

45751/18

Audyt efektywności energetycznej oświetlenia zewnętrznego

Adres obiektu	Oświetlenie drogowe miejscowości Nowogród, Ostrowite i Wrocki na terenie gminy Gołub-Dobrzyń
Podmiot	Gmina Gołub-Dobrzyń ul. Plac 1000-lecia 25 87-400 Gołub-Dobrzyń
Opracował	Krzysztof Kufel inż. Krzysztof Kufel tytuł inż. 0180/PWOE/08 do projektowania i kierowania robotami bud. bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych Posiadający uprawnienia budowlane nr POM/0180/PWOE/08 do projektowania i kierowania robotami budowlanymi bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych

Rumia, 2018-06-09

Zatwierdza
14.06.2018

WÓJT
Marek Ryłowicz

Karta audytu efektywności energetycznej		Data wykonania		
		2018-06-09		
Podstawowe informacje dotyczące przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
Przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej:		Wymiana oświetlenia drogowego na terenie miejscowości Nowogród, Ostrowite i Wrocki w gminie Gołub-Dobrzyń		
Opis przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej (max. 250 znaków):		Przedsięwzięcie polega na wymianie istniejących opraw oświetleniowych na energooszczędne typu LED.		
Dane podmiotu, u którego będzie realizowane/zostało zrealizowane* przedsięwzięcie służące poprawie efektywności energetycznej, lub podmiotu upoważnionego (numer PESEL albo nazwa):		Gmina Gołub-Dobrzyń ul. Plac 1000-lecia 25 87-400 Gołub-Dobrzyń		
Planowana data rozpoczęcia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:**	Data zakończenia realizacji przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej:***	Wyrażony w latach kalendarzowych okres uzyskiwania oszczędności energii:		
		15		
Parametry przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej				
Średnioroczna ilość energii finalnej planowanej do zaoszczędzenia: **	23 790	kWh/rok	2,045	toe/rok
Średnioroczna ilość energii pierwotnej planowanej do zaoszczędzenia: **	59 475	kWh/rok	5,114	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii finalnej: ***	-	kWh/rok	-	toe/rok
Średnioroczna ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej: ***	-	kWh/rok	-	toe/rok
Dane sporządzającego audyt efektywności energetycznej				
Imię i nazwisko:	Krzysztof Kufel			
Nr telefonu:	517300770			
Podpis:	 inż. Krzysztof Kufel mgr inż. z Pomiędzysektorowego do projektowania i wykonania robót bud. bez wyłączenia w specjalności mechanicznej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń elektrycznych i elektroenergetycznych			

* Niepotrzebne skreślić.

** W przypadku planowanego przedsięwzięcia służącego poprawie efektywności energetycznej.

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

Spis treści:

Karta audytu efektywności energetycznej	2
1. Podstawa opracowania	4
2. Zakres opracowania.....	5
3. Ocena stanu technicznego.....	5
3.1. Inwentaryzacja oświetlenia.	5
3.1.1. Nowogród.....	5
3.1.2. Ostrowite.....	6
3.1.3. Wrocki	6
3.2. Szacowane zużycie energii elektrycznej oświetlenia.	7
4. Wymagania dla opraw LED.....	8
4.1. Wymagania i zalecenia w oświetleniu ulic według PN-EN 13201	8
4.2. Założenia projektowe dla modernizacji	9
5. Analiza efektów planowanych.	11
5.1. Metodologia opracowania.	11
5.2. Wskazanie przedsięwzięć.	11
5.3. Wariant I - Wymiana oświetlenia na oprawy LED.....	12
5.4. Wariant II - Wymiana oświetlenia na oprawy LED z autonomiczną regulacją mocy.....	12
5.5. Wariant III - Wymiana oświetlenia na oprawy LED z systemem zarządzania.	12
5.6. Dobór opraw LED.....	13
5.7. Oszczędność energii finalnej i pierwotnej.	13
5.8. Koszt energii elektrycznej	15
5.9. Koszt modernizacji.	16
5.10. Zwrot z inwestycji	16
5.11. Redukcja emisji gazów cieplarnianych i innych substancji.	17
5.12. Rekomendacja wariantu realizacji modernizacji.....	18
Załącznik nr 1 – Inwentaryzacja oświetlenia.	20
Załącznik nr 2 – Obliczenia fotometryczne.	23
Załącznik nr 3 – Mapy z lokalizacją opraw.	39

1. Podstawa opracowania

Podstawą opracowania audytu jest:

- Zlecenie zamawiającego,
- Inwentaryzacja oświetlenia w terenie,
- Mapy poglądowe i zestawienie opraw przekazane przez Zamawiającego,
- Ustawa z dnia 20 maja 2016 o efektywności energetycznej (Dz. U. 2016 poz. 831)
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. 2017 poz. 1912)
- Norma PN-EN 13201:2007 Oświetlenie Dróg.

