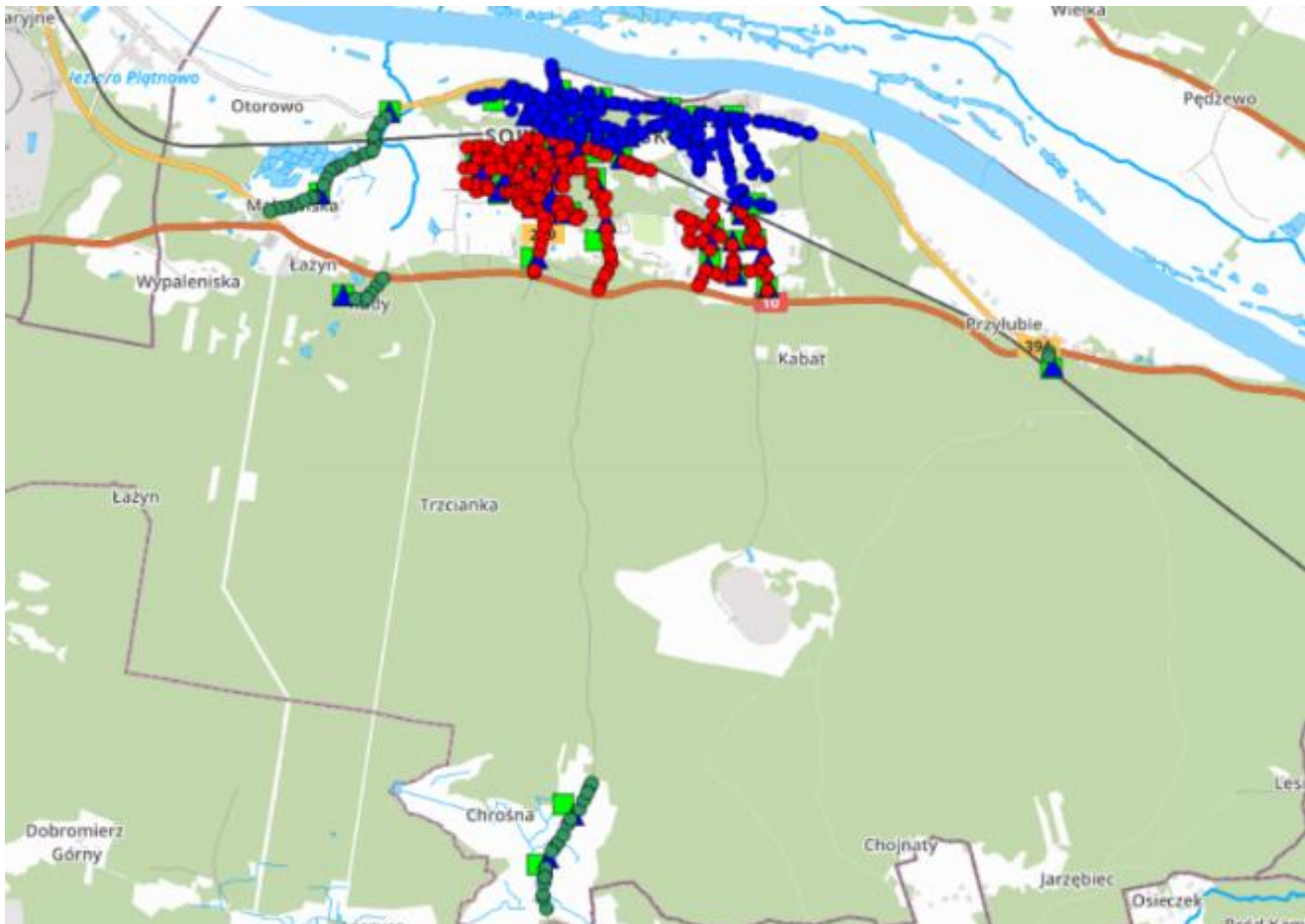


OPIS PROJEKTU, JEGO PRZEDMIOT I UZASADNIENIE WYBORU ROZWIĄZANIA

Przedmiotem analizy jest modernizacja systemu oświetlenia ulic i dróg miasta przy uwzględnieniu norm oraz zaleceń dotyczących oświetlenia drogowego.

Podczas szczegółowej inwentaryzacji z wykorzystaniem GIS w gminie zlokalizowano 1740 opraw z czego 1133 szt. należy do Zakładu Energetycznego, 587 szt. do Miasta i Gminy Solec Kujawski oraz 20 do Zarządu Dróg Wojewódzkich. Na omawianym terenie (umownie określonym na potrzeby audytu jako Strefa B) zinwentaryzowano 767 szt. opraw oświetleniowych, z których (z przyczyn technicznych) do wymiany zakwalifikowano 627 szt. o mieszanym statusie majątkowym.

Wariant inwestycji: stosunkowo wysokie nakłady, poprawienie efektywności energetycznej przez zastosowanie systemu opraw w technologii LED, oraz znaczna poprawa standardu oświetlenia. Podczas szczegółowej inwentaryzacji zakwalifikowano część opraw do wymiany. Poszczególne warianty inwestycji zakładają wymianę nieefektywnych energetycznie opraw oświetleniowych oraz opraw ze źle dobraną optyką w celu poprawy efektu oświetleniowego. Zakres terytorialny omawianej strefy przedstawiono na poniższym rysunku z zaznaczeniem modernizowanej Strefy B kolorem czerwonym.



Modernizacja oświetlenia znacznie poprawi efektywność energetyczną, **zakładamy zmniejszenie zużycia energii o ponad 50%**, zmniejszy zatem znacznie opłaty za pobór energii. Istotnie poprawi wizerunek miasta sprzyjając rozwojowi ekonomicznemu, poprzez zwiększenie zainteresowania inwestorów prywatnych, zwiększenie frekwencji turystów oraz zainteresowania inwestycjami budowlanymi na terenie miasta. Dodatkowo modernizacja systemu oświetlenia spowoduje poprawę bezpieczeństwa ruchu drogowego.

W celu zapewnienia pełnego poziomu bezpieczeństwa na analizowanym obszarze, zaleca się dowieszenie opraw w ciągach oświetleniowych. W ramach inwentaryzacji zidentyfikowano 169 szt. takich punktów, wymagających uzupełnienia o nowe oprawy dla poprawy prowadzenia wzrokowego oraz zwiększenia równomierności oświetlenia. Uwzględniając powyższy wymóg oraz ewentualne problemy związane z rozbudową infrastruktury oświetleniowej na majątku obcym, co może negatywnie wpłynąć na możliwość udzielenia pomocy publicznej (dofinansowanie ze środków unijnych, o które będzie ubiegać się Gmina), Inwestor postanowił na wybranych odcinkach wydzielić obwody oświetleniowe. Obecnie większość opraw w tym obszarze (260 szt.) zainstalowana jest na liniach niezolowanych, będących niejednokrotnie (130 szt.) liniami wspólnymi z siecią abonencką. Takie rozwiązanie stanowi zwiększenie ryzyka awarii oraz uciążliwości ich napraw dla mieszkańców (wyłączanie obwodów abonenckich), a dla zarządzającego wiąże się z dodatkowymi kosztami i formalnościami związanymi z uzyskiwaniem dostępu do opraw zamontowanych na majątku zakładu energetycznego. Dlatego dobrym rozwiązaniem jest wydzielenie obwodów oświetleniowych wybudowanych w oparciu o sieć kablową i rozmieszczenie nowych opraw oświetleniowych zgodnie z projektem spełniającym normy dotyczące oświetlenia drogowego. Rozwiązanie takie, oprócz oczywistych korzyści wynikających z poprawnie oświetlonych ciągów komunikacyjnych (poprawa bezpieczeństwa i komfortu), zapewnia Gminie bezproblemowy dostęp do własnej infrastruktury, ułatwiając nadzór oraz ewentualne rozbudowy tych odcinków. Należy spodziewać się również zmniejszenia kosztów konserwacji na tych odcinkach z uwagi na fakt ujednoczenia rodzaju opraw i braku kolizji z liniami abonenckimi oraz możliwości ingerencji we własne szafy sterujące.

Analiza wariantowa energooszczędnej modernizacji oświetlenia, obejmująca opis min trzech wariantów (np. wariant największych oszczędności eksploatacyjnych, minimalnych kosztów inwestycyjnych, wariant pośredni) uwzględnia wspomnianą powyżej budowę nowych odcinków poprzez zwiększenie ogólnej ilości opraw po modernizacji (budowa nowych odcinków uwzględnia ilości opraw potrzebne do spełnienia norm). Analiza uwzględnia również możliwość zainstalowania systemu sterowania oświetleniem, możliwości okresowej redukcji mocy, zastosowanie oszczędnych źródeł światła itp

- a. **Minimalny – Zakłada przeprowadzenie modernizacji systemu oświetlenia przy najniższych kosztach inwestycyjnych i maksymalnej możliwej do uzyskania oszczędności.**
- b. **Optymalny – Wariant rekomendowany przez audytora. Zakłada optymalizację kosztów realizacji inwestycji wraz uzyskaniem możliwie największych efektów środowiskowych i ekonomicznych po przeprowadzeniu modernizacji.**
- c. **Maksymalny – Wariant ten zakłada modernizację systemu oświetlenia wraz z realizacją redukcji mocy przez wdrożenie inteligentnego systemu sterowania oraz wyniesienia szaf oświetleniowych ze stacji transformatorowych. Wariant ten zakłada największe koszty inwestycyjne przy zwiększonym zakresie prac.**

ZAŁOŻENIA ANALIZY SYSTEMU OŚWIETLENIA

PODSTAWA PRAWNA DOTYCZĄCA WYKONYWANIA ROBÓT BUDOWLANYCH MODERNIZACJI OŚWIETLENIA ULICZNEGO NA ISTNIEJĄCYCH PODPORACH.

Na podstawie Ustawy z dnia 7 lipca 1994 roku Prawo Budowlane (Dz. U. z 2016r. poz. 290) w rozumieniu Ustawy Art.3 ust. 7 polegającej 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. 2 pkt. 11.

Przeznaczony system do projektu oparty jest głównie na 3 rodzajach podziału strukturalnego sieci:

1. Oświetlenie realizowane jest z obwodów wydzielonych 442 szt., na linii kablowej oraz 2 szt. na linii napowietrznej.
2. Oświetlenie wykorzystuje słupy linii abonenckich Zakładu Energetycznego podwieszając na nich linie oświetleniowe 193 szt.
3. Oświetlenie wykorzystujące słupy i linii abonenckich Zakładu energetycznego zasilane z linii wspólnej 130 szt.

W przypadku modernizacji oświetlenia będącego własnością Zakładu Energetycznego. Należy przeprowadzić odpowiednie ustalenia, regulujące stan własności montowanych opraw oraz ich wzajemnych rozliczeń. (Oprawy na majątku Zakładu energetycznego **472 szt. z czego do wymiany zakwalifikowano 436 szt.**)

Właściciel linii energetycznych – Zakład Energetyczny – powinien również przed przystąpieniem do modernizacji wydać tzw. Warunki Techniczne Odnośnie Przeprowadzenia Zadania Modernizacji. O wydanie takich warunków występuje inwestor Gmina Miasto Solec Kujawski.

Warunki techniczne określić powinny sposób rozliczenia demontowanego majątku, sposób utylizacji zużytego sprzętu, określić warunki wykonania prac instalacyjnych na urządzeniach Zakładu Energetycznego oraz określić zastosowanie osprzętu dodatkowego na liniach N.N. takich jak zabezpieczenia, zaciski, mostki itp.

ANALIZA TECHNICZNA I TECHNOLOGICZNA

STAN AKTUALNY

Stan aktualny określony został na podstawie kompleksowej inwentaryzacji z terenu metodą geoinformatyczną. Na analizowanym obszarze (Strefa B) zamontowanych jest obecnie 767 punktów oświetlenia drogowego i parkowego objętych projektem.

Załączona inwentaryzacja przedstawia zestawienie tabelaryczne punktów światła z uwzględnieniem parametrów drogi.

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

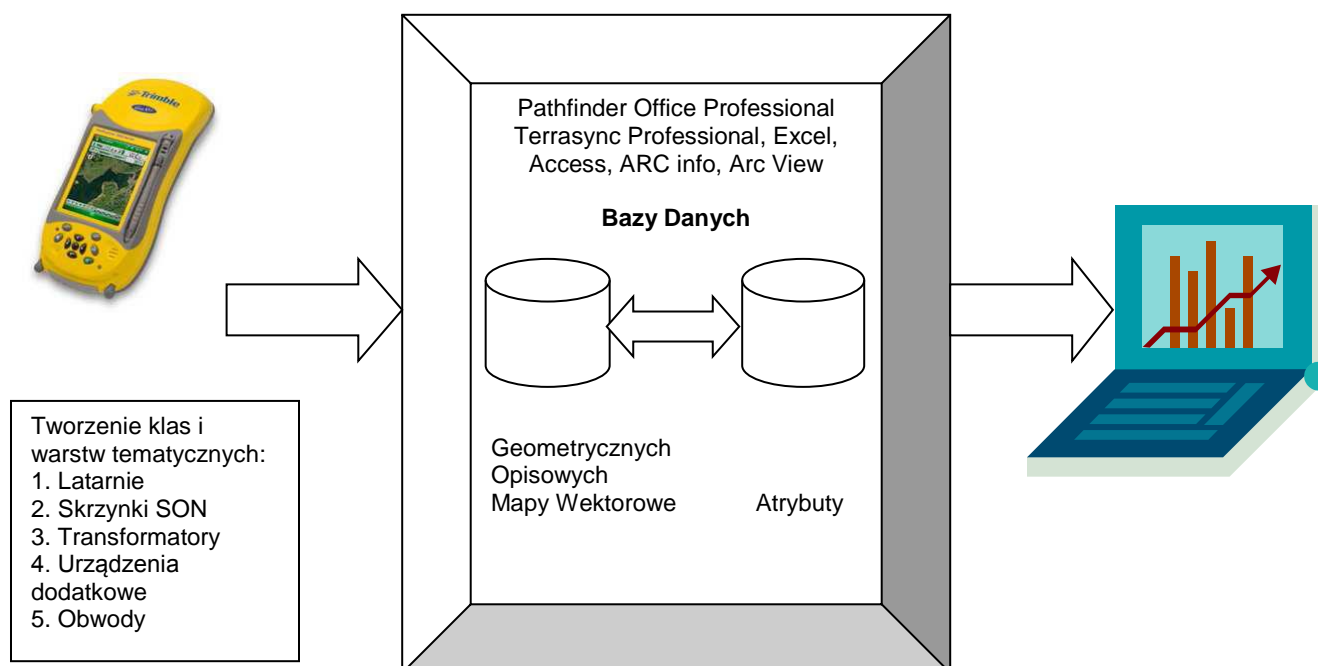
- numer skrzynki
- numer Stacji Transformatorowej z której jest zasilana
- wartość zabezpieczenia przedlicznikowego
- lokalizacja
- nr. Punktu pomiarowego
- nr. Licznika
- dok. fotograficzna

Inwentaryzacja systemu oświetleniowego z zastosowaniem metody geoinformatycznej.

Zbieranie danych o systemie oświetleniowym.

Dane o położeniu pozyskiwano dzięki zastosowaniu technik: Globalnego Systemu Pozycjonowania [GPS] oraz Geograficznych Systemów Informacyjnych [GIS]. Dane cyfrowe systemu oświetleniowego pozyskano podczas prac terenowych (kartowanie DGPS) oraz innych źródeł.