2. Zakres opracowania

Do zakresu audytu oświetlenia drogowego gminy Gołub-Dobrzyń wskazano oprawy oświetleniowe w następujących lokalizacjach:

1. Nowogród
2. Ostrowite
3. Wrocki

3. Ocena stanu technicznego.

3.1. Inwentaryzacja oświetlenia.

Inwentaryzację oświetlenia wykonano na podstawie zakresu i danych przekazanych przez Zamawiającego. Moce opraw zostały określone na podstawie inwentaryzacji wykonanej przez ENERGA Oświetlenie Sp. z o.o.

W czasie inwentaryzacji podzielono oświetlenie na strefy i funkcje. Dla celów określenia sytuacji oświetleniowych, z terenu zostały zebrane dane dotyczące dróg i chodników oraz parametrów słupów i opraw. Na podstawie zebranych danych, ustalono minimalne wymagania oświetleniowe zgodnie z normami PN-EN 13201:2007.

Obecne oświetlenie wykorzystuje energochłonne oprawy ze źródłami wysokoprężnymi sodowymi o wysokich mocach źródła przeważająco 150 W. Część opraw ma żółte klosze oraz wypalone odbłyśniki co zmniejsza ich efektywność oświetlania terenu.

3.1.1. Nowogród

Nowogród oświetlone jest nielicznymi oprawami sodowymi umieszczonymi w kilku lokalizacjach na słupach sieci napowietrznej przy ulicach asfaltowych i utwardzonych. Dla uzyskania równomierności oświetlenia należy dobudować oprawy pomiędzy istniejącymi.

Zestawienie zinwentaryzowanych opraw przedstawia tabela:

Ulica	Typ oprawy	Moc znamionowa oprawy [W]	Moc znamionowa [W]	Ilość oprav [szt.]
Nowogród	OUSd	150	168	4
Nowogród	SGS	100	115	1

Ze względu na niski ruch pojazdów na tym obszarze oraz znaczne odległości słupów od jezdni, warunki oświetleniowe określono jako CE5.

3.1.2. Ostrowite

Ostrowite oświetlone jest oprawami sodowymi umieszczonymi na słupach sieci napowietrznej przy ulicach asfaltowych i utwardzonych. Obok miejscowości przebiega droga wojewódzka DW554. Dla uzyskania równomierności oświetlenia należy dobudować oprawy pomiędzy istniejącymi.

Zestawienie zinwentaryzowanych opraw przedstawia tabela:

Ulica	Typ oprawy	Moc znamionowa oprawy [W]	Moc znamionowa [W]	Ilość oprav [szt.]
Ostrowite	Ambar	100	115	5
Ostrowite	OUR	250	275	3
Ostrowite	OUS	250	275	1
Ostrowite	OUSb	150	168	1
Ostrowite	OUSd	150	168	14
Ostrowite	SGS	100	115	1

Dla drogi DW554 określono warunki oświetleniowe na CE4 ze względu na ruch pojazdów oraz odległość istniejących słupów od jezdni wynoszący do 10 m. Dla pozostałych dróg określono klasę oświetleniową CE5.

3.1.3. Wrocki

Wrocki oświetlone są oprawami sodowymi umieszczonymi na słupach sieci napowietrznej przy ulicach asfaltowych. Dla uzyskania równomierności oświetlenia należy dobudować oprawy pomiędzy istniejącymi.

Zestawienie zinwentaryzowanych opraw przedstawia tabela:

Ulica	Typ oprawy	Moc znamionowa oprawy [W]	Moc znamionowa [W]	Ilość opraw [szt.]
Wrocki	OUSd	150	168	35

Ze względu na niski ruch pojazdów na tym obszarze oraz znaczne odległości słupów od jezdni, warunki oświetleniowe określono jako CE5.

3.2. Szacowane zużycie energii elektrycznej oświetlenia.

Dla określenia mocy znamionowej oświetlenia na terenie portu, określono moc pojedynczej oprawy jako suma mocy znamionowej lampy powiększona o straty na stateczniku elektromagnetycznym:

- Oprawy sodowe 100 W - 115 W
- Oprawy sodowe 150 W - 168 W
- Oprawy sodowe i rtęciowe 250 W - 275 W

Zestawienie mocy znamionowej zinwentaryzowanych opraw, w rozbiciu na miejscowości, przedstawia tabela poniżej:

Miejscowość	Ilość opraw [szt.]	Suma mocy zainstalowanej [W]
Nowogród	5	787
Ostrowite	25	4310
Wrocki	35	5880
Razem	65	10977

Łączna moc znamionowa oświetlenia wynosi 10,98 kW, a średnia moc na oprawę wynosi 168,88 W/pkt.

Dla całości oświetlenia, przyjęto czas świecenia w czasie roku 4150 h.

Szacowana ilość zużycia energii w ciągu roku (Q_0) wynosi:

$$Q_0 = 4150 [h] \times 10,98[kW] = 45.567 [kWh]$$

4. Wymagania dla opraw LED.

4.1. Wymagania i zalecenia w oświetleniu ulic według PN-EN 13201

Polski Komitet Normalizacyjny wprowadził normę PN-EN 13201, zawierającą wytyczne do projektowania oświetlenia, która zastąpiła normę PN-76/E-02032 Oświetlenie dróg publicznych.

Dla celów niniejszego opracowania, zastosowane zostały wytyczne normy PN-EN 13201 wydane w języku polskim.

Opisane w normie parametry, umożliwiają dobranie klasy oświetleniowej dla sytuacji oświetleniowej drogi, zapewniające możliwie efektywne wykorzystanie energii na podstawie:

- geometrii rozważanego obszaru,
- użyteczności powierzchni,
- wpływu otaczającego środowiska.

Najczęściej stosowanymi grupami klas oświetleniowych są: ME, CE i S, które są podzielone w zależności od głównych parametrów oświetleniowych na podklasy.

Klasy ME przeznaczone są dla kierowców pojazdów silnikowych na trasach z prędkościami ruchu od średnich do dużych. Podstawowy parametr określający klasę ME jest luminancja średnia drogi i jest ona zależna od oświetlenia powierzchni drogi, właściwości odbijających powierzchni drogi oraz geometrycznych warunków obserwacji. W przypadku, gdy przy jezdni znajdują się chodniki i ścieżki rowerowe, to jezdnie oraz chodniki i drogi dla rowerów należy rozpatrywać oddzielnie, z tym, że powierzchnia chodnika lub drogi rowerowej może obejmować pas zieleni.

Klasy oświetleniowe CE przewidziane są dla kierowców pojazdów silnikowych i innych użytkowników drogi w strefach konfliktowych, takich jak ulice handlowe, skrzyżowania dróg o dużym stopniu złożoności, ronda jak i dla powierzchni użytkowanych przez pieszych i rowerzystów. Parametrem głównym opisującym daną klasę CE jest średnie natężenie oświetlenia.

Klasy oświetleniowe S są przeznaczone dla pieszych i rowerzystów znajdujących się na chodnikach,

drogach dla rowerów, pasach postojowych i innych powierzchniach drogowych leżących oddzielnie albo wzdłuż jezdni tras ruchu. Dodatkowo klasy te stosuje się dla dróg osiedlowych, ciągów pieszych, placów parkingowych itp. Jeżeli do jezdni dróg osiedlowych przylegają chodniki można rozpatrywać sytuację drogową, która stanowi całkowitą szerokość jezdni i chodnika. Tam, gdzie chodniki i drogi dla rowerów przylegają do siebie, powierzchnię obydwu mogą być traktowane jako jedna powierzchnia. Parametrem głównym opisującym daną klasę S jest średnie natężenie oświetlenia.

Odpowiednie zalecenia dotyczące oświetlenia wybiera się po przejściu następujących etapów:

- a) Zdefiniowanie publicznego obszaru ruchu składającego się z jednego rozważanego obszaru lub większej ich liczby i wybranie odpowiedniej grupy sytuacji oświetleniowej,
- b) Wybór tabeli odpowiadającej danej sytuacji oświetleniowej,
- c) Szczegółowe określenie rozważanego obszaru,
- d) Wybór przedziału klas oświetlenia,
- e) Wybór jednej klasy oświetlenia z przyjętego przedziału,
- f) Znalezienie wymagań jakościowych dla wybranej klasy oświetleniowej,
- g) Rozpatrzenie zaleceń ogólnych.

Na podstawie wytycznych inwentaryzacji i normy PN-EN 13201 określono minimalne klasy oświetleniowe dla jezdni i chodników, które przedstawiono w dalszej części audytu.

4.2. Założenia projektowe dla modernizacji

Na potrzeby audytu i określenia mocy modernizowanych opraw, zostały opracowane typowe sytuacje drogowe do wykonania obliczeń fotometrycznych i doboru opraw oświetleniowych typu LED, które bazowały na inwentaryzacji wykonanej w terenie i materiałach przekazanych przez Zamawiającego. Obliczenia te stanowią załącznik nr 1 do Audytu.

Zastosowane oprawy drogowe dla potrzeb audytu spełniają minimalne wymagania:

- temperatura barwowa 4000 - 4300 K,

- współczynnik oddawania barw $R_a \geq 70$,
- utrzymanie strumienia świetlnego L80F10 dla 60 000 h przy $T_a = 25^\circ \text{C}$,
- klosz zabezpieczonym szkłem hartowanym IK 08,
- minimalna regulacja kąta nachylenia dla oprawy drogowej na wysięgniku/słupie od min. -10 do $+10^\circ$,
- II klasa ochrony dla opraw drogowych,
- klasa szczelności IP 65,
- prąd sterowania diodami nie więcej niż 700 mA,
- znak CE i ENEC.

Obliczenia fotometryczne dla typowych sytuacji drogowych zostały wykonane dla współczynnika utrzymania $MF=0,85$.

5. Analiza efektów planowanych.

5.1. Metodologia opracowania.

W opracowaniu zgodnie z wytycznymi założono wymianę 65 szt. opraw i dobudowę 30 szt. ze względu na zapewnienie równomierności oświetlenia.

W zakresie prac jest również wymiana i dobudowa przewodów, wysięgników, zabezpieczeń i zacisków zasilających istniejących oraz dowieszenie przewodów AsXSn 2x25 i osprzętu linii na istniejących słupach.