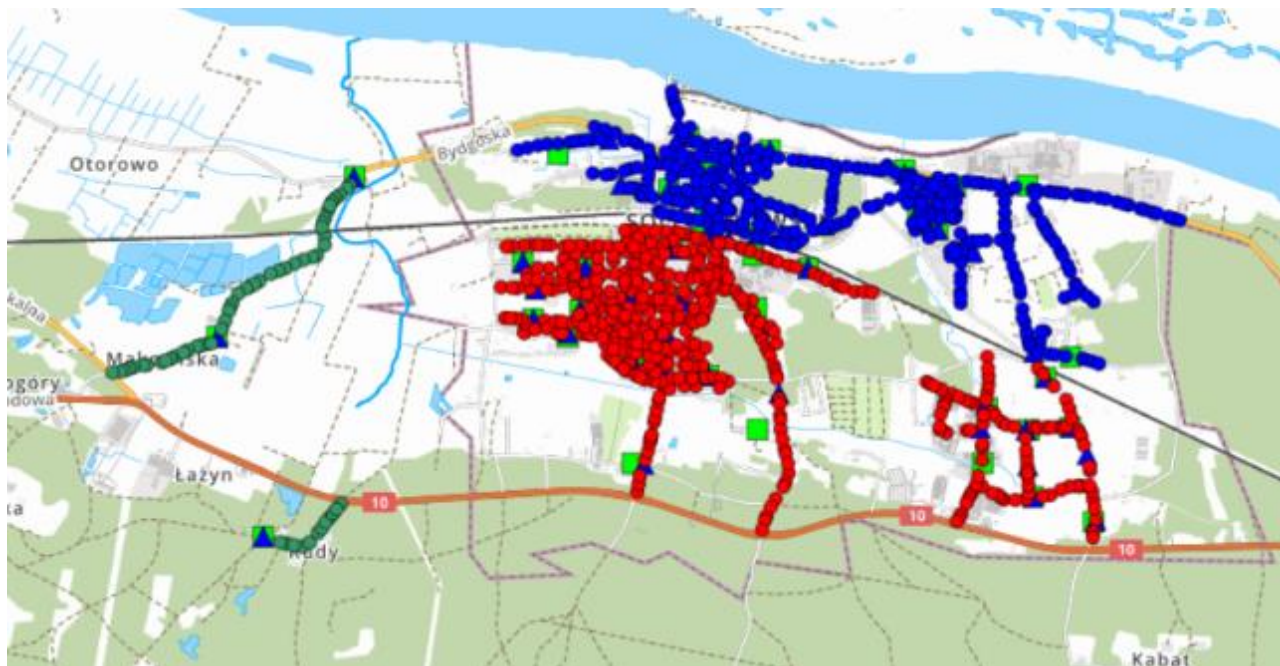
Dane DGPS - Trimble GeoXH_2012



Pomiarów współrzędnych terenowych, lamp, skrzynek sterujących SO, dokonano rejestratorem polowym GPS Trimble GEOXH-6000. W celu uzyskania precyzji położenia obiektów zastosowano tryb pomiaru różnicowego DGPS (ang. Differential GPS). Korekcję przeprowadzano w czasie rzeczywistym (satelita geostacjonarny OmniStar, w ostateczności w trybie post-processingu (stacja bazowa SOPAC, max. 25km). Pomiarów dokonywano w trybie statycznym (pomiar punktowy).

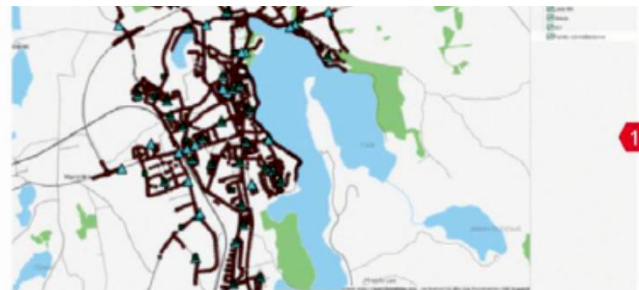
Organizacja Danych Systemu oświetleniowego

Dane o systemie zostały zgromadzone w formie Bazy Danych na platformie AVC Viewer. Dane z AVC Viewer podlegały eksportowi do Pathfinder Office a później transmisji do platformy mobilnej Terrasync. Z platformy tej można generować dowolny format danych, używanych następnie w systemach GIS. W naszym przypadku jest to powszechnie stosowany i znany plik typu .shp. Organizacja danych: biblioteka kodów i atrybutów zorganizowana w warstwy, atrybuty, parametry atrybutów zostały tak zdefiniowane, aby jak najdokładniej analitycznie opisać system.



Platforma AVC Viewer GIS

Przykład wdrożenia sieci oświetleniowej do przestrzennej wersji elektronicznej dla jednej z gmin (1).



Poszczególne typy obiektów (lamps, SON, drogi, granice, podkłady rastrowe) umieszczone są na oddzielnych warstwach, co umożliwia wyświetlanie tylko interesujących nas obiektów. Po prawej (2) ten sam obszar, lecz w zbliżeniu, z którym łączy się platforma.



Każdy obiekt zidentyfikowany na mapie dotyczący systemu oświetlenia posiada bazę danych w opisie atrybutów. Wystarczy zaznaczyć ikonę „i” (informacja), a wyświetli się na ekranie opis zaznaczonego obiektu wraz z danymi infrastruktury.



Po usunięciu warstw rastrowych, na mapie z wektorową siecią dróg (3), można dokonywać klasyfikacji danych w zależności od wybranego atrybutu. Możemy klasyfikować punkty oświetleniowe po np. statusie, własności, mocy, zainstalowanej, itd.

Podgląd obiektów systemu oświetlenia można wygenerować również na ortofotomapie, gdzie będziemy widzieć położenie naszych obiektów względem całej infrastruktury.

Stan systemu oświetleniowego przed modernizacją

Na terenie Strefy B przeważa **system oświetlenia oparty na liniach kablowych**. Z ogólnej liczby zinwentaryzowanych opraw oświetlenia ulicznego – 767 szt. większość opraw – szt. 442 zamontowana jest na liniach kablowych, reszta - 325 szt. wykorzystuje linie napowietrzne. Obecne oświetlenie oparte jest w głównej mierze na technologii sodowej - 751 szt.; z zastosowaniem (w większości) źródeł o stosunkowo niskim typoszerzegu mocy: 70W (413 szt.), 100W (314 szt.)

System sterowany jest w przeważającej części ze skrzynek SO usytuowanych na początku obwodów oświetleniowych, w dużej mierze umiejscowionych poza stacjami transformatorowymi. Stacje zasilające obwody oświetleniowe to w równej mierze stacje napowietrzne jak i murowane.

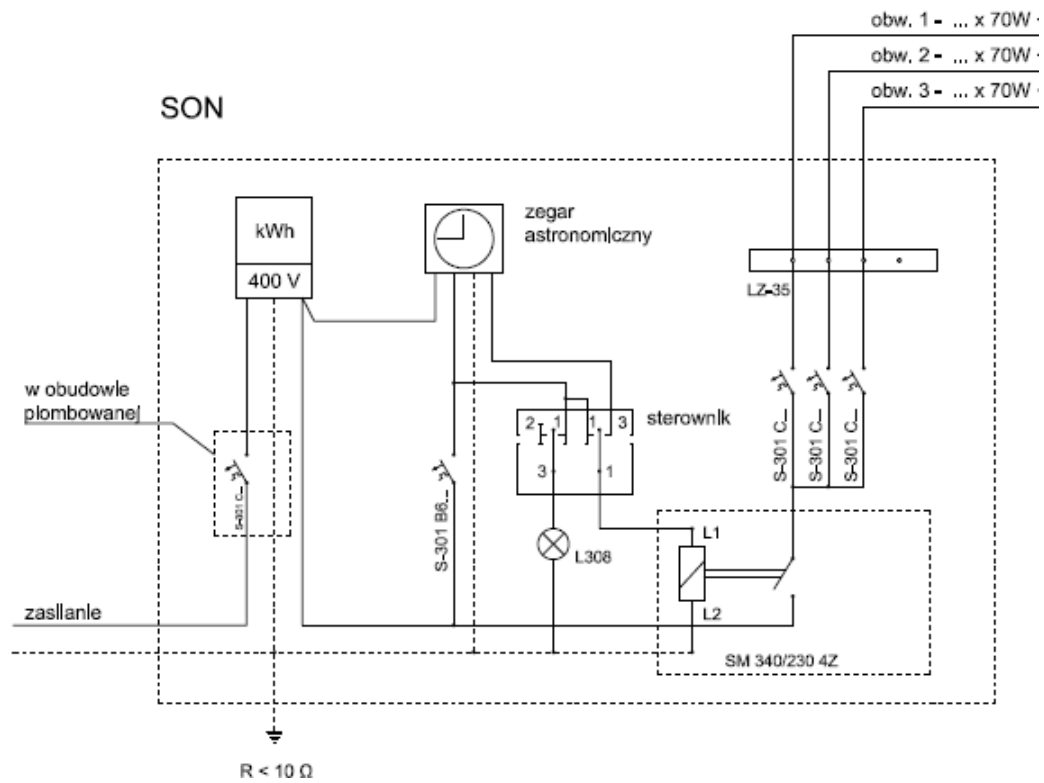


W przeważającej ilości punkty zapalania są wolnostojące w bezpośredniej bliskości; nieliczne przypadki punktów zapalania realizowane są w oparciu o szafy w stacjach trafo. Poniższe zdjęcia obrazują omawiane przypadki:

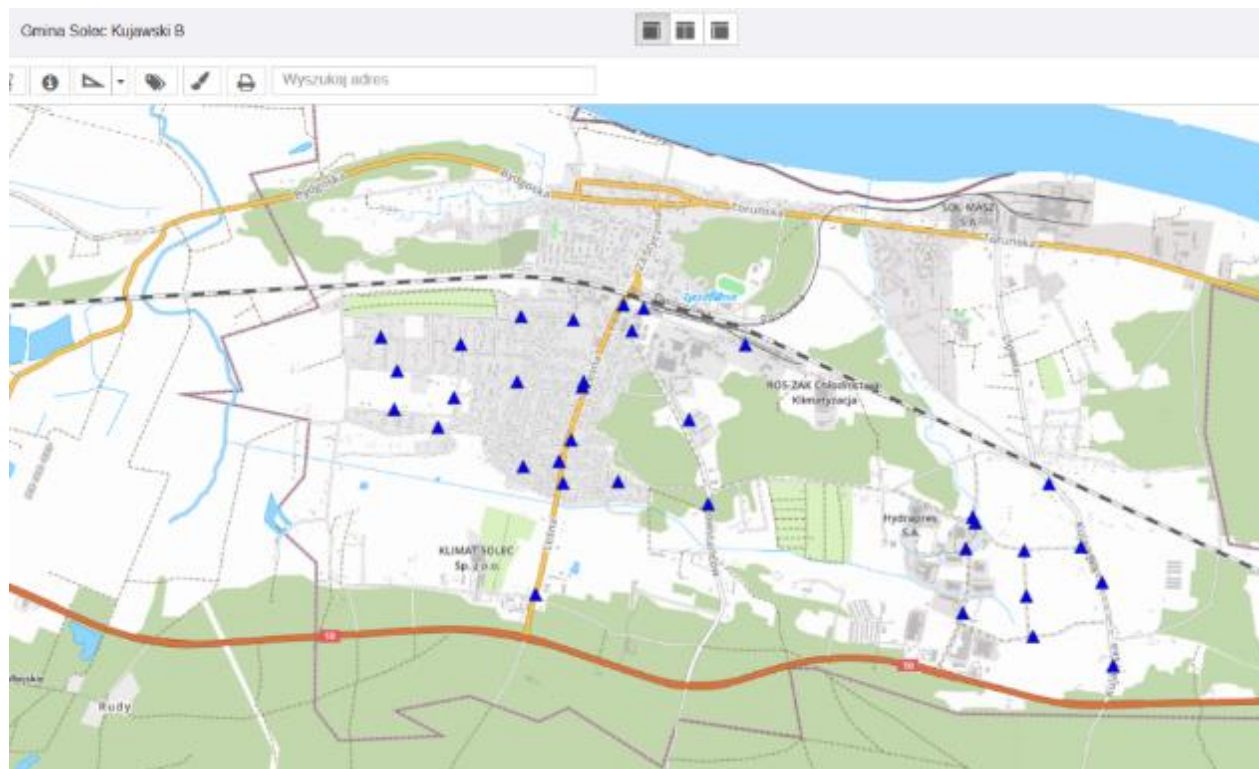




Poniżej typowy schemat szaf oświetleniowych na terenie gminy.



LOKALIZACJA SZAF OŚWIETLENIA ULICZNEGO



Sieć zasilająca

Sieć napowietrzna analizowanej struktury oświetlenia wykorzystuje w przeważającej ilości (260 szt. opraw ośw.) tzw. gołe przewody AL.; izolowane kable typu ASxSN zasilają 65 szt. opraw. Te ostatnie zapewniają większe bezpieczeństwo i są mniej narażone na awarie. W tych wypadkach system oświetlenia jest zupełnie wydzielony jako oddzielna linia podwieszona, w której prowadzone jest zasilenie lamp zarówno przez przewód prądowy, jaki i własny przewód neutralny (zerowy). W przypadku linii wykorzystujących gołe przewody AL., lampy zasilają oddzielny podwieszony przewód, zaś przewód neutralny stanowi przewód zerowy linii abonenckich.

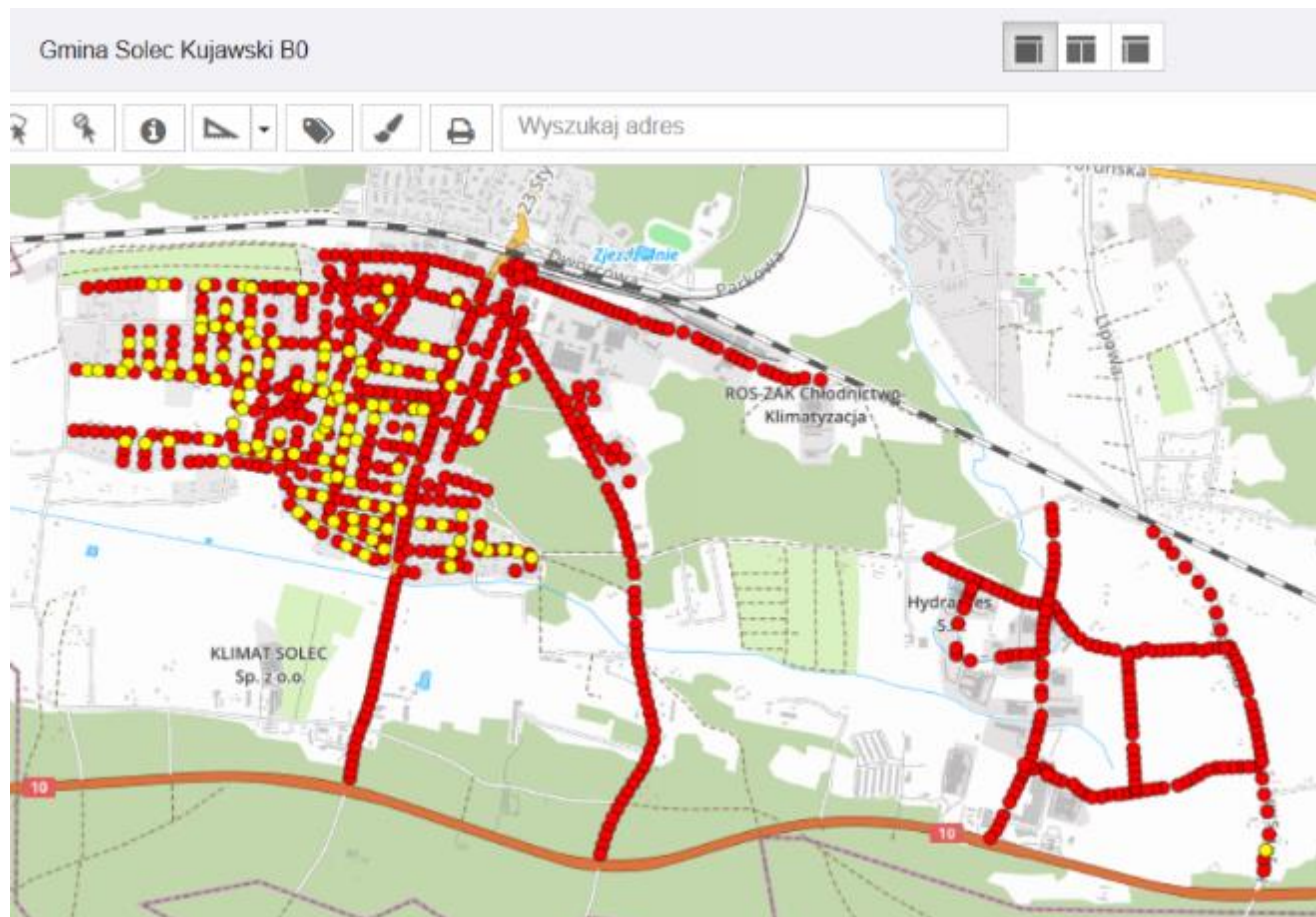




Oprawy zamontowane na liniach napowietrznych to oprawy zamontowane nad linią abonencką.
Opraw zamontowane z właściwym wysięgnikiem w pozycji „nad linią”:



W analizowanej w niniejszym audycie strefie B stwierdzono znaczącą ilość oprawy montowanych na co drugim słupie. Poniżej mapa z zaznaczonymi kolorem żółtym pustymi słupami oświetleniowymi wymagającymi uzupełnienia w celu poprawy równomierności rozkładu światła na oświetlanych drogach.



Większa część oświetlenia (analizowanego obszaru) zrealizowana jest w technologii kablowej (442 szt.) (przewód zasilający jest prowadzony w ziemi) z wykorzystaniem słupów stalowych i betonowych (typu WZ). W tych miejscach oświetlenie w większości przypadków spełnia parametry norm oświetleniowych. W wielu miejscach widać że system oświetlenia jest zamontowany prawidłowo, z utrzymaniem właściwego kąta wysięgnika, a linie prowadzone są w dobrej odległości od pasa ruchu drogowego z odpowiednio dobranymi modułami rozstawu słupów.