Dla potrzeb analiz w audycie modernizacji punktów świetlnych przyjęto metodologię opartą o:

- Inwentaryzację oświetlenia,
- Wykonane obliczenia fotometryczne w programie Dialux 4.13,
- Informacje przekazane przez Zamawiającego,
- Ustawę z dnia 20 maja 2016 o efektywności energetycznej (Dz. U. 2016 poz. 831),
- Rozporządzenie Ministra Energii z dnia 5 października 2017 r. w sprawie szczegółowego zakresu i sposobu sporządzania audytu efektywności energetycznej oraz metod obliczania oszczędności energii (Dz. U. 2017 poz. 1912),
- Normę PN-EN 13201:2007 Oświetlenie Dróg,
- Doświadczenie i wiedzę audytora

5.2. Wskazanie przedsięwzięć.

Celem audytu jest zaprezentowanie możliwych wariantów wykonania modernizacji energooszczędnego istniejącego oświetlenia, dostosowując do warunków i zaleceń normy PN-EN 13201 z wykorzystaniem innowacyjnych opraw oświetleniowych w technologii LED ze wskazaniem najkorzystniejszego wariantu.

Wymagania stawiane najkorzystniejszemu rozwiązaniu to uzyskanie wysokich efektów oszczędności energii elektrycznej przy zachowaniu możliwie najniższych kosztów inwestycji. Wymagany warunkiem prawidłowego przeprowadzenia modernizacji jest dobór opraw oświetleniowych zgodnie z normami.

Przeprowadzona inwentaryzacja istniejącego majątku oraz wykonane obliczenia fotometryczne w analizowanych sytuacjach drogowych wykazały konieczność dobudowy opraw na istniejących słupach dla zachowania równomierności oświetlenia.

5.3. Wariant I - Wymiana oświetlenia na oprawy LED.

Wariant I modernizacji, zakłada wymianę opraw na typu LED zgodnie z założeniami Audytu. Dla uzyskania odpowiednich parametrów oświetlenia, oprawy powinny być wyposażone w uchwyt, który umożliwia ustawienie kąta oprawy zgodnie z obliczeniami. Oszczędności energii elektrycznej uzyskiwane są przez wymianę energochłonnego oświetlenia na typu LED spełniającego wymagania oświetleniowe przytoczonych norm w Audycie.

5.4. Wariant II - Wymiana oświetlenia na oprawy LED z autonomiczną regulacją mocy.

Wariant drugi modernizacji, zakłada wymianę opraw zgodnie z założeniami wariantu I, z dodatkowym zastosowaniem autonomicznej redukcji mocy w oprawach. Redukcja mocy o 30% w okresie nocnym w godzinach 23:00-5:00, spowoduje obniżenie wartości strumienia świetlnego dla spełnienia warunków oświetlenia ulic o 1 klasę niżej od wyjściowej. Zmiana jest możliwa ze względu na obniżone natężenie ruchu w tych godzinach i jest zgodna z zaleceniami normy PN-EN 13201.

Zastosowana redukcja będzie programowana przed montażem oprawy i nie zakłada konieczności późniejszej zmiany nastaw w czasie eksploatacji.

5.5. Wariant III - Wymiana oświetlenia na oprawy LED z systemem zarządzania.

Wariant trzeci zakłada, oprócz wymiany opraw na typu LED zgodnie z wariantem I, możliwość redukcji mocy poprzez zastosowanie systemu zarządzania poszczególnymi oprawami. System komunikuje się z oprawami wykorzystując transmisję GPRS lub medium radiowe. W zależności od konfiguracji systemu, w przypadku montażu modułów sterowniczych grupujących oprawy w szafkach oświetleniowych, należy przewidzieć konieczność wymiany lub dostosowania szafek oświetleniowych.

System zarządzania oprócz dostępu bieżącego stanu oprav, pozwala na ustalanie indywidualnych harmonogramów załączeń i redukcji oprav, obejmujących ulice, parkingi lub tereny zamknięte. Pozwala to na stosowanie głębszych redukcji mocy oprav na obszarze portu, dostosowując poziom oświetlenia do planowanego natężenia ruchu.

Dla potrzeby oszacowania oszczędności przy działaniu systemu zarządzania, określono redukcję mocy oprav o 30% w godzinach 21:00-5:00.

5.6. Dobór oprav LED.

Na podstawie powyższych założeń i wykonanych obliczeń, dobrano oprawy typu LED dla poszczególnych ulic. Wykonane obliczenia potwierdzają prawidłowy dobór oprav, które spełniają założone klasy oświetleniowe zgodnie z normą PN-EN 13201.

W tabeli poniżej przedstawiono miejscowości w podziale na sytuacje drogowe, wartości znamionowe mocy oprav LED i redukcji.