Analizowane oświetlenie oparte jest na technologii sodowej. W przeważającej ilości są to oprawy o stosunkowo małej mocy jednostkowej ze źródłami światła typoszeregu głównie: 70W i 100W. W związku ze stratami na układach zapłonowych oprawy te w rzeczywistości pobierają odpowiednio 83W i 115W. System oparty jest w przeważającej ilości na oprawach typu SGS 103 – 655 szt..

Szczegółowy wykaz poinwentaryzacyjny STREFA B:

- a) ogólna ilość zinwentaryzowanych opraw – 767 szt.
- b) oprawy sodowe – 751 szt.
- c) oprawy LED – 10 szt.
- d) oprawy metalohalogenkowe – 6 szt.
- e) oprawy na liniach napowietrznych – 325 szt.
- f) oprawy na liniach kablowych – 442 szt.

Obecnie pobór mocy dla Strefy B **wynosi 76,42 kW**. Przyjmując, że gmina zapewnia mieszkańcom oświetlenie terenów publicznych i dróg *zgodnie z wymogami, a więc 4024 godziny świecenia* rocznie zużywa **307,51 MWh** rocznie.

Słupy Oświetleniowe

Na terenie miasta i gminy oświetlenie drogowe i uliczne realizowane jest w oparciu o konstrukcje wspanocze:

- oświetlenie drogowe, wykorzystujące napowietrzne linie abonenckie.
- oświetlenie drogowe z wydzielonych linii kablowych oraz napowietrznych na słupach betonowych WZ, ŻN, EPV jak i stalowych różnych producentów.

Na odcinkach, na których słupy linii napowietrznych pozostają bez zmian, linię napowietrzną, oświetleniową powinien stanowić oddzielny przewód AsXSn minimum 2x25mm². Oprawy oświetleniowe na liniach napowietrznych powinny być zabezpieczone bezpiecznikami w skrzynkach napowietrznych typu SV 19.25. Przy obwodach kablowych zaleca się wymianę tabliczek słupowych na nowe, szczelne z bezpiecznikiem miniaturowym. W proponowanej wersji modernizacji proponuje się wymianę zabezpieczeń opraw na liniach napowietrznych, wraz z przewodem zasilającym oprawę oraz wyniesienie wysięgników nad linię zasilającą.

Na liniach kablowych proponuje się wymianę przewodu zasilającego oprawę oraz wymianę tabliczki bezpiecznikowej we wnęce słupa.

Na obszarach, na których przewidziano przebudowę oświetlenia, należy dopilnować (na etapie projektowania) doboru opraw zgodnie z obowiązującymi normami, co powinny potwierdzić projekty fotometryczne opisujące min. dokładny sposób montażu opraw i słupów oświetleniowych względem danej drogi (min.: wysokość słupów, odległość od krawędzi drogi, długość wysięgnika, kąt zamontowania oprawy).

Inwentaryzacja – podsumowanie

Podczas inwentaryzacji zwracano uwagę na stan techniczny istniejącej infrastruktury oświetlenia. Brano pod uwagę zarówno rodzaj jak i stan techniczny słupów oraz opraw, zwracano uwagę na zabrudzenia komory lampy, przejrzystość klosza, stan odbłyśników. Należy stwierdzić, że stan oświetlenia należącego do Gminy jest zadowalający, drobne zabrudzenia obudowy jak i niekiedy klosza nie wpływają znacząco na wydajność świetlną opraw i wymagają jedynie drobnych prac konserwacyjnych. Stan konstrukcji wsporczych jest zadowalający. Dotyczy to głównie obszaru Parku Technologicznego, na obszarze którego jedynie część opraw została wskazana do modernizacji (tabela poniżej). Oświetlenie będące własnością Zakładu Energetycznego jest realizowana w głównej mierze w oparciu o sieć abonencką, na której oprawy zawieszono są na co drugim słupie. Uwzględniając stan techniczny opraw jak i w głównej mierze ograniczony zakres ingerencji Gminy na majątku obcym, wskazany został obszar do przebudowy (polegającej na wyodrębnieniu obwodów oświetleniowych) jak i obszar do modernizacji (wymiany opraw na nowe). Tabełaryczne zestawienie poniżej wskazuje poinwentaryzacyjne zalecenia w odniesieniu do danych obszarów (ulic) z podziałem na: „pozostaje” – sytuacja bez zmian; „wymiana” – wymiana opraw oświetleniowych; „przebudowa” - wyodrębnienie obwodów oświetleniowych.

Ulica	Liczba opraw	Status oprawy	Własność oprawy
brukselska	14	wymiana	miasto / gmina
garbary	8	pozostaje	miasto / gmina
garbary	7	wymiana	miasto / gmina
garbary biedronka parking	5	wymiana	miasto / gmina
haska	23	pozostaje	miasto / gmina
haska	17	wymiana	miasto / gmina
kujawska	17	pozostaje	miasto / gmina
leśna	24	wymiana	miasto / gmina
paryska	18	pozostaje	miasto / gmina
pelikanta	10	wymiana	miasto / gmina
powstańców	65	wymiana	miasto / gmina
rzymska	25	pozostaje	miasto / gmina
rzymska	8	wymiana	miasto / gmina
unii	13	pozostaje	miasto / gmina
unii	32	pozostaje	miasto / gmina
wiśniowa	1	wymiana	miasto / gmina
wrzosowa	8	wymiana	miasto / gmina
akacyjowa	3	wymiana	enea
barwna	8	przebudowa	enea
błękitna	2	przebudowa	enea
błonie	17	wymiana	enea

Ulica	Liczba oprav	Status oprawy	Własność oprawy
brzozowa	1	wymiana	enea
bukowa	14	wymiana	enea
cicha	3	przebudowa	enea
czereśniowa	2	wymiana	enea
dębowa	3	wymiana	enea
dożynkowa	6	przebudowa	enea
garbary	44	wymiana	enea
grabowa	1	wymiana	enea
jarzębinowa	3	wymiana	enea
jaśminowa	3	wymiana	enea
jesienna	6	przebudowa	enea
jesionowa	8	wymiana	enea
kącik	1	przebudowa	enea
kasztanowa	7	wymiana	enea
kolorowa	17	przebudowa	enea
kościelna	6	przebudowa	enea
Kościelna - kościół kozala	20	pozostaje	enea
kujawska	14	pozostaje	enea
kwiatowa	3	wymiana	enea
łanowa	1	przebudowa	enea
leśna	42	wymiana	enea
letnia	6	przebudowa	enea
malinowa	3	przebudowa	enea
modrzewiowa	3	wymiana	enea
mrożna	2	przebudowa	enea
nizinna	11	przebudowa	enea
nizinna	3	wymiana	enea
nowa	5	przebudowa	enea
orzechowa	1	wymiana	enea
piaskowa	6	wymiana	enea
plonowa	4	przebudowa	enea
pogodna	2	przebudowa	enea
polna	3	wymiana	enea
polna	14	przebudowa	enea
prosta	25	przebudowa	enea
prosta	7	wymiana	enea
robotnicza	19	wymiana	enea
rolna	8	przebudowa	enea
równa	3	przebudowa	enea
różana	1	wymiana	enea
siewna	3	przebudowa	enea
skośna	3	przebudowa	enea
słoneczna	8	przebudowa	enea
śnieżna	2	przebudowa	enea

Ulica	Liczba oprav	Status oprawy	Własność oprawy
spokojna	5	przebudowa	enea
srebrna	2	przebudowa	enea
średnia	9	wymiana	enea
strumykowa	5	wymiana	enea
strumykowa	2	pozostaje	enea
świerkowa	2	wymiana	enea
tęczowa	2	przebudowa	enea
ugory	6	przebudowa	enea
wiejska	15	przebudowa	enea
wierzbowa	2	wymiana	enea
wiosenna	8	przebudowa	enea
wiśniowa	14	wymiana	enea
zbożowa	16	przebudowa	enea
zimowa	3	przebudowa	enea
złota	2	przebudowa	enea
żniwna	2	przebudowa	enea

Pełne zestawienie inwentaryzacyjne dla poszczególnych punktów oświetleniowych zostało przedstawione w tabelach inwentaryzacyjnych (załącznik)

Pomiary luminancji oświetlenia

W ramach realizacji zadania dotyczącego inwentaryzacji oświetlenia drogowego na terenie miasta wykonano kontrolne pomiary luminancji oświetlenia na wybranych ulicach. Protokół z pomiarów załączono poniżej, jako część niniejszego audytu.

PROTOKÓŁ Z POMIARÓW LUMINANCJI OŚWIETLENIA NA WYBRANYCH ULICACH MIASTA

Luminancja odzwierciedla efekt widzenia kierowcy. Poziom uzyskanej luminancji na drodze zależy od kilku czynników:

- mocy zastosowanej lampy w oprawie oświetlenia drogowego,
- charakterystyki rozsyłu światła z tej oprawy (ten parametr określa jej jakość),
- lokalizacji oprawy oraz jej pochylecia w układzie, lampa - droga - kierowca.

Im bardziej wysunięta oprawa nad drogę tym wyższa luminancja. Im niżej powieszona, tym też wyższa, ale również większe olśnienie i mniejsza równomierność. Dlatego przy projektowaniu oświetlenia wszystko sprowadza się do znalezienia „złotego środka”. Aby uzyskać wymagany poziom luminancji drogi przy jak najmniejszych kosztach instalacyjnych (koszt słupów), eksploatacyjnych (koszt energii), czyli jak najmniejsza moc lamp), przy odpowiedniej równomierności i ograniczeniu olśnienia.

Wykonano pomiary luminancji według zalecenia normy PN EN 13 201 część 4 na wskazanych odcinkach dróg: **ul. Polna, ul. Błonie, ul. Leśna.**

Pomiary luminancji został wykonany za pomocą punkowego miernika luminancji LS-110 wyposażonego w specjalistyczny układ optyczny rozkładu luminancji. Jednoobiektywowy układ optyczny SLR miernika LS 110 pozwala na precyzyjne celowanie i dokładne ustawianie ostrości oraz gwarantuje, że wizjer pokazuje dokładnie obszar pomiaru nawet w bardzo małej odległości od obiektu. W wizjerze przyrządu oprócz wskazania pola pomiaru i otoczenia wyświetlana jest też wartość zmierzonej luminancji.

Główne zastosowania urządzenia LS 110

- Pomiary luminancji kineskopów CRT, diod LED i jarzeniówek.
- Pomiary jasności dróg i tuneli
- Pomiary świetlnej sygnalizacji drogowej i kolejowej
- Pomiary sygnalizatorów lotniskowych
- Pomiary źródeł oświetlenia ostrzegawczego i awaryjnego
- Pomiary sprzętu i urządzeń oświetleniowych
- Badania naukowe i środowiskowe



Specyfikacja LS-100/LS-110

Model	Miernik luminancji LS-100	Miernik luminancji LS-110
Typ	Jednoobiektywowy (SLR) punktowy miernik luminancji do pomiaru źródeł światła i powierzchni	
Bryłowy kąt pomiaru	1°	1/3°
System optyczny	Obiektyw 85mm f/2,8; system widzenia SLR; współczynnik flary niższy niż 1,5%	
Kąt widzenia	9°	
Odległość od mierzonego obiektu	1014 mm do nieskończoności	
Minimalny obszar pomiaru	Ø 14,4 mm	Ø 4,8 mm
Receptor	Fotodioda krzemowa	
Względna czułość widmowa*	Odchylenie ($f1'$) od charakterystyki CIE $V(\lambda)$ w granicach 8%	
Czas odpowiedzi	FAST: Czas próbkowania: 0,1s, czas do wyświetlenia: 0,8 do 1,0s; SLOW: Czas próbkowania: 0,4s, czas do wyświetlenia: 1,4 do 1,6s	
Jednostki luminancji	cd/m ² lub fL (możliwość przełączania)	
Zakres pomiaru	FAST: 0,001 do 299.900 cd/m ² (0,001 do 87.530fL) SLOW: 0,001 do 49.990 cd/m ² (0,001 do 14.590fL)	FAST: 0,01 do 999.900 cd/m ² (0,01 do 291.800fL) SLOW: 0,01 do 499.900 cd/m ² (0,01 do 145.900fL)
Dokładność	0,001 do 0,999 cd/m ² (lub fL): ±2% ±2 cyfry wyświetlanej wartości 1,000 cd/m ² (lub fL) lub większa: ±2% ±1 cyfra wyświetlanej wartości (Iluminant A mierzony w temperaturze otoczenia 20 do 30°C)	0,01 do 9,99 cd/m ² (lub fL): ±2% ±2 cyfry wyświetlanej wartości 10,00 cd/m ² (lub fL) lub większa: ±2% ±1 cyfra wyświetlanej wartości
Powtarzalność	0,001 do 0,999 cd/m ² (lub fL): ±0,2% ±2 cyfry wyświetlanej wartości 1,000 cd/m ² (lub fL) lub większa: ±0,2% ±1 cyfra wyświetlanej wartości (Iluminant A)	0,01 do 9,99 cd/m ² (lub fL): ±0,2% ±2 cyfry wyświetlanej wartości 10,00 cd/m ² (lub fL) lub większa: ±0,2% ±1 cyfra wyświetlanej wartości
Zmiany temperatury/wilgotności	Do ±3% ±1 cyfra (wyświetlanej wartości przy 20°C) w zamach zakresu temperatury / wilgotności pracy	
Tryb kalibracji	Wzorzec Konica Minolta /wzorzec wybrany przez użytkownika (możliwość przełączania)	
Współczynnik korekcji barwy	Ustawiany przez wprowadzanie danych numerycznych; zakres: od 0,001 do 9.999	
Wartości odniesienia (wzorce)	Pamięć jednego wzorca; ustawiana przez pomiar lub wprowadzenie danych liczbowych	
Tryby pomiaru	Luminancja; stosunek luminancji; luminancja szczytowa lub współczynnik luminancji	

Wyświetlacz	Zewnętrzny: 4-cyfrowy LCD z dodatkowymi wskazaniami W wizjerze: 4-cyfrowy LCD z podświetlaniem LED
Połączenie z komputerem	RS-232C; szybkość transmisji: 4800bps
Sterowanie zewnętrzne	Proces pomiaru można inicjować urządzeniem zewnętrznym podłączonym do wyjściowego terminalu danych RS-232C
Zasilanie	Jedna bateria 9V
Zużycie energii	Z wciśniętym przyciskiem pomiaru i włączonym wyświetlaczem wzornika: przeciętnie 16 mA Z włączonym zasilaniem i wyłączonym wyświetlaczem wzornika: przeciętnie 6 mA
Zakres temperatury / wilgotności pracy	0 do 40°C, wilgotność względna 85% lub niższa (przy 35°C) bez skraplania
Zakres temperatury / wilgotności przechowywania	-20 do 55°C, wilgotność względna 85% lub niższa (przy 35°C) bez skraplania
Wymiary	79×208×150 mm (3-1/8×8-3/16×5-7/8 in.)
Ciężar	850 g (30 oz.) bez baterii
Akcesoria standardowe	Pokrywka obiektywu; Pokrywka wizjera; filtr szary wizjera; bateria 9V, futerał

Zalecenia normy PN EN 13 201 część 4 – pomiary oświetlenia drogowego

Pomiary luminancji oświetlenia zostały wykonane po okresie stabilizacji strumienia świetlanego lamp wyładowczych, przy suchej nawierzchni oraz dodatnich temperaturach otoczenia.

W związku iż pomiary miały charakter prezentacji światła bezpośredniego starano się wyeliminować miejsca z przeszkodami w postaci drzew, parkujących pojazdów itp.

Zamawiający nie dysponował wartościami obliczeniowymi luminancji na mierzonych odcinkach dróg a więc nie możliwe było dostosowanie punktów pomiarowych z punktami obliczeniowymi. W związku z ograniczeniami czasowymi w warunkach drogowych zgodnie z zaleceniami normatywnymi projektanci przyjęli zmniejszoną liczbę punktów pomiarowych.

Pole obliczeniowe przyjęto 60m od obserwatora dla uniknięcia częściowego przysłaniania stref pomiarowych.