Miejscowość	Sytuacja drogowa	Moc oprawy LED [W]	Moc oprawy w redukcji [W]	Ilość [szt.]	Suma mocy znamionowej LED [W]	Suma mocy redukcji LED [W]
Nowogród	G3	60	42	5	300	210
Nowogród	G4	60	42	10	600	420
Ostrowite	G5	90	63	14	1260	882
Ostrowite	G6	55	38	26	1430	988
Wrocki	G1	75	52	17	1275	884
Wrocki	G2	60	42	23	1380	966
Suma końcowa				95	6245	4350

Uzyskana suma mocy znamionowej oprav LED wynosi 6,25 kW co daje średnio 65,74 W/pkt. Oszczędności na poborze mocy przez system oświetleniowy LED wynoszą 43,1 %. Kolejne oszczędności są do uzyskania po zastosowaniu redukcji mocy w godzinach nocnych lub systemu zarządzania oświetleniem z indywidualną regulacją poboru mocy opisane w wariantach modernizacji.

5.7. Oszczędność energii finalnej i pierwotnej.

Dla wyliczeń zużycia energii i oszczędności przyjęto następujące założenia:

- roczny czas świecenia oświetlenia 4150 h zgodnie z Rozporządzeniem,
- roczna szacowana wartość energii przed modernizacją Q_0 zgodnie z punktem 3.2 Audytu

Szacowane zużycie energii elektrycznej dla wariantu I określono wzorem:

$$Q_1 = M_1 \times T_U$$

Gdzie:

Q_1 – Roczny wolumen energii elektrycznej dla oświetlenia wariantu I [kWh],

M_1 – łączna moc znamionowa nowych opraw LED [kW],

T_U – czas użytkowania źródła światła zgodnie z Rozporządzeniem [h].

Szacowane zużycie energii elektrycznej dla wariantu II wynosi:

$$Q_2 = M_1 \times T_{U2} + M_2 \times T_{U2R}$$

Gdzie:

Q_2 – Roczny wolumen energii elektrycznej dla oświetlenia wariantu II [kWh],

M_1 – łączna moc znamionowa nowych opraw LED [kW],

T_{U2} – czas użytkowania źródła światła z mocą znamionową, równy różnicy ilości godzin zgodnie z Rozporządzeniem i ilości T_{U2R} , tj. $4150 - 2190 = 1960$ [h],

M_2 – łączna moc znamionowa nowych opraw LED podczas redukcji wariantu 2 [kW],

T_{U2R} – czas użytkowania źródła światła z mocą zredukowaną wariantu II, liczony jako iloczyn dni w roku i ilości godzin redukcji mocy od 23:00 – 5:00, tj. $365 \times 6 = 2190$ [h],

Szacowane zużycie energii elektrycznej dla wariantu III wynosi:

$$Q_3 = M_1 \times T_{U3} + M_3 \times T_{U3R}$$

Gdzie:

Q_3 – Roczny wolumen energii elektrycznej dla oświetlenia wariantu II [kWh],

M_1 – łączna moc znamionowa nowych opraw LED [kW],

T_{U3} – czas użytkowania źródła światła z mocą znamionową, równy różnicy ilości godzin zgodnie z Rozporządzeniem i ilości T_{U3R} , tj. $4150 - 2920 = 1230$ [h],

M_3 – łączna moc znamionowa nowych opraw LED podczas redukcji wariantu III [kW],

T_{U3R} – czas użytkowania źródła światła z mocą zredukowaną wariantu III, liczony jako iloczyn dni w roku i ilości godzin redukcji mocy od 21:00 – 5:00, tj. $365 \times 8 = 2920$ [h],

Ilość zaoszczędzonej energii finalnej ΔQ_0 , liczonej jako różnica zużycia energii przed modernizacją i po modernizacji dla poszczególnych wariantów, przedstawia tabela poniżej:

Wariant modernizacji	Ilość energii przed modernizacją [kWh/rok]	Ilość energii po modernizacji [kWh/rok]	Ilość zaoszczędzonej energii finalnej [kWh/rok]	Wartość procentowa zaoszczędzonej energii
Wariant I	45 567	25 938	19 629	43,1%
Wariant II	45 567	21 777	23 790	52,2%
Wariant III	45 567	20 390	25 177	55,3%

Dla wskaźnika przeliczeniowego energii pierwotnej 2,5 oraz toe/rok 0,08598 obliczono wartości energii pierwotnej w tabeli poniżej:

Wariant modernizacji	Ilość zaoszczędzonej energii finalnej [kWh/rok]	toe/rok	Ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej [kWh/rok]	toe/rok
Wariant I	19 629	1,688	49 073	4,219
Wariant II	23 790	2,045	59 475	5,114
Wariant III	25 177	2,165	62 943	5,412

5.8. Koszt energii elektrycznej

Dla określenia opłacalności modernizacji wyliczono koszt energii elektrycznej dla poszczególnych wariantów przy założeniu ceny energii elektrycznej części zmiennej na 0,450 zł/kWh netto.

Roczny koszt energii elektrycznej dla części zależnej od ilości energii elektrycznej ponoszony na oprawy wyznaczone do modernizacji wyznaczono jako iloczyn ilości energii i wartość brutto ceny energii dla każdego przypadku.

Roczne koszty energii przedstawia tabela poniżej:

Oświetlenie	Wolumen roczny zużytej energii [kWh/rok]	Koszt roczny energii brutto
Oprawy przed modernizacją	45 567	25 221 zł
Wariant I	25 938	14 357 zł
Wariant II	21 777	12 054 zł
Wariant III	20 390	11 286 zł

Uzyskana roczna redukcja kosztów na energii elektrycznej dla poszczególnych wariantów określa tabela poniżej:

Oświetlenie	Roczna redukcja kosztów energii elektrycznej
Wariant I	10 864 zł
Wariant II	13 167 zł
Wariant III	13 935 zł

Z powyższego zestawienia wynika, że wariant III uzyskuje najwyższą roczną redukcję kosztów energii elektrycznej.

5.9. Koszt modernizacji.

Koszt modernizacji poszczególnych wariantów, został określony na podstawie kosztorysu inwestorskiego, zawierającego ceny materiałów elektrycznych, stawek robocizny kosztorysowej cenach pracy sprzętu budowlanego zgodnie z publikacją Sekocenbud oraz badania rynku cen oprav.

Zestawienie kosztów modernizacji przedstawia tabela poniżej:

Oświetlenie	Koszt modernizacji brutto
Wariant I	194 726,13 zł
Wariant II	195 894,63 zł
Wariant III	283 532,13 zł

5.10. Zwrot z inwestycji

Dla oceny opłacalności inwestycji, wykorzystano wskaźnik zwrotu nakładów SPBT w latach, liczony jako iloraz nakładów na modernizację i rocznej redukcji kosztów energii elektrycznej.

Tabela poniżej przedstawia zestawienie SPBT dla wariantów:

Oświetlenie	Koszt modernizacji brutto [zł]	Roczna redukcja kosztów energii elektrycznej	SPBT [a]
Wariant I	194 726,13 zł	10 864 zł	17,9
Wariant II	195 894,63 zł	13 167 zł	14,9
Wariant III	283 532,13 zł	13 935 zł	20,3

5.11. Redukcja emisji gazów cieplarnianych i innych substancji.

Dla obliczenia wielkości ograniczenia emisji wykorzystano metodykę opracowaną przez NFOŚiGW. Dla energii elektrycznej, metodyka zakłada, że zastępowana energia elektryczna pochodzi z polskiej sieci elektroenergetycznej i jest wykorzystywana przez odbiorcę końcowego. Dla tej sieci, wskaźnik emisji jest obliczany i podawany do stosowania w danym roku przez Krajowy Ośrodek Bilansowania i Zarządzania Emisjami KOBIZE.

Dla potrzeb audytu przyjęto wskaźnik podany przez KOBIZE wynoszący:

Wskaźnik dla:	Wartość wskaźnika [kg/MWh]
CO ₂	781
SO ₂	0,818
NO _x	0,824
CO	0,252
Pyłu całkowitego	0,053

Dla oszacowania wielkości redukcji emisji, przemnożono powyższe wskaźnik z roczną wartością szacowanej energii elektrycznej dla poszczególnych wariantów. Wyniki przedstawiono w tabeli:

	Wariant I	Wariant II	Wariant III
Średnioroczna oszczędność [MWh]	19,629	23,79	25,177
Wielkość redukcji CO ₂ [kg]	15330,249	18579,990	19663,237
Wielkość redukcji SO ₂ [kg]	16,057	19,460	20,595
Wielkość redukcji NO _x [kg]	16,174	19,603	20,746
Wielkość redukcji CO [kg]	4,947	5,995	6,345
Pyłu całkowitego [kg]	1,040	1,261	1,334

5.12. Rekomendacja wariantu realizacji modernizacji.

Zaproponowane w audycie oprawy, wykorzystujące innowacyjną technikę oświetleniową LED, przewyższają technologicznie obecne energochłonne oświetlenie bazujące na wysokoprężnych źródłach światła, dzięki następującym własnościom:

- możliwej, liniowej zmiany strumienia emitowanego światła z opraw LED i indywidualny jego dobór do potrzeb oświetlenia strefy, dając tym samym maksymalne możliwe oszczędności przy spełnionych parametrach oświetleniowych,
- emisji światła z poszczególnych diod oprawy LED, tworzącą płaszczyznę świetlną, skierowaną na drogę za pomocą indywidualnych soczewek, przez co ograniczone jest olśnienie, zwiększona jest równomierność oświetlenia i uzyskiwane są wyższe parametry oświetleniowe dla klas dróg w porównaniu do opraw sodowych o takich samych mocach.
- postępowi w technice świetlnej opraw LED powodująca zwiększoną skuteczność świetlną obecnie osiągającą 140 lm/W z oprawy oraz zwiększoną trwałość nawet powyżej 100.000 h potwierdzoną uzyskiwanymi gwarancjami producentów opraw do 10 lat.

Zastosowanie redukcji mocy w godzinach mniejszego natężenia ruchu pozwala na uzyskanie dodatkowych oszczędności w zużyciu energii elektrycznej, które zostały przedstawione w audycie w trzech wariantach.

Dla zapewnienia równomierności oświetlenia zgodnie z normą, należy dobudować 30 sztuk opraw, co stanowi prawie połowę opraw przeznaczonych do wymiany. Gdyby wykonać tylko samą wymianę opraw, koszty inwestycji spadłyby o 30%, równocześnie zwiększając ilość zaoszczędzonej energii (nie zużytej przez dobudowane oprawy), co spowodowałoby znaczące zmniejszenie czasu koniecznego do spłaty inwestycji z wygenerowanych oszczędności.