Ulica Polna:

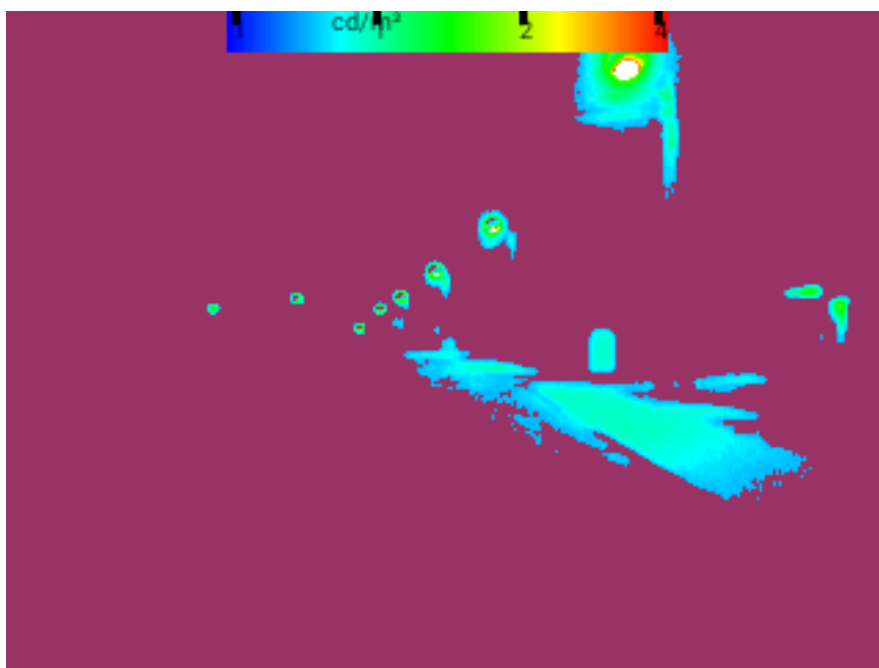
Pomiaru dokonano na ulicy Polnej na odcinku pomiędzy ul. Rolną, a ul. Ugory. Układ drogi jednojezdniowy z dwoma pasami ruchu, chodnik po obu stronach drogi. Szerokość jezdni 6 m, rozstaw słupów jednostronny 35 m, wysokość słupów 7 m, od krawędzi jezdni 2,5 m, wysięgnik 1 m, oprawy sodowe o mocy 70W typu SGS.



Prezentacja wyników pomiarowych dla pojedynczej jezdni:

	0,12	0,14	0,23	0,29	0,33	0,41	
	0,12	0,15	0,20	0,31	0,37	0,43	
	0,10	0,12	0,19	0,30	0,35	0,39	
	0,12	0,14	0,17	0,25	0,33	0,31	
	0,08	0,13	0,14	0,22	0,29	0,31	
	0,09	0,06	0,13	0,16	0,26	0,26	
	całość						
Min	0,06	0,08	0,06	0,13	0,16	0,26	0,26
Max	0,43	0,12	0,15	0,23	0,31	0,37	0,43
Min/Max	0,14	0,67	0,40	0,57	0,52	0,70	0,60
Średnia	0,22	0,11	0,12	0,18	0,26	0,32	0,35
Równomierność	0,27	0,76	0,49	0,74	0,63	0,81	0,74

Lm 0,23 średnia luminancja powierzchni drogi;
U0 0,27 równomierność ogólna;
średnia UI 0,58 równomierność wzdłużna -
 - wartość średnia spośród wzdłużnych równomierności;
min UI 0,40 równomierność wzdłużna -
 - wartość minimalna spośród wzdłużnych
 równomierności



W trakcie inwentaryzacji nadano klasę oświetleniową typu ME6. Poniżej wymagania normatywne dla klas oświetleniowych typu ME.

ZALECANE PARAMETRY OŚWIETLENIOWE DLA KLAS ME

Klasa	Luminancja jezdni suchej			Przyrost wartości progowej	Stosunek natężenia oświetlenia otoczenia	
	L m [cd/m ²]	U _o minimum	U _l minimum	TI w % 1) maksimum	SR 2) minimum	
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5	
ME2	1,5					
ME3a	1,0					
ME3b			0,6			
ME3c			0,5			
ME4a	0,75		0,6	15		
ME4b			0,5			
ME5	0,5		0,35			0,4
ME6	0,3					

1) Dodatkowy wzrost TI o 5% może być dopuszczony przy stosowaniu źródeł światła o małej luminancji
 2) To kryterium jest tylko do zastosowania, gdy nie graniczy z jezdnią żadna powierzchnia ruchu ze swoimi wymaganiami

Wnioski:

Średnia luminancja na drodze nie została spełniona 0,23 cd/m² zalecenie normy 0,3 cd/m². W wyniku pomiarów stwierdzono, iż równomierność ogólna jak i wzdłużna została spełniona

Ulica Błonie

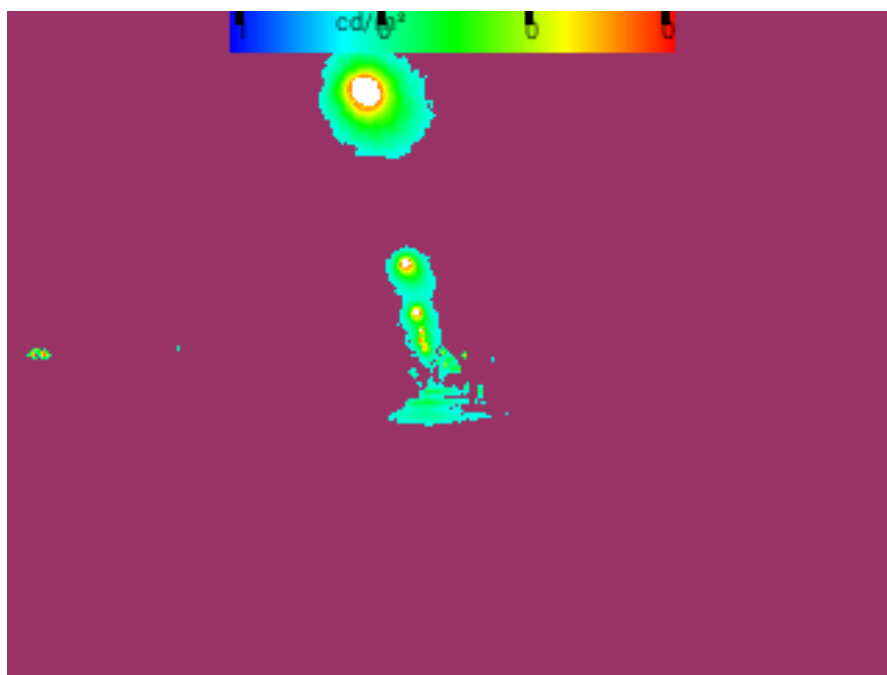
Pomiaru dokonano na ulicy Błonie na odcinku Błonie 23. Układ drogi jednojezdniowy z dwoma pasami ruchu, chodnik po jednej stronie drogi. Szerokość jezdni 5 m, rozstaw słupów jednostronny 35 m, wysokość słupów 7 m, od krawędzi jezdni 1 m, wysięgnik 1 m, oprawy sodowe o mocy 70W typu SGS.



Prezentacja wyników pomiarowych dla pojedynczej jezdni:

		0,31	0,39	0,47	0,36	0,33	0,27
		0,24	0,42	0,46	0,40	0,32	0,29
		0,18	0,36	0,39	0,41	0,30	0,24
		0,21	0,32	0,36	0,42	0,27	0,23
		0,27	0,30	0,38	0,33	0,31	0,26
		0,24	0,31	0,39	0,34	0,28	0,27
	całość						
Min		0,18	0,18	0,30	0,36	0,33	0,27
Max		0,47	0,31	0,42	0,47	0,42	0,33
Min/Max		0,38	0,58	0,71	0,77	0,79	0,82
Średnia		0,32	0,24	0,35	0,41	0,38	0,30
Równomierność		0,56	0,74	0,86	0,88	0,88	0,90

Lm 0,33	średnia luminancja powierzchni drogi;
U0 0,56	równomierność ogólna;
średnia UI 0,74	równomierność wzdłużna - - wartość średnia spośród wzdłużnych równomierności;
min UI 0,58	równomierność wzdłużna - - wartość minimalna spośród wzdłużnych równomierności



W trakcie inwentaryzacji nadano klasę oświetleniową typu ME6. Poniżej wymagania normatywne dla klas oświetleniowych typu ME.

ZALECANE PARAMETRY OŚWIETLENIOWE DLA KLAS ME					
Klasa	Luminancja jezdni suchej			Przyrost wartości progowej	Stosunek natężenia oświetlenia otoczenia
	L m [cd/m ²]	U _o minimum	U _l minimum	TI w % 1) maksimum	SR 2) minimum
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5				
ME3a	1,0		0,6	15	
ME3b					
ME3c					
ME4a	0,75		0,6		
ME4b					
ME5	0,5		0,35		
ME6	0,3	nie wymaga się			

1) Dodatkowy wzrost TI o 5% może być dopuszczony przy stosowaniu źródeł światła o małej luminancji
 2) To kryterium jest tylko do zastosowania, gdy nie graniczy z jezdnią żadna powierzchnia ruchu ze swoimi wymaganiami

Średnia luminancja na drodze została spełniona 0,33 cd/m² zalecenie normy 0,3 cd/m². W wyniku pomiarów stwierdzono, iż równomierność ogólna jak i wzdłużna została spełniona

Ulica Leśna:

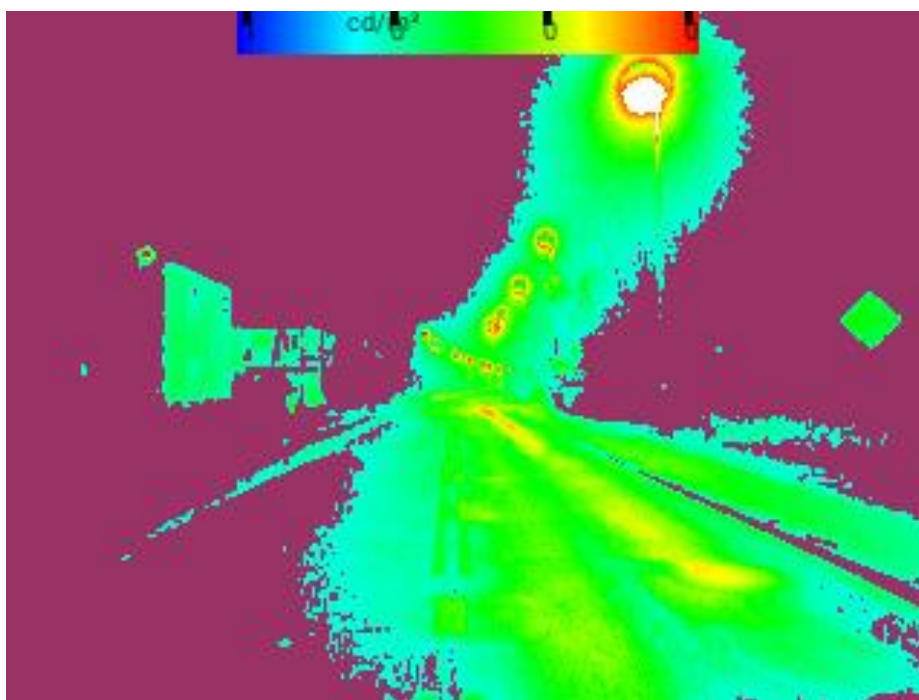
Pomiaru dokonano na ulicy Leśnej, na odcinku pomiędzy ulicami Jodłowa – Grabowa. Układ drogi jednojezdniowy z dwoma pasami ruchu, chodnik po obu stronach drogi. Szerokość jezdni 7 m, rozstaw słupów jednostronny 25 m, wysokość słupów 7 m, od krawędzi jezdni 2,5 m, wysięgnik 0 m, zastosowano oprawy sodowe o mocy 100W typu SGS.



Prezentacja wyników pomiarowych dla pojedynczej jezdni:

		0,35	0,45	0,66	0,87	1,21	0,94
		0,34	0,45	0,58	0,86	1,36	0,81
		0,31	0,42	0,53	0,85	1,25	0,85
		0,30	0,37	0,51	0,81	0,97	0,79
		0,26	0,34	0,46	0,65	0,90	0,07
		0,24	0,31	0,47	0,60	0,95	0,64
	całość						
Min		0,07	0,24	0,31	0,46	0,60	0,90
Max		1,36	0,35	0,45	0,66	0,87	1,36
Min/Max		0,05	0,69	0,69	0,70	0,69	0,66
Średnia		0,63	0,30	0,39	0,54	0,77	1,11
Równomierność		0,11	0,80	0,79	0,86	0,78	0,81

Lm 0,65	średnia luminancja powierzchni drogi;
U0 0,11	równomierność ogólna;
średnia UI 0,58	równomierność wzdłużna - - wartość średnia spośród wzdłużnych równomierności;
min UI 0,08	równomierność wzdłużna - - wartość minimalna spośród wzdłużnych równomierności



W trakcie inwentaryzacji nadano klasę oświetleniową typu ME4. Poniżej wymagania normatywne dla klas oświetleniowych typu ME.

ZALECANE PARAMETRY OŚWIETLENIOWE DLA KLAS ME

Klasa	Luminancja jezdni suchej			Przyrost wartości progowej	Stosunek natężenia oświetlenia otoczenia
	L m [cd/m ²]	U _o minimum	U _i minimum	T _l w % 1) maksimum	SR 2) minimum
ME1	2,0	0,4	0,7	10	0,5
ME2	1,5				
ME3a	1,0		0,6	15	
ME3b					
ME3c					
ME4a	0,75		0,6	15	
ME4b					
ME5	0,5	0,35	0,4	15	
ME6	0,3				nie wymaga się

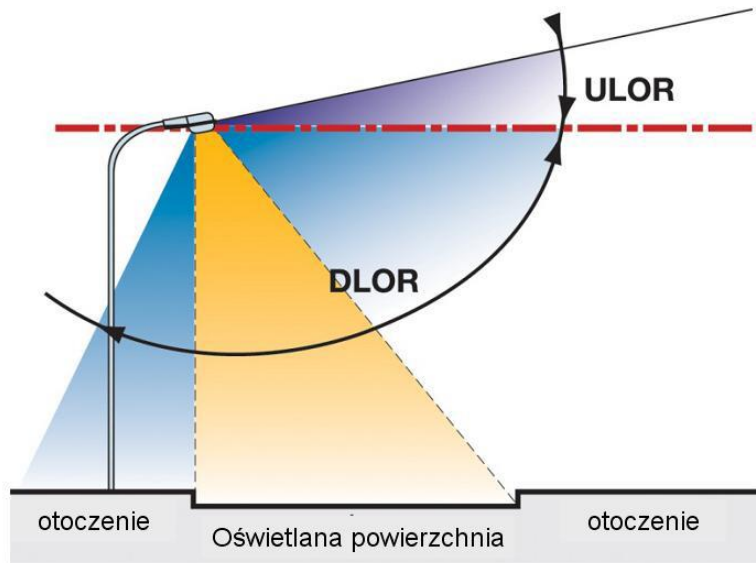
1) Dodatkowy wzrost T_l o 5% może być dopuszczony przy stosowaniu źródeł światła o małej luminancji

2) To kryterium jest tylko do zastosowania, gdy nie graniczy z jezdnią żadna powierzchnia ruchu ze swoimi wymaganiami

Średnia luminancja na drodze nie została spełniona 0,65 cd/m² zalecenie normy 0,75 cd/m². W wyniku pomiarów stwierdzono, iż równomierność ogólna nie została spełniona, równomierność wzdłużna została spełniona.

Dodatkowe uwagi poinwentaryzacyjne

Light pollution to angielska nazwa zjawiska zanieczyszczenia środowiska światłem. Występuje wszędzie tam, gdzie oświetlenie zamiast służyć celowi, dla którego zostało zbudowane, oświetla również inne obiekty, a w szczególności niebo.



Zaśmiecanie odpadami dróg czy ulic jest wykroczeniem, karanym mandatem karnym. Zaśmiecanie światłem, w obecnym stanie prawnym w Polsce, nie jest szczególnie traktowane w przeciwieństwie do Włoch, Hiszpanii czy Portugalii, gdzie jest takim samym wykroczeniem, jak śmiecenie odpadkami. Regulacje Unijne w tym zakresie są opracowywane. Zanieczyszczenie światłem, z pewnością nawet w Polsce narusza standardy dobrego projektowania oświetlenia. Zjawisko zanieczyszczenia światłem występuje w szczególności wszędzie tam, gdzie:

- Oprawy uliczne, z odbłyśnikiem o dużej asymetrii jak np. SGS 102 lub OUS instalowane są pod kątem, znacznie przekraczającym 10°
- Oprawy starego typu, z odbłyśnikiem o stosunkowo niskiej asymetrii takie jak np. OUS instalowane są pod kątem większym niż 5°
- Wszędzie tam, gdzie zainstalowane są oprawy typu "Kula" bez układu optycznego kierującego strumień świetlny w dolną półprzestrzeń.
- Oprawy parkowe typu OCP, winne być wyposażone w specjalne rastry przeciwodblaskowe.

Rekomendacja 1

Stosowanie opraw typu "Kula" winno być zaniechane, a już zainstalowane winny być sukcesywnie wymieniane na niezaśmiecające środowiska światłem. Zaleca się aby zlikwidować/zastąpić opraw typu kula oświetlających chodniki oraz drogi lokalne.

Rekomendacja 2

Ścieżki, alejki lub ciągi piesze, jeśli nie są oświetlane oprawami ozdobnymi, winny być oświetlane specjalistycznymi oprawami zaprojektowanymi do tego celu, o rozsyle strumienia światła silnie asymetrycznym, wąskim i długim wzdłuż ciągu pieszego.

Rekomendacja 3

Zmienić kąt wysięgników na prawidłowy, wynikający z obliczeń fotometrycznych. Zalecane 0st-5st i 1m.