W tabeli poniżej zestawiono główne wskaźniki i wielkości opisujące warianty:

Wielkość	Wariant I	Wariant II	Wariant III
Ilość zaoszczędzonej energii finalnej [kWh/rok]	19 629	23 790	25 177
Wielkość w toe:	1,688	2,045	2,165
Ilość zaoszczędzonej energii pierwotnej [kWh/rok]	49 073	59 475	62 943
Wielkość w toe:	4,219	5,114	5,412
Wartość procentowa oszczędności	43,1%	52,2%	55,3%
Roczna redukcja kosztów energii	10 864,00 zł	13 167,00 zł	13 935,00 zł
Koszt modernizacji	194 726,13 zł	195 894,63 zł	283 532,13 zł
SPBT okres zwrotu z inwestycji [a]	17,9	14,9	20,3
Wielkość redukcji emisji CO ₂ [Mg]	15,8	19,17	20,29

Z powyższego zestawienia wynika, że największe oszczędności uzyskuje wariant III polegający na modernizacji opraw na typu LED wraz z zastosowaniem systemu zarządzania. Wariant ten jest jednak najdroższym i stąd ma najwyższy okres zwrotu z inwestycji. Dla uzyskania założonych oszczędności, system zarządzania wymaga wykwalifikowanego personelu, który na bieżąco będzie nadzorował prace opraw w systemie.

Dla zapewnienia trwałości uzyskiwanych oszczędności, rekomendujemy zastosowanie wariantu II czyli modernizacji opraw z zastosowaniem autonomicznej redukcji mocy w oprawach w określonych godzinach. Koszt modernizacji jest nieznacznie wyższy niż wariant I, a zastosowanie dodatkowej redukcji mocy programowanej przed montażem oprawy, powoduje znaczne dodatkowe oszczędności w zużyciu energii elektrycznej, a tym samym wielkości redukcji emisji gazów cieplarnianych. Zasadność zastosowania wariantu II jako najbardziej optymalny potwierdza najkrótszy okres zwrotu z inwestycji.

Miejscowość	Ulica	Szafka	Nr słupa	Oprawa istniejąca	Moc znamionowa oprawy [W]	Moc załst. [W]	Min. klasa ośw. drogi	Min. klasa ośw. chodnika	Sytuacja drogowa	Wysokość zawieszenia oprawy [m]	Wymiana / dobudowa wysięgnika	Typ oprawy LED	Moc oprawy LED [W]	Budowa przesła AsXS _n 2x25	Moc po redukcji oprawy LED [W]
Nowogród		SO-1015	101/201	brak			CE5	S5	G4	9	1	G4.drogowa	60		42
Nowogród		SO-1015	102/202	brak			CE5	S5	G4	9	1	G4.drogowa	60		42
Nowogród		SO-1015	103	brak			S3		G3	9	1	G3.drogowa	60		42
Nowogród		SO-1015	105	brak			S3		G3	9	1	G3.drogowa	60		42
Nowogród		SO-1015	106	brak			S3		G3	9	1	G3.drogowa	60		42
Nowogród		SO-1015	107	OUSd	150	168	S3		G3	9	1	G3.drogowa	60		42
Nowogród		SO-1015	109	brak			S3		G3	9	1	G3.drogowa	60	80	42
Nowogród		SO-1015	302/402	brak			CE5	S5	G4	9	1	G4.drogowa	60		42
Nowogród		SO-1015	303/403	OUSd	150	168	CE5	S5	G4	9	1	G4.drogowa	60		42
Nowogród		SO-1015	304/404	brak			CE5	S5	G4	9	1	G4.drogowa	60		42
Nowogród		SO-1015	305/405	SGS	100	115	CE5	S5	G4	9	1	G4.drogowa	60		42
Nowogród		SO-1015	306	OUSd	150	168	CE5	S5	G4	9	1	G4.drogowa	60		42
Nowogród		SO-1015	307	brak			CE5	S5	G4	9	1	G4.drogowa	60		42
Nowogród		SO-1015	308	OUSd	150	168	CE5	S5	G4	9	1	G4.drogowa	60		42
Nowogród		SO-1015	405	brak			CE5	S5	G4	9	1	G4.drogowa	60		42
Ostrowite	DW554	SO-1094	202	brak			CE4		G5	9	1	G5.drogowa	90		63
Ostrowite	DW554	SO-1094	204	brak			CE4		G5	9	1	G5.drogowa	90		63
Ostrowite	DW554	SO-1094	205	SGS	100	115	CE4		G5	9	1	G5.drogowa	90		63
Ostrowite	DW554	SO-1094	207	brak			CE4		G5	9	1	G5.drogowa	90		63
Ostrowite	DW554	SO-1094	209	brak			CE4		G5	9	1	G5.drogowa	90		63
Ostrowite		SO-1094/1	202	OUSd	150	168	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/1	203	OUSd	150	168	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/1	204	brak			CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/1	205	OUSd	150	168	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/1	206	brak			CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/1	207	OUSd	150	168	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/1	208	OUSb	150	168	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/1	208/1/1	brak			CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/1	208/2	OUSd	150	168	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/1	208/4	brak			CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/1	208/5	OUSd	150	168	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/1	209	brak			CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/1	210	OUSd	150	168	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/1	211	OUSd	150	168	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/1	212	OUSd	150	168	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/3	301	OUSd	150	168	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/3	303	Ambar	100	115	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38