Rekomendacja 4

Zalecać projektantom oświetlenia wykonanie projektów przy uwzględnieniu normy oświetleniowej, jak również biorąc pod uwagę unikanie zjawiska zanieczyszczania światłem środowiska.

Rekomendacja 5

Zastosować oprawy typu LED o ciepłej barwie w zakresie 3000-4000K

Biorąc pod uwagę najnowszą technologię oświetlenia – LED, miasto może obniżyć koszty energii z tytułu oświetlenia drogowego. Oprawy LED są o wiele bardziej energooszczędne, oraz posiadają wiele dodatkowych cech, które powodują znaczne obniżenie wspomnianych kosztów.

Należy zwrócić uwagę, na takie aspekty jak:

- niski pobór energii elektrycznej
- dobry współczynnik oddawania barw
- bardzo długi czas świecenia opraw
- łatwość zastosowania inteligentnych systemów sterowania, gdzie można wprowadzić redukcję mocy
- możliwość zastosowania systemów monitoringu instalacji oświetleniowej

Mając w zamyśle jak największe oszczędności w energii, proponuje się zastosowanie głównie technologii LED. Technologia ta pozwala na wygenerowanie znacznych oszczędności, jest innowacyjna, jak również podatna na współpracę z elektronicznymi, inteligentnymi systemami sterowania i dozoru.

Zalecenia poinwentaryzacyjne z podziałem na poszczególne typy modernizacji zestawiono w tabelach poniżej:

1. Wskazanie ulic z podaniem ilości opraw jako pozostające według stanu obecnego

Ulica	Liczba opraw	Status oprawy	Własność oprawy
garbary	8	pozostaje	miasto / gmina
haska	23	pozostaje	miasto / gmina
kujawska	17	pozostaje	miasto / gmina
paryska	18	pozostaje	miasto / gmina
rzymska	25	pozostaje	miasto / gmina
unii	13	pozostaje	miasto / gmina
unii	32	pozostaje	miasto / gmina
koscielna-kosciol kozala	20	pozostaje	enea
kujawska	14	pozostaje	enea
strumykowa	2	pozostaje	enea

2. Wskazanie ulic z podaniem ilości opraw do modernizacji polegającej na wymianie opraw

Ulica	Liczba opraw	Status oprawy	Moc oprawy projektowanej	Własność oprawy
brukselska	14	wymiana	14W	miasto / gmina
garbary	7	wymiana	10W	miasto / gmina
garbary biedronka parking	5	wymiana	14W	miasto / gmina
haska	17	wymiana	14W	miasto / gmina
leśna	24	wymiana	36W	miasto / gmina
pelikanta	10	wymiana	14W	miasto / gmina
powstańców	65	wymiana	14W; 20W; 26W	miasto / gmina
rzymska	8	wymiana	14W	miasto / gmina
wiśniowa	1	wymiana	14W	miasto / gmina
wrzosowa	8	wymiana	19W	miasto / gmina
akacyjowa	3	wymiana	19W	enea
blonie	17	wymiana	14W	enea
brzozowa	1	wymiana	19W	enea
bukowa	14	wymiana	19W	enea
czereśniowa	2	wymiana	14W; 19W	enea
dębowa	3	wymiana	19W	enea
garbary	44	wymiana	19W; 20W	enea
grabowa	1	wymiana	19W	enea
jarzębinowa	3	wymiana	19W	enea
jaśminowa	3	wymiana	19W	enea

Ulica	Liczba opraw	Status oprawy	Moc oprawy projektowanej	Własność oprawy
jesionowa	8	wymiana	19W	enea
kasztanowa	7	wymiana	19W	enea
kwiatowa	3	wymiana	19W	enea
leśna	42	wymiana	36W; 38W	enea
modrzewiowa	3	wymiana	19W	enea
nizinna	3	wymiana	20W	enea
orzechowa	1	wymiana	19W	enea
piaskowa	6	wymiana	14W; 19W	enea
polna	3	wymiana	19W	enea
prosta	7	wymiana	10W; 19W	enea
robotnicza	19	wymiana	14W; 19W; 20W; 40W	enea
różana	1	wymiana	14W	enea
średnia	9	wymiana	19W; 20W; 27W	enea
strumykowa	5	wymiana	14W; 19W	enea
świerkowa	2	wymiana	19W	enea
wierzbowa	2	wymiana	19W	enea
wiśniowa	14	wymiana	14W	enea

3. Wskazanie ulic z podaniem ilości opraw do przebudowy polegającej na wydzieleniu nowych obwodów oświetleniowych (zwiększenie ilości opraw)

Ulica	Liczba opraw	Status oprawy	Moc oprawy projektowanej	Własność oprawy
barwna	8	przebudowa	5x26W; 3x36W	enea
błękitna	2	przebudowa	19W	enea
cicha	3	przebudowa	14W	enea
dożynkowa	6	przebudowa	19W; 20W	enea
jesienna	6	przebudowa	26W	enea
kącik	1	przebudowa	19W	enea
kolorowa	17	przebudowa	19W; 26W	enea
kościelna	6	przebudowa	19W, 20W	enea
łanowa	1	przebudowa	19W	enea
letnia	6	przebudowa	26W	enea
malinowa	3	przebudowa	26W	enea
mroźna	2	przebudowa	19W	enea
nizinna	11	przebudowa	19W; 20W	enea
nowa	5	przebudowa	19W	enea
plonowa	4	przebudowa	19W	enea
pogodna	2	przebudowa	19W; 26W	enea
polna	14	przebudowa	19W; 26W	enea

Ulica	Liczba opraw	Status oprawy	Moc oprawy projektowanej	Własność oprawy
prosta	25	przebudowa	19W; 20W; 26W	enea
rolna	8	przebudowa	19W	enea
równa	3	przebudowa	19W	enea
siewna	3	przebudowa	14W; 19W	enea
skośna	3	przebudowa	19W; 20W	enea
słoneczna	8	przebudowa	19W; 26W	enea
śnieżna	2	przebudowa	19W	enea
spokojna	5	przebudowa	26W	enea
srebrna	2	przebudowa	19W	enea
tęczowa	2	przebudowa	19W	enea
ugory	6	przebudowa	14W; 19W	enea
wiejska	15	przebudowa	19W; 27W; 36W; 75W	enea
wiosenna	8	przebudowa	19W; 20W; 26W; 75W	enea
zbożowa	16	przebudowa	14W; 19W; 26W; 36W	enea
zimowa	3	przebudowa	19W	enea
złota	2	przebudowa	26W	enea
żniwna	2	przebudowa	14W	enea

Pełne zestawienie doboru nowych opraw z przypisaniem dla poszczególnych punktów oświetleniowych zostało przedstawione w tabelach projektowych oraz z w projektach fotometrycznych (załącznik)

PORÓWNANIE SYSTEMÓW OŚWIETLENIOWYCH PRZED I PO MODERNIZACJI

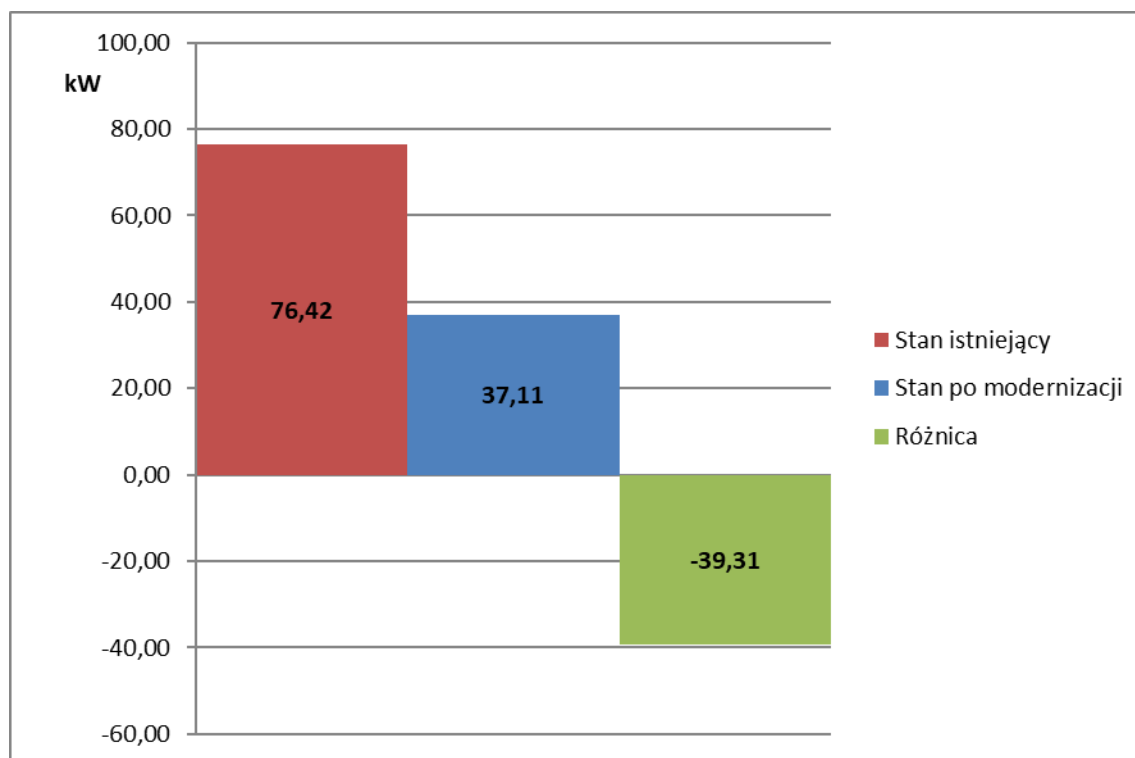
Zestawienie zbiorcze (Strefa B):

Oprawa	Przed modernizacją			Po modernizacji		
	ilość	moc jednostkowa [W]	moc łączna [kW]	ilość	moc jednostkowa [W]	moc łączna [kW]
LED				11	10,0	0,11
LED				176	14,0	2,46
LED				153	19,0	2,91
LED				122	20,0	2,44
LED				4	26,0	0,10
LED				3	27,0	0,08
LED				172	36,0	6,19
LED				66	38,0	2,51
LED				84	55,0	4,62
LED				1	20,0	0,02
LED				1	40,0	0,04
LED	8	20	0,16	8	20,0	0,16
LED	2	30	0,06	2	30,0	0,06
metalohal.	6	265	1,59	6	265,0	1,59
sodowa	413	83	34,28	14	83,0	1,16
sodowa	314	115	36,11	110	115,0	12,65
sodowa	24	176	4,22	0	176,0	0,00
Razem	767		76,42	933		37,11

Różnica w ilości punktów ośw. przed i po modernizacji wynika z faktu przewidzianej w niniejszym audycie przebudowy obwodów oświetleniowych na wybranych odcinkach drogowych, na których następuje zwiększenie ilości punktów w celu zapewnienia spełnienia wymagań normatywnych

Oszczędności wynikające z wymiany opraw na energooszczędne:

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji
Ilość punktów świetlnych	szt.	767	933
Moc zainstalowana	kW	76,42	37,11
Redukcja mocy	%	51,4%	



WARIANT I – Minimalny (modernizacja systemu oświetleniowego na terenie miasta i gminy)

W omawianym wariantcie przedstawiamy minimalny zakres inwestycji, który ma na celu doprowadzenie systemu oświetlenia do stanu zgodnego z najwyższymi standardami, normami oraz zaleceniami dla oświetlenia drogowego. Omawiany wariant zakłada najmniejsze nakłady finansowe. Celem omawianego wariantu jest modernizacja opraw oświetleniowych na nowoczesny system oświetleniowy wykorzystujący technologię LED wraz z wymianą, przewodów zasilających oprawę, zabezpieczeń zakwalifikowanych podczas szczegółowej inwentaryzacji „do wymiany” (zestawienie inwentaryzacyjne stanowi oddzielny załącznik do opracowania).

Tabelaryczne zestawienie modernizowanych opraw wraz z przedstawieniem osiągniętych oszczędności według mocy zainstalowanej przedstawiają tabele oraz wykres jak wyżej.

Moc rzeczywista (przy uwzględnieniu strat mocy na układzie zapłonowym i stateczniku) po wykonaniu modernizacji będzie wynosiła **37,11 kW**. Zmniejszenie mocy zainstalowanej bez uwzględnienia strat na liniach przesyłowych będzie wynosiło ok. **40 kW** czyli około **51%**.

Analiza energochłonności oraz kosztów zużycia energii została przedstawiona w tabelach poniżej. Na potrzeby tej analizy przyjęto stawkę 0,19 gr za kWh.

Koszt energii elektrycznej przed modernizacją

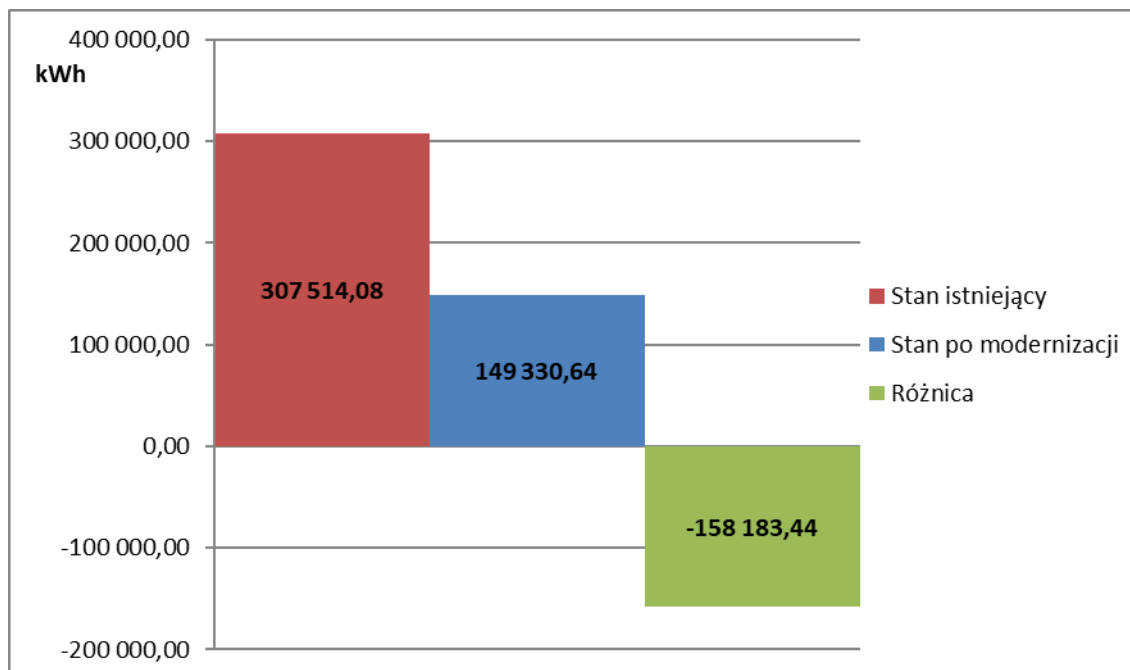
	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - dzień + noc	4 024	76,42	307 514	0,19	58 428	71 866
SUMA					58 428	71 866

Koszt energii elektrycznej po modernizacji

	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - dzień + noc	4 024	37,11	149 331	0,19	28 373	34 899
SUMA					28 373	34 899

Porównanie:

Ilość		Stan istniejący	Stan po modernizacji
Ilość punktów świetlnych	szt.	767	933
Pobór mocy	kWh	307 514,08	149 330,64
Redukcja mocy	%	51,4%	



Redukcja kosztów oraz poboru energii w tym wariancie wykonania modernizacji wynosi 51% przy założeniu, że inwestycja zostanie wykonana zgodnie z załączonym projektem fotometrycznym, oraz w pełnym proponowanym zakresie. Wartość oszczędności w PLN nie uwzględnia kosztów pozostałych czynników faktury za energię takich jak: stała, zmienna, przesyłowa, abonament, konserwacja.

ANALIZA ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO

Modernizacja oświetlenia ma na celu oszczędność zużycia energii elektrycznej. W wyniku tych oszczędności zmniejszają się wielkości emisji do atmosfery i ilości popiołów produkowanych przez elektrownie węglowe. Do wyprodukowania 1 MWh energii elektrycznej zużywa się ok. **500 kg** węgla. W związku z tym do atmosfery wyemitowane zostają związki chemiczne oraz pyły lotne zanieczyszczające środowisko, główne z nich to: **CO₂, CO, SO₂, NO_x**, (pyły lotne zawierają nie wymienione wyżej pierwiastki promieniotwórcze oraz ołów, kadm i arsen). W skali roku, do atmosfery zostaną wyemitowane następujące ilości zanieczyszczeń:

Czynnik środowiskowy dla omawianego wariantu inwestycji

1	Moc przed modernizacją [kW]	76,42	
2	Moc po modernizacji [kW]	37,11	- 39,31
3	Czas świecenia [h]	4 024,00	
4	Energia zaoszczędzona [MWh]	158,18	
Lp.	Zanieczyszczenia [kg]	Zanieczyszczenia [kg]	kg z MWh
1	Dwutlenek węgla CO ₂	126 230	798
2	Tlenek węgla CO	37	0,234
3	Dwutlenki siarki SO ₂	240	1,516
4	Tlenki azotu NO _x	151	0,954
5	Pył zawieszony (całkowity - TSP)	10	0,062
	RAZEM [kg]:	126 668	1 149

Obliczenie wielkości emisji CO₂ według NFOŚiGW w ramach realizacji programu SOWA (modernizacja oświetlenia):

	Zainstalowana moc MW			Zużycie energii elektrycznej MWh/rok			Obliczenia wielkości emisji CO ₂				
	STAN PRZED MODERNIZ.	STAN PO MODERNIZ.	RÓŻNICA (kol. 2- kol. 3)	STAN PRZED MODERNIZ.	STAN PO MODERNIZ.	RÓŻNICA (kol. 5- kol. 6)	WSKAŹNIK EMISJI Mg CO ₂ /MWh	EMISJA PRZED MODERNIZ. Mg/rok	EMISJA PO MODERNIZ. Mg/rok	KOŃCOWY EFEKT ograniczenia/ uniknięcia emisji Mg CO ₂ /rok (kol. 9- kol. 10)	PROCENT REDUKCJI (kol. 11 / kol. 9)
Wartość	0,08	0,04	0,04	307,51	149,33	158,18	0,812	250	121	128	0,51

Podsumowanie omawianego wariantu inwestycji

1.	Ilość oprav całkowita	767
2.	Ilość oprav do modernizacji	933
3.	Moc systemu przed modernizacją	76,42
4.	Moc systemu po modernizacji	37,11
5.	Planowana oszczędność w %	51,44%
6.	Koszt energii przed modern.	71 866,04
7.	Koszt energii po modern.	34 898,57
8.	Oszczędność w budżecie	36 967,47
9.	Oszczędność w emisji CO2	126 230,39
10.	Wskaźnik % redukcji emisji	0,51
11.	Wartość inwestycji modernizacji brutto	3 779 780

WARIANT II – modernizacja z zastosowaniem redukcji mocy w oprawach

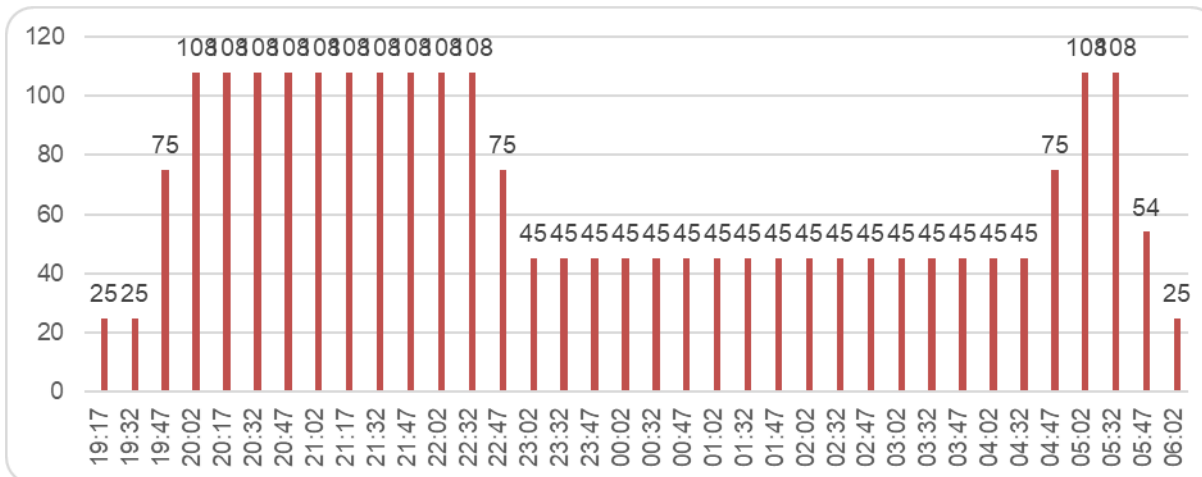
Proponowany wariant jest najbardziej optymalnym rozwiązaniem z punktu widzenia kosztów oraz możliwości finansowych zamawiającego. Audytorzy w omawianym wariantcie przyjęli modernizację systemu oświetleniowego zakwalifikowanego podczas szczegółowej inwentaryzacji do wymiany. Modernizacja oświetlenia zakłada wymianę starych energochłonnych i nieefektywnych energetycznie opraw wraz z ich zabezpieczeniem itp. Modernizacja zakłada również wymianę wysięgników tylko w niezbędnych przypadkach określonych jako priorytetowe. Są to wysięgniki z uszkodzoną powłoką, zbyt dużym kątem nachylenia.

Pod względem ilościowym modernizowanych obiektów (oprawy i wysięgniki) wariant ten jest tożsamy z wariantem I. Podstawowa różnica polega na wprowadzeniu redukcji mocy w oprawach i uzyskanie dodatkowych oszczędności w ogólnym bilansie zużycia energii.

Oprawa LED z systemem sterowania

Zakładając redukcję natężenia strumienia świetlnego w godzinach późnonocnych od godziny 23:00 do 4:00 (w przedziale 5 godzin), uzyskujemy dodatkowe zmniejszenie zużycia energii elektrycznej. Jednocześnie przy realizacji takiego scenariusza, zakłada się stopniowy rozruch po zachodzie słońca oraz wygaszanie obwodów oświetleniowych przed wschodem wg zaprogramowanej procedury. Taki scenariusz redukcji strumienia świetlnego opraw ze źródłami światła typu LED w wyniku redukcji mocy zasilającej daje minimum 15% zmniejszenie zużycia energii elektrycznej.

Przykładowy scenariusz redukcji strumienia świetlnego:



Z w/w propozycji redukcji oświetlenia wyłączone są strefy konfliktowe, takie jak skrzyżowania dróg o pewnej złożoności, przejścia dla pieszych, krzyżówki ścieżek rowerowych i przejść dla pieszych czy jezdni, jak również ronda i obszary, na których tworzą się kolejki pojazdów.

Koszt energii elektrycznej przed modernizacją

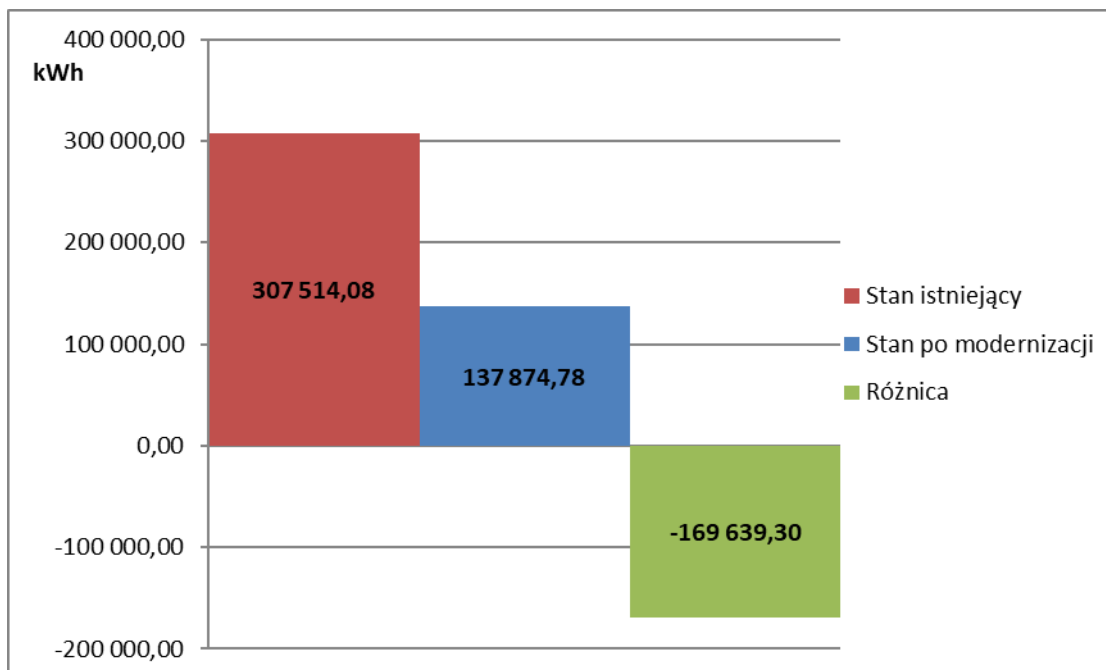
	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - dzień + noc	4 024	76,42	307 514	0,19	58 428	71 866
SUMA					58 428	71 866

Koszt energii elektrycznej po modernizacji z zastosowaniem systemu redukcji mocy:

Taryfa C12b	Ilość h	Moc kW	Energia kWh	Energia PLN	netto	brutto
Ilość h - Taryfa dzienna	1 966	37,11	72 958	0,19	13 862	17 050
Ilość h - Taryfa nocna (-15%)	2 058	31,54	64 917	0,19	12 334	15 171
SUMA	4 024		137 875		26 196	32 221

Porównanie:

	Ilość	Stan istniejący	Stan po modernizacji
Ilość punktów świetlnych	szt.	767	933
Pobór mocy	kWh	307 514,08	137 874,78
Redukcja mocy	%	55,2%	



Redukcja kosztów oraz poboru energii w tym wariantcie wykonania modernizacji wynosi 55%

Czynnik środowiskowy dla omawianego wariantu inwestycji

1	Moc przed modernizacją [kW]	76,42	
2	Moc po modernizacji [kW]	31,54	- 44,88
3	Czas świecenia [h]	4 024,00	
4	Energia zaoszczędzona [MWh]	180,58	
Lp	Zanieczyszczenia [kg]	Zanieczyszczenia [kg]	kg z MWh
1	Dwutlenek węgla CO ₂	144 105	798
2	Tlenek węgla CO	42	0,234
3	Dwutlenki siarki SO ₂	274	1,516
4	Tlenki azotu NO _x	172	0,954
5	Pył zawieszony (całkowity - TSP)	11	0,062
	RAZEM [kg]:	144 605	1 149

Modernizacja systemu oświetlenia dla wariantu optymalnego przy zastosowaniu dodatkowej redukcji mocy przyczyni się do zmniejszenia emisji szkodliwych pyłów o 144 MgCO₂ rocznie.

Obliczenie wielkości emisji CO₂ według NFOŚiGW w ramach realizacji programu SOWA (modernizacja oświetlenia):

1	Zainstalowana moc MW			Zużycie energii elektrycznej MWh/rok				Obliczenia wielkości emisji CO ₂			
	STAN PRZED MODERNIZ.	STAN PO MODERNIZ.	RÓŻNICA	STAN PRZED MODERNIZ.	STAN PO MODERNIZ.	RÓŻNICA	WSKAŹNIK EMISJI	EMISJA PRZED MODERNIZ. Mg/rok	EMISJA PO MODERNIZ. Mg/rok	KOŃCOWY EFEKT ograniczenia/ uniknięcia emisji Mg CO ₂ /rok	PROCENT REDUKCJI
			(kol. 2–kol. 3)			(kol. 5–kol. 6)					
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Wartość	0,08	0,04	0,04	307,51	137,87	169,64	0,812	250	112	138	0,55

Podsumowanie omawianego wariantu inwestycji

1.	Ilość oprav całkowita	767
2.	Ilość oprav do modernizacji	933
3.	Moc systemu przed modernizacją	76,42
4.	Moc systemu po modernizacji	31,54
5.	Planowana oszczędność w %	55,16%
6.	Koszt energii przed modern.	71 866,04
7.	Koszt energii po modern.	32 221,34
8.	Oszczędność w budżecie	39 644,70
9.	Oszczędność w emisji CO ₂	144 105,26
10.	Wskaźnik % redukcji emisji	0,55
11.	Wartość inwestycji modernizacji brutto	3 856 919

WARIANT III – modernizacja z zastosowaniem redukcji mocy oraz systemu inteligentnego sterowania

Wariant III jest najbardziej rozbudowanym wariantem modernizacji. Obszar modernizacji przyjęty do analizy jest to zakwalifikowany podczas szczegółowej inwentaryzacji obszar systemu oświetlenia drogowego opisany powyżej. Tożsamy z powyższymi wariantami pod względem ilościowym, a uzyskiwane efekty energetyczne są takie jak w Wariacie II poprzez zastosowanie takiego samego schematu redukcji mocy w oprawach. Zasadnicza różnica polega na wdrożeniu systemu inteligentnego sterowania. System ten pozwala na dynamiczne kontrolowanie stanu sieci oświetleniowej oraz na modyfikację zadanych stopni redukcji mocy w dowolnym czasie. Opis systemu został przedstawiony w części audytu dotyczącej „Analizy rozwiązań techniczno-technologicznych”

Ze względu na wyniki energetyczne tożsame z Wariantem II poniższe zestawienia dla Wariantu III zawierają jedynie podsumowanie wariantu z podaniem wartości inwestycji.

Podsumowanie omawianego wariantu inwestycji

1.	Ilość oprav całkowita	767
2.	Ilość oprav do modernizacji	933
3.	Moc systemu przed modernizacją	76,42
4.	Moc systemu po modernizacji	31,54
5.	Planowana oszczędność w %	55,16%
6.	Koszt energii przed modern.	71 866,04
7.	Koszt energii po modern.	32 221,34
8.	Oszczędność w budżecie	39 644,70
9.	Oszczędność w emisji CO2	144 105,26
10.	Wskaźnik % redukcji emisji	0,55
11.	Wartość inwestycji modernizacji brutto	4 981 984

Z uwagi na wysoki koszt inwestycji uwzględniający budowę nowych obszarów oświetleniowych czas zwrotu inwestycji z szacowanych oszczędności znacznie przekracza okres trwałości inwestycji, dlatego należy poszukać dodatkowych źródeł finansowania przedsięwzięcia.

PROGNOZA KOSZTÓW EKSPLOATACJI SYSTEMU PRZED I PO MODERNIZACJI

Założenia:

Inwestor w okresie referencyjnym będzie ponosił dużo niższe koszty konserwacji związane głównie z wydarzeniami losowymi. W okresie gwarancji wynoszącym 60 miesięcy duża część kosztów eksploatacyjnych (nowy system) nie będzie ponoszona (źródła, oprawy, przerwy i zwarcia). Koszty te zostaną w dużej części przeniesione na wykonawcę robót budowlanych z tytułu gwarancji. Po okresie gwarancji należy podjąć kroki normujące zasady utrzymania i konserwacji zmodernizowanego systemu oświetlenia. Odbyc się to powinno w drodze przetargu publicznego.

1. Czas eksploatacji – 4024 godz. rocznie
2. Konserwacja przez podmiot dokonujący modernizacji (w okresie gwarancji)

Analiza taryf i kosztów energii

Na terenie gminy Solec Kujawski znajduje się 61 szt. punktów sterowania oświetleniem. W większości szaf sterowniczych system rozliczenia oparty jest na taryfie rozliczeniowej C12b. – 59 szaf. Dwie szafy znajdujące się na ulicy Tęczowej rozliczane są według taryfy C11.

Taryfa C12b jest taryfą dwustrefową, dzielącą dobę na godziny nocne i dzienne dla mocy umownej nie przekraczającej 40 kW.

Oznaczenia symbolu C12b:

- "C" oznacza, że jest to taryfa przeznaczona dla firm zasilanych z sieci niskiego napięcia (z takiej sieci zasilane są w Polsce małe i średnie przedsiębiorstwa).
- "1" oznacza, że jest to taryfa przeznaczona dla klientów, których moc umowna jest mniejsza, niż 40 kilowatów (kW).
- "2" oznacza, że jest to taryfa z rozliczeniem dwustrefowym, czyli że w ciągu doby będą obowiązywały dwie różne stawki za prąd w zależności od pory, w której będzie miało miejsce zużycie prądu.
- "b" oznacza z kolei, że doba jest podzielona na godziny "dzienne" i godziny "nocne": zapłacimy wyższą cenę w godzinach dziennych i niższą cenę w godzinach nocy, przy czym dokładne godziny obowiązywania obu stref mogą się różnić pomiędzy dostawcami prądu i w zależności od pory roku. Przykładowo, będziemy płacić niższą, "nocną" stawkę za prąd w godzinach 13:00 - 15:00 (pomimo, że godziny te nie są w nocy) i 22:00 - 06:00, a wyższą, "dzienną" cenę energii elektrycznej w godzinach 06:00 - 13:00 i 15:00 - 22:00

Taryfa C11 jest zaś taryfą gdzie strefa rozliczeniowa w ciągu doby się nie zmienia. W taryfie C12b za prąd zużyty w godzinach nocnych płacimy mniej. W związku z faktem, że oświetlenie uliczne w Gminie Solec Kujawski w ciągu roku więcej czasu pracuje w godzinach nocnych, możemy uznać że korzystanie z taryfy C12b jest założeniem słusznym.

W związku z faktem liberalizacji rynku energii elektrycznej ceny megawatogodziny dla taryfy C12b są zróżnicowane w zależności od Sprzedawcy energii, w przeciwieństwie do cen energii dla tzw. domu. W związku z powyższym uzasadnionym jest wybór sprzedawcy energii dla Jednostki Samorządowej w drodze przetargu publicznego.

Gmina Solec Kujawski w taryfie C12b płaci za energię czynną :

- za godziny dzienne C12b ----- 0,1991 zł za kWh

- za godziny nocne C12b ----- 0,1879 zł za kWh

Są to obecnie jedne z niższych stawek za energię w tej taryfie na rynku energii.

Obecne całkowite koszty energii elektrycznej zużywanej przez system oświetlenia ulicznego są na poziomie 334 570,00 zł rocznie. Jeśli sama energia elektryczna czynna, kosztuje gminę Solec Kujawski, zgodnie z wyliczeniami 165 287,00 zł, oznacza to iż opłaty z tytułu abonamentu, dystrybucji, kosztów tzw. stałej i zmiennej wynoszą ok. 169 283,00 zł.

$$\text{Bo: } 334\,570,00 - 165\,287,00 = 169\,283,00$$

Koszty te wyliczane są przez Zakład Energetyczny na podstawie zakontraktowanej mocy umownej.

Jeśli modernizacja obniży nam faktyczny pobór mocy o ok. 80% tj. będzie wynosił 33,7 kW,

a obecnie przed modernizacją pobór energii wynosi 176,05 kW, w związku z powyższym moce umowne powinny również adekwatnie być obniżone. Oczywiście będzie to wymagało negocjacji zawarcia nowych umów przyłączeniowych dla poszczególnych punktów poboru energii. Jeśli pobór mocy rzeczywistej obniży się nawet o 80%, to sugeruje się aby moce umowne obniżyć proporcjonalnie przynajmniej o 60%. W związku z powyższym koszty związane z dystrybucją, oraz koszt tzw. stałej, zmiennej i przesyłu powinny obniżyć się również proporcjonalnie, a więc do ok. 101 569,00 (spadek prawie o 60%). Ponieważ obecnie koszt dystrybucji wynosi ok. 169 283,00 zł.

Zakładając wyliczone koszty po modernizacji można przyjąć że:

$$\text{Koszty energii elektrycznej} = 37\,951,00 \text{ zł}$$

$$\text{Koszty Dystrybucji} = 101\,569,00 \text{ zł}$$

$$\text{Całkowity koszty energii} = 139\,520,00 \text{ zł}$$

$$\text{Bo: } 37\,951 + 101\,569 = 139\,520$$

Biorąc pod uwagę powyższe wyliczenia energii wraz z opłatami dystrybucyjnymi można przyjąć że koszt utrzymania systemu oświetleniowego po modernizacji powinien kształtować się w wysokości **139 520,00 zł**:

Porównując wydatki obecne na energię na poziomie **334 570,00 zł/rok** oszczędności wynikłe z modernizacji wyniosą **195 050,00 zł** - spadek o **59%**

$$\text{334 570,00 zł/rok} - \text{139 520,00 zł/rok} = \text{195 050,00 zł /rok brutto}$$

Koszt oświetlenia ulic i dróg można wyrazić za pomocą równia regresji jak poniżej:

$$Ke = \sum_{i=1}^n (Pz * St + Pu * St) * ti + Kk + H$$

gdzie:

Ke - koszt energii

Pz - moc zainstalowana

Pu - moc umowna

ti – czas świecenia i-tego obwodu

St - stawka taryfowa

i – ilość obwodów oświetleniowych od 1 do n

Kk - koszt konserwacji

H - pozostałe stawki taryfowe jak np. opłata handlowa

ANALIZA ROZWIĄZAŃ TECHNICZNO-TECHNOLOGICZNYCH

Sprzęt oświetleniowy - źródła światła

Technologia LED jest coraz szerzej stosowana w oświetleniu, od niedawna w oświetleniu zewnętrznym. Na rynku pojawia się coraz więcej produktów będących alternatywą dla klasycznego oświetlenia zewnętrznego opartego do tej pory na źródłach wysokoprężnych. Źródła LED mają wiele zalet. Podstawowe to:

- długa żywotność – ok. 80 000 godzin
- nie generują promieniowania ultrafioletowego (UV) i podczerwonego (IR)
- biała barwa światła
- dobra jakość światła (wysoki współczynnik oddawania barw)
- wyeliminowany efekt stroboskopowy
- nie zawierają rtęci, metali ciężkich lub innych szkodliwych dla środowiska substancji
- natychmiastowy start - osiągnięcie normalnej jasności bezpośrednio po uruchomieniu, bez opóźnienia
- szybki ponowny zapłon źródła światła

Technologia LED jest ciągle udoskonalana i wciąż trwają prace nad wyprodukowaniem źródła LED o wyższej skuteczności. Dziś oświetlenie drogowe LED staje się racjonalną, ekonomiczną alternatywą dla klasycznego oświetlenia sodowego.

SPRZĘT OŚWIETLENIOWY – OPRAWY

Oprócz źródeł światła, o jakości oświetlenia decyduje także w dużym stopniu, jakość zastosowanej oprawy oświetleniowej. Powinna się ona charakteryzować wysokimi parametrami technicznymi, gwarantującymi wysoką szczelność układu optycznego i elektrycznego oraz ograniczać powstawanie olśnienia. Poniżej zestawiono wymagane parametry techniczne i użytkowe, jakimi powinny się charakteryzować oprawy LED.

Asortyment oraz oprawy LED będące przedmiotem zamówienia muszą spełniać wymagania określone w Polskich Normach i posiadać aktualne wymagane certyfikaty i deklaracje zgodności potwierdzające spełnienie dyrektyw LVD, EMC, RoHS na bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych

Parametry techniczne oprawy drogowej w technologii LED

- Stopień ochrony przed wnikaniem pyłu i wody dla komory optycznej – minimum IP66
- Stopień ochrony przed wnikaniem pyłu i wody dla komory elektrycznej – minimum IP66
- Materiał korpusu – Ciśnieniowy odlew aluminium, malowany proszkowo
- Materiał klosza – Szkło hartowane płaskie
- Stopień ochrony na uderzenia – minimum IK09
- Oprawa wyposażona w uniwersalny uchwyt pozwalający na montaż zarówno na wysięgniku jak i bezpośrednio na słupie, a także pozwalający na zmianę kąta nachylenia oprawy w zakresie od 0° do 15° (montaż bezpośredni) lub od 0° do -15° (montaż na wysięgniku), uchwyt posiada dodatkowe zabezpieczenie zapobiegające przypadkowemu obróceniu oprawy na wysięgniku. Niezbędne aby oprawy wypoziomować względem drogi na istniejących podporach. Uchwyt winien być integralną częścią oprawy wykonany z tego samego materiału oraz winien być w tym samym kolorze RAL co oprawa oświetleniowa
- Temperatura barwowa źródeł światła w panelu LED 3900-4300K (neutralny biały)
- Wskaźnik oddawania barw źródeł światła w panelu LED Ra \geq 70
- Oprawa wyposażona jest w grupę soczewek kształtujących rozsył światła o charakterze drogowym, każda dioda na panelu LED posiada indywidualny element optyczny o takiej samej charakterystyce
- Oprawa wyposażona jest w układ zasilający umożliwiający sterowanie sygnałem DALI oraz zaprogramowanie co najmniej 5-ciu stopni autonomicznej redukcji mocy i strumienia świetlnego bez sygnału sterującego z zewnątrz
- Możliwość wymiany układu zasilającego oraz optycznego bez konieczności zdejmowania oprawy ze słupa. Dostęp do komory osprzętu bez użycia narzędzi.

- Dane fotometryczne oprawy zamieszczone są na stronie producenta i umożliwiają wykonanie obliczeń parametrów oświetleniowych w ogólnodostępnych programach obliczeniowych
- Znamionowe napięcie pracy – 230V/50Hz
- Ochrona przed przepięciami oprawy – 10kV
- Współczynnik mocy (w warunkach znamionowych pracy) $\geq 0,9$
- Oprawa wyposażona w system optymalnego odprowadzania ciepła, dzięki termicznemu rozdzielaniu pomiędzy układem zasilającym a układem optycznym. Dodatkowo oprawa wyposażona jest w czujnik termiczny umieszczony na panelu LED zapobiegający przypadkowemu przegrzaniu
- Zakres temperatur pracy: $-40^{\circ}\text{C} \leq T_o \leq +55^{\circ}\text{C}$
- Zakłócenia sieci elektrycznej THD < 20%;
- Klasa ochronności elektrycznej: II
- Oprawa wyposażona w rozłącznik odłączający napięcie po otwarciu komory osprzętu
- Utrzymanie strumienia świetlnego w czasie na poziomie 80% po 100 000h zgodnie z LM-80 / TM-21
- Wymagany jest certyfikat ENEC **lub równoważny (TUV lub inny)**, potwierdzający spełnienie deklarowanych parametrów, opatrzony symbolem akredytacji wydanym przez PCA lub inne zagraniczne centra akredytacji będące sygnatariuszami Wielostronnego Porozumienia EA MLA. Ciężar udowodnienia pełnej równoważności innych certyfikatów spoczywa na wykonawcy”
- Wartości wskaźnika udziału światła wysyłanego ku górze (ULOR) zgodne z Rozporządzeniem WE nr 245/2009
- Układ optyczny spełnia wymagania normy EN 62471
- Oprawa wykonana zgodnie z normą EN 60598-1

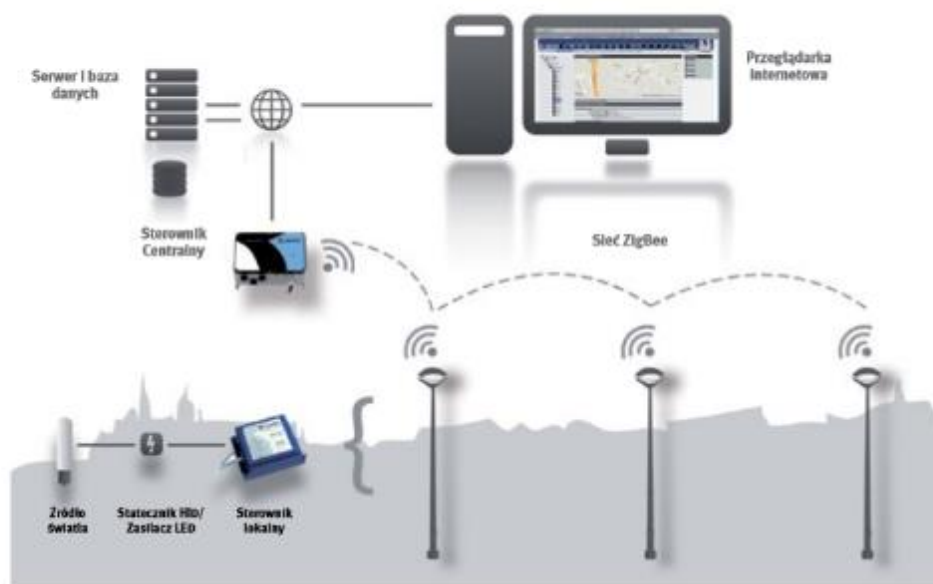
Minimalne parametry techniczne dla oprawy parkowej LED

- Materiał korpusu – aluminium
- Materiał klosza – szkło przezroczyste
- Stopień odporności klosza na uderzenia mechaniczne – IK08
- Szczelność komory optycznej – IP66
- Montaż na słupie ($\varnothing 60\text{mm}$ lub gwint o średnicy 3/4”) lub od góry na gwint o średnicy 3/4”
- Znamionowe napięcie pracy – 230V/50Hz
- Ochrona przed przepięciami – 10kV
- Zasilacz wyposażony w funkcję 5-stopniowej autonomicznej redukcji mocy
- Zakres temperatury barwowej źródeł światła – 3900-4300K

- Utrzymanie strumienia świetlnego w czasie: 80% po 100 000h (zgodnie z IES LM-80 - TM-21)
- Klasa ochronności elektrycznej: I lub II
- Oprawa posiada deklarację zgodności WE
- Wartości wskaźnika udziału światła wysyłanego ku górze (ULOR) zgodne z Rozporządzeniem WE nr 245/2009
- Dane fotometryczne oprawy zamieszczone w programie komputerowym pozwalającym wykonać obliczenia parametrów oświetleniowych.
- W przypadku zastosowania rozwiązań zamiennych należy dostarczyć źródłowe pliki obliczeniowe.
- Budowa oprawy pozwala na wymianę układu optycznego oraz modułu zasilającego.
- Wygląd, styl i wielkość oprawy podobny do rysunków zamieszczonych poniżej.
- Wymagany jest certyfikat ENEC **lub równoważny (TUV lub inny)**, potwierdzający spełnienie deklarowanych parametrów, opatrzony symbolem akredytacji wydanym przez PCA lub inne zagraniczne centra akredytacji będące sygnatariuszami Wielostronnego Porozumienia EA MLA. Ciężar udowodnienia pełnej równoważności innych certyfikatów spoczywa na wykonawcy”.

SYSTEM INTELIGENTNEGO STEROWANIA

Najbardziej zaawansowaną obecnie metodą sterowania systemem oświetlenia ulicznego są systemy inteligentne stosujące układy pozwalające na statyczną (skokową) lub dynamiczną (płynną) regulację natężenia oświetlenia oraz zdalną pełną kontrolę po sieciach radiowych GPRS. System taki umożliwia uzyskanie informacji z każdej oprawy oraz pozwala ją zdalnie sterować. Komputer – serwer, umożliwia zbieranie wszelkich danych oraz ich odpowiednią obróbkę i wizualizację na potrzeby analizy systemu oświetlenia. Jednym z podstawowych zadań jest zbieranie danych o występujących awariach oraz przygotowywanie raportów ułatwiających serwisowanie całego systemu. System oparty jest na sterownikach zainstalowanych w oprawach, a dla komunikacji połączonych ze sobą lamp może być wykorzystana technologia sieci bezprzewodowej. Za pośrednictwem sterownika nadrzędnego następuje synchronizacja pracy grupy lamp oraz ewentualne awaryjne wyłączenie lub załączenie grupy. System oprócz standardowych informacji o pracy i awarii gromadzi historię zdarzeń, jakie wystąpiły w trakcie eksploatacji, na podstawie, których można dokładnie przeanalizować pracę poszczególnych lamp oraz zaplanować ich ewentualną wymianę.



MODERNIZACJA SZAF STERUJĄCYCH SO WRAZ Z ZALECENIAMI KOMPENSACJI MOCY BIERNEJ

Szafa jest wyposażona w odpowiednie filtry harmoniczne, zapewniające prawidłową pracę całej instalacji i zgodność z normami EMC. Wnętrze szafy podzielono na cztery sekcje: zabezpieczeń, kompensacji mocy, pomiarową i rozdzielczą. Sekcja zabezpieczeń zawiera wszelkie elementy niezbędne do ochrony opraw oświetlenia ulicznego LED przed różnego rodzaju przepięciami, które mogą występować w liniach zasilających. Sekcja kompensacji mocy biernej mieści odpowiednio dobrany i wykonany kompensator mocy biernej o parametrach ustalonych specjalnie dla potrzeb konkretnej instalacji oświetlenia ulicznego LED. Gwarantuje on obniżenie rachunków za energię elektryczną zużywaną przez instalację oświetlenia ulicznego LED eliminując opłaty za moc bierną. Sekcja pomiarowa, zamykana zawsze dodatkowymi drzwiami, mieści zabezpieczenia przedlicznikowe i aparaturę pomiarową instalowaną w zależności od potrzeb i wymagań lokalnego zakładu energetycznego

Szafy wykonywane są według indywidualnych wymagań zamawiającego tak, aby w najlepszy sposób uwzględnić specyfikę lokalnej instalacji oświetlenia ulicznego LED. Realizacja rozpoczyna się dopiero po ustaleniu wszystkich szczegółów technicznych i ich ostatecznym zaakceptowaniu. Na życzenie zamawiającego można wyposażyć szafę w dowolny system sterowania. Standardowo obudowy szaf wykonane są z aluminium malowanego proszkowo, jednak możliwe jest także zastosowanie obudów z innych materiałów. Szafy oferowane są w wersjach do zasilania jednofazowego na zakres mocy do 20 kVA lub trójfazowego na zakres mocy do 120 kVA, w I lub II klasie izolacji.



W przypadku stosowania opraw LED o $\cos \phi < 0.93$ mamy $\sin \phi = 0,36$ tzn., że na każde 100W mocy czynnej mamy 36VAr mocy bierniej pojemnościowej. W przypadku, gdy zakład energetyczny wymieni liczniki na zdalny odczyt i/lub zmieni się operator energii zgodnie z Prawem „Regulacji Energetyki” (bez zmian w umowach) odbiorca zostanie obciążony dodatkowymi opłatami wysokości 3-krotnej wartości zużywanej energii mocy czynnej.

Dodatkowym problemem mocy bierniej pojemnościowej (zgodnie z trójkątem mocy), jest jej dynamiczna zmiana przy stosowaniu wielostopniowej redukcji mocy czynnej w czasie świecenia. W celu utrzymania założeń ekonomicznych projektu i ekologicznych należy na etapie modernizacji przewidzieć kilkustopniową redukcję mocy bierniej pojemnościowej zgodnie ze zmianą redukcji mocy czynnej w oprawach na poszczególnych fazach.

Przykład

Oprawa LED 100W

$\cos \phi_i = 0,95$, $T_g \phi_i = 0,33$

Moc pojemnościowa $Q_p = 33$ [Var]

Przy stawce 0,50 zł kWh

koszt świecenia oprawy (1h) wynosi: $0,1$ [kW] \times $0,5$ [zł] \times 1 [h] = $0,05$ zł 1kWh

koszt dodatkowy oprawy za moc bierną wynosi: $0,033$ [kVAr] \times $0,05$ [zł] \times 3 [krotność moc bierna] \times 1 [h] = $0,049$ zł 1kVArh

INNE RÓWNOWAŻNE PODZESPOŁY I CZĘŚCI

W przypadku zastosowania innych podzespołów i części (za wyjątkiem opraw), innych niż przewidziane w dokumentacji programowej, wykonawca powinien:

- Przedstawić parametry techniczno - użytkowe zastosowanych podzespołów i części w odniesieniu do użytych w posiadanej przez Zamawiającego dokumentacji,
- Przedstawić dokument potwierdzający posiadanie przez podzespoły i części deklaracji zgodności producenta z normami oraz obowiązującymi w UE dyrektywami wystawioną na podstawie przeprowadzonych badań lub certyfikat bezpieczeństwa B wystawiony przez polską jednostkę certyfikującą.

WYMAGANIA DLA OFERT RÓWNOWAŻNYCH

Modernizacja systemu oświetlenia powinna być wykonana zgodnie z posiadaną przez Urząd Miasta i Gminy dokumentacją programową, która ze względu na specyfikę przedmiotu zamówienia wskazuje konkretne typy i producentów sprzętu oświetleniowego. Aby móc wykonać obliczenia fotometryczne projektant musi zastosować konkretne krzywe światłości opraw ulicznych i parkowych.

W związku z tym, zgodnie z art. 29 ust. 3 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 równoważną muszą spełnić następujące wymagania:

W przypadku zastosowania innych opraw oświetleniowych niż przyjęte w dokumentacji programowej należy wykazać, że oprawy oświetleniowe przyjęte w projekcie równoważnym gwarantują wartości parametrów oświetleniowych na poziomie nie mniejszym niż wyliczone w projekcie posiadanym przez Zamawiającego oraz gwarantują spełnienie normy **PN EN 13201-2016**.

Celem przedstawienia obliczeń fotometrycznych zgodnie z **nową normą PN EN 13201-2016** jest udokumentowanie zamienności opraw w stosunku do programu Zamawiającego. Na Wykonawcy ciąży obowiązek udokumentowania spełnienia wymagań poprzez wykonanie i załączenie do oferty projektu oświetleniowego (fotometrycznego) zawierającego wszystkie elementy zawarte w programie 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. Spełnienie powyższych warunków gwarantuje możliwość porównania zastosowanych opraw i uznania ich równoważności na podstawie efektu oświetleniowego uzyskiwanego w tożsamych warunkach.**

Wykonawca składający ofertę równoważną, w przypadku wygrania przetargu i realizacji zadania, ponosi pełną odpowiedzialność za osiągnięcie efektu modernizacji.

Wymagane dokumenty potwierdzające równoważność

1. Dokument wydany przez producenta (w języku polskim) potwierdzający spełnianie parametrów techniczno-użytkowych zaproponowanych urządzeń równoważnych w stosunku do opraw w posiadanej przez Zamawiającego dokumentacji (karty katalogowe opraw),
2. Deklaracja zgodności wyrobu z obowiązującymi normami przenoszącymi normy europejskie
3. Zamawiający żąda udostępnienia danych technicznych właściwości opraw - rozsyłu światła opraw oświetleniowych – całej bryły światłości w formie LDT bazy danych umożliwiających na ich podstawie dokonanie wyliczeń parametrów oświetleniowych drogi w ogólnie dostępnym programie komputerowym do wspomaganie obliczeń DIALUX EVO lub RELUX. Udostępnienie winno mieć miejsce równocześnie z chwilą składania ofert lub jeżeli wskazują na to względy techniczne przed terminem złożeniem ofert. Dane fotometryczne winne być elementem składowym projektu wykazującego równoważność zastosowanych opraw.

Całkowita moc proponowanych opraw zamiennych nie może przekroczyć mocy opraw wskazanych w projekcie, a wyliczone parametry oświetlenia gwarantują spełnienie normy PN EN 13 201-2016

ANALIZA PRAWNA

Wykonawcą instytucjonalnym projektu (inwestorem) jest gmina Solec Kujawski. Jednostka samorządu terytorialnego posiadająca samodzielną osobowość prawną na podstawie ustawy z dnia 8 marca 1990 roku o samorządzie gminnym (tekst jednolity [Dz.U. z 2016 r., poz. 446](#)).

Projekt w sposób niebudzący wątpliwości mieści się w kompetencjach samorządu gminnego określonych przywołaną ustawą i należy do zadań własnych Gminy. Realizacja projektu jest uzależniona od działań instytucji trzecich.

Warunkiem jest uzyskanie zgody właściciela sieci. Brak jest rozpoznawalnych zagrożeń dla realizacji projektu, wynikających z czynników formalno-prawnych, oraz instytucjonalnych zarówno po stronie beneficjenta jak i instytucji zewnętrznych. Inwestycja wymaga uzyskania zgłoszenia do właściwego rejonu Zakładu Energetycznego. Wymagane też jest uzyskanie warunków technicznych dokonywania modernizacji od właściwego Zakładu Energetycznego, określającego dysponowanie miejscami na konstrukcjach wsporczych na montowane oprawy.

Nadzór inwestorski dla zadania Inwestor powinien zlecić podmiotowi zewnętrznemu. Nadzory branżowe (zewnętrzne i odpłatne) ze strony podmiotów uzgadniających wykonawstwo robót budowlanych w ramach poszczególnych branż, powinien uzgadniać i koordynować na bieżąco inspektor nadzoru powołany przez Inwestora.

Inwestor nabędzie prawo dysponowania nieruchomością na cele budowlane w rozumieniu art. 32 ust. 4 p. 2 ustawy Prawo Budowlane.

ANALIZA SPECYFICZNA

Głównymi powodami przechodzenia na stosowanie energooszczędnych technologii oświetlenia ulic są poszanowanie publicznych pieniędzy, gospodarność i dbałość o środowisko naturalne. Oświetlenie, odpowiadające za 19% globalnego zużycia energii, to kluczowy obszar, wymagający innowacyjnych energooszczędnych rozwiązań. Szacuje się, że do roku 2020 w wyniku zastosowania rozwiązań LED 30% mniej energii będzie wykorzystane na oświetlenie w porównaniu do roku 2006. Te oszczędności przełożą się na redukcję emisji CO₂ do atmosfery o 515 mln ton. Pełne przejście na oświetlenie

półprzewodnikowe (LED) we wszystkich instalacjach oświetleniowych na całym świecie może ograniczyć zużycie energii o 40%, co pozwoli zaoszczędzić energię generowaną przez 640 średniej wielkości elektrownie. Wygeneruje to także oszczędności na poziomie 130 mld euro.

NIEMIERZALNE KORZYŚCI I KOSZTY PRZEDSIĘWZIĘCIA

Efekty społeczne realizowanego projektu przedstawiono w oparciu o analizę ekonomiczną przeprowadzoną przy użyciu metody wielokryterialnej. Z uwagi na trudności ze skwantyfikowaniem korzyści w pieniądzu, poniższa analiza będzie przedstawiała korzyści społeczne w sposób opisowy, przy jednoczesnym podaniu ich wymiaru w wartościach niepieniężnych. Zastosowanie takiego zabiegu wynika z braku wiarygodnych i zunifikowanych danych statystycznych, dotyczących obecnej sytuacji, a tym samym z niemożności wiarygodnego określenia sytuacji po zakończeniu inwestycji.

Wzrost atrakcyjności osadniczej regionu

Dzięki poprawie warunków bytowych na obszarze realizacji projektu, stanu środowiska naturalnego oraz wzrostu atrakcyjności inwestycyjnej regionu nastąpi także zwiększenie atrakcyjności osiedleńczej regionu i wzrost liczby mieszkańców, zwłaszcza na obszarach realizacji inwestycji. Wprawdzie wieloletnie prognozy demograficzne wskazują na subtelne spadki w liczbie mieszkańców zamieszkujących tereny miasta, to jednak realizacja przedsięwzięcia może przyczynić się do osłabienia negatywnych trendów demograficznych i przyczynić się choć w pewnym stopniu do wzrostu (lub ograniczenia spadku) dochodów podatkowych lokalnych Samorządów, a tym samym do zwiększenia środków, które będą w ich dyspozycji do finansowania kolejnych inwestycji komunalnych.

Zmniejszenie różnic rozwojowych pomiędzy regionami

Istnieją dwa aspekty, które mają istotne znaczenie dla zmniejszenia różnic w stopniu rozwoju między regionami, mianowicie: rozbudowa infrastruktury, która jest podstawowym elementem rozwoju regionu oraz sam rozwój gospodarczy. Brak infrastruktury technicznej powoduje degradację regionu i odpływ ludności do terenów o wyższym stopniu rozwoju.

Podobnie jest z niskim poziomem rozwoju gospodarczego. Wpływ projektu na zmniejszenie różnic rozwojowych wynika przede wszystkim z rozbudowy i zwiększenia dostępu do podstawowej infrastruktury technicznej. Zadania realizowane w ramach realizacji Projektu pozytywnie wpłyną zarówno na wzrost atrakcyjności gospodarczej jak i turystycznej nie tylko miasta, ale i całego regionu.

WNIOSKI OSTATECZNE

1. Wskazany w opracowaniu sposób modernizacji oświetlenia przedstawia drogę do obniżania kosztów i zwiększenia efektywności wydawanych środków finansowych. Uwzględnia również możliwości i plany budżetowe UM Solec Kujawski.
2. Zalecanym rozwiązaniem przeprowadzenia modernizacji oświetlenia drogowego na terenie miasta jest wykonanie kompleksowej wymiany zakwalifikowanych opraw z uwagi na zdecydowaną poprawę parametrów oświetleniowych modernizowanych ciągów komunikacyjnych.
3. **Powyższy audyt jest pewną propozycją zastosowania posunięć zmierzających do powstania znacznych oszczędności w energii i budżecie miasta. Rozwiązania podobne należy rozpatrzyć we właściwych komisjach np.**
 - modernizacja z zastosowaniem redukcji mocy (przedstawiona w audycie)
 - modernizacja bez zastosowania inteligentnego systemu sterowania
 - **autor niniejszej dokumentacji deklaruje chęć współpracy z UM w zakresie dalszych opracowań zadań modernizacyjnych, które na podstawie niniejszego audytu będą dedykowane do ew. realizacji przez odpowiednie jednostki Samorządu.**

Podsumowanie:

5. Dane ogólne		Przed	Po
	Modernizacja oświetlenia zewnętrznego (na terenie dróg, ulic i placów) polegające na wymianie opraw oświetleniowych wraz z osprzętem na energooszczędne. Ogólna ilość opraw oświetleniowych (szt.):	767	933
6. Charakterystyka energetyczna oświetlenia			
1.	Obliczeniowa moc systemu oświetlenia [kW]	76,42	37,11
2.	Roczne zużycie energii elektrycznej na potrzeby oświetlenia [kWh/rok]	307 514	137 874
7. Opłaty jednostkowe			
1	Opłata za 1 kWh energii elektrycznej brutto	0,2337	0,2337
8. Charakterystyka ekonomiczna wybranego wariantu modernizacji			
1.	Roczne zmniejszenie zużycia energii finalnej [%]		55
2.	Roczne zmniejszenie zużycia energii finalnej [kWh/rok]		169 639,30
3.	Roczne zmniejszenie zużycia energii pierwotnej [kWh/rok]		514 058,48
4.	Roczne oszczędności kosztów energii [zł/rok]		39 645
5.	Planowane koszty przedsięwzięcia [zł]		3 856 919

W załączeniu przedstawiamy karty katalogowe zaprojektowanego sprzętu oświetleniowego do modernizacji, kartę z doboru klas oświetleniowych według raportu CIE, zestawienie inwentaryzacyjne, projekt fotometryczny. **W zadaniu przetargowym dopuszcza się stosowanie sprzętu równoważnego spełniającego warunki opisane w dokumentacji, ale nie gorsze** .

Przepisy z zakresu prawa ochrony środowiska

Nie stwierdzono przeszkód w realizacji inwestycji ze strony przepisów dotyczących ochrony środowiska. Inwestycja nie stwarza szczególnych warunków obciążenia środowiska ani szczególnych zagrożeń dla niego.

Nie zidentyfikowano żadnych potencjalnych przeszkód prawnych, które mogłyby zablokować realizację inwestycji lub zakłócić jej przebieg. INWESTYCJA JEST WYKONALNA POD WZGLĘDEM PRAWNYM.

WYMAGANIA OGÓLNE

DROGI

Przyjęto:

- klasy oświetleniowe wg Normy PN-EN 13201 : 2010

PRZEPISY ZWIĄZANE

NORMY

1. PN-EN 13032-1:2010 (U) – Światło i oświetlenie
2. PN-EN 13201-4-2-3:2007 (U) – Oświetlenie dróg
3. PN-EN 60598-1:2007 (U) – Oprawy oświetleniowe
4. PN-CEN/TR 13201-1:2007 (U) – Oświetlenie dróg
5. PN-90/E-01005/Ap1:2004 – Technika świetlna
6. PN-EN40-5:2004 – Słupy oświetleniowe
7. PN-HD 60364-1:2010– Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych
8. PN-IEC 60364-4-41:2007 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa

9. PN-HD 60364-4-43:2010– Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona przed prądem przetężeniowym
10. PN-HD 60364-6:2008 - Sprawdzenie odbiorcze.
11. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. z 2017. poz. 1332).
12. Ustawa z dnia 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz.U. z 2015. poz. 460 z późniejszymi zmianami).
13. PN-E-05100 -1-1998 Elektroenergetyczne linie napowietrzne – Projektowanie i budowa
14. Ustawa z dnia 20 czerwca 1997 r. - Prawo o ruchu drogowym – z późniejszymi zmianami – Dzienniku Ustaw z 2017. poz. 1260
14. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury Dz. U. z 2012 r. poz. 1137, 1448, z 2013 r. poz. 700, 991, 1446, 1611, z 2014 r. poz. 312, 486, 529, 768, 822, 970, z 2015 r. poz. 211, 541, 591, 933, 1038, 1045, 1273, 1326, 1335, 1359.

INNE DOKUMENTY

Dyrektywy LVD nr: Normy zharmonizowane:	2006/95/WE PN-EN 60598-1:2011 PN-EN 60598-2-3:2006	Oprawy oświetleniowe. Wymagania ogólne i badania Oprawy oświetleniowe. Wymagania szczegółowe: Oprawy oświetleniowe drogowe i uliczne
Dyrektywy EMC nr: Normy zharmonizowane:	EMC 2004/108/EEC; 91/263/EEC; 92/31/EEC; 93/68/EEC PN-EN 55015:2011 PN-EN 61000-3-2:2007 PN-EN 61000-3-3:2009 PN-EN 61547:2009 PN-EN 62471:2010	Poziomy dopuszczalne i metody pomiarów zaburzeń radioelektrycznych wytwarzanych przez elektryczne urządzenia oświetleniowe i urządzenia podobne Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC). Część 3-2: Dopuszczalne poziomy. Dopuszczalne poziomy emisji harmonicznych prądu (fazowy prąd zasilający odbiornika < lub = 16 A) (Zmiana A2) Kompatybilność elektromagnetyczna – Dopuszczalne poziomy – Ograniczenia wahań napięcia i migotania światła powodowanych przez odbiorniki o prądzie znamionowym < lub = 16 A w sieciach zasilających niskiego napięcia Sprzęt do ogólnych celów oświetleniowych. Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych
Dyrektywy RoHS nr:	2008/35/WE	

Oświadczenie

Oświadczam, że opracowanie o nazwie;

„AUDYT EFEKTYWNOŚCI ENERGETYCZNEJ OŚWIETLENIA ULICZNEGO W GMINIE SOLEC KUJAWSKI”

Został sporządzony zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami i zasadami wiedzy technicznej oraz jest kompletne z punktu widzenia celu jakiemu ma służyć.

AVC Polska Sp. z o.o.

01-956 Warszawa, ul. Wrzeciono 54a

biuro@avcpolska.com.pl

Maciej Suchecki – Prezes AVC Polska

.....

Jakub Suchecki - Director Energy Saving

.....

Mariusz Tabęcki - Project Lighting Manager

.....