Miejscowość	Ulica	Szafka	Nr słupa	Oprawa istniejąca	Moc znamionowa oprawy [W]	Moc zainst. [W]	Min. klasa ośw. drogi	Min. klasa ośw. chodnika	Sytuacja drogowa	Wysokość zawieszenia oprawy [m]	Wymiana / dobudowa wysięgnika	Typ oprawy LED	Moc oprawy LED [W]	Budowa przęsła AsXSn 2x25	Moc po redukcji oprawy LED [W]
Ostrowite		SO-1094/3	304	OUS	250	275	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/3	305	OUR	250	275	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/3	306	OUR	250	275	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/3	307	OUSd	150	168	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/3	308	OUR	250	275	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/3	307/3	OUSd	150	168	CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55		38
Ostrowite		SO-1094/3	40	brak			CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55	50	38
Ostrowite	DW554	D554	6	Ambar	100	115	CE4		G5	9	1	G5.drogowa	90		63
Ostrowite	DW554	D554	7	Ambar	100	115	CE4		G5	9	1	G5.drogowa	90		63
Ostrowite	DW554	D554	8	OUSd	150	168	CE4		G5	9	1	G5.drogowa	90		63
Ostrowite	DW554	D554	9	OUSd	150	168	CE4		G5	9	1	G5.drogowa	90		63
Ostrowite	DW554	D554	10	brak			CE4		G5	9	1	G5.drogowa	90		63
Ostrowite	DW554	D554	11	Ambar	100	115	CE4		G5	9	1	G5.drogowa	90		63
Ostrowite	DW554	D554	12	brak			CE4		G5	9	1	G5.drogowa	90		63
Ostrowite	DW554	D554	13	Ambar	100	115	CE4		G5	9	1	G5.drogowa	90		63
Ostrowite	DW554	D554	14	brak			CE4		G5	9	1	G5.drogowa	90		63
Ostrowite	D554	D554	38	brak			CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55	50	38
Ostrowite	D554	D554	38.1	brak			CE5		G6	9	1	G6.drogowa	55	50	38
Wroclki		SO-1679	102	brak			CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wroclki		SO-1679	103	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wroclki		SO-1679	104	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wroclki		SO-1679	105	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wroclki		SO-1679	106	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wroclki		SO-1679	107	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wroclki		SO-1679	200	OUSd	150	168	CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wroclki		SO-1679	301	OUSd	150	168	CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wroclki		SO-1679	302	OUSd	150	168	CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wroclki		SO-1679	303	OUSd	150	168	CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wroclki		SO-1679	304	OUSd	150	168	CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wroclki		SO-1679	305	OUSd	150	168	CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wroclki		SO-1679	306	OUSd	150	168	CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wroclki		SO-1679	307	OUSd	150	168	CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wroclki		SO-1679	401	brak			CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wroclki		SO-1679	402	brak			CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wroclki		SO-1679	403	OUSd	150	168	CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wroclki		SO-1679	404	brak			CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wroclki		SO-1679	405	OUSd	150	168	CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52

Miejscowość	Ulica	Szafka	Nr słupa	Oprawa istniejąca	Moc znamionowa oprawy [W]	Moc zainst. [W]	Min. klasa ośw. drogi	Min. klasa ośw. chodnika	Sytuacja drogowa	Wysokość zawieszenia oprawy [m]	Wymiana / dobudowa wysięgnika	Typ oprawy LED	Moc oprawy LED [W]	Budowa przesła AsXSn 2x25	Moc po redukcji oprawy LED [W]
Wrocki		SO-1679	407	brak			CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wrocki		SO-1679	408	OUSd	150	168	CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wrocki		SO-1679	106/2	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1679	410/1	OUSd	150	168	CE5	S5	G1	9	1	G1.drogowa	75		52
Wrocki		SO-1690/1	101	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	102	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	103	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	104	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	105	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	107	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	201	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	202	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	203	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	204	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	205	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	206	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	207	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	208	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	209	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	210	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
Wrocki		SO-1690/1	211	OUSd	150	168	CE5	S5	G2	9	1	G2.drogowa	60		42
					9800	10977					95			6245	4350
															230

Audyt efektywności energetycznej oświetlenia zewnętrznego

Oświetlenie drogowe miejscowości Nowogród, Ostrowite i Wrocki na terenie gminy Gołub-Dobrzyń

Załącznik nr 2

Obliczenia fotometryczne

Partner kontaktowy:

Numer zlecenia:

Firma:

Numer klienta:

Data: 09.06.2018

Edytor: Krzysztof Kufel

Edytor Krzysztof Kufel
Telefon
faks
e-Mail

G1 - Wrocki st. 302-303 / Dane planowania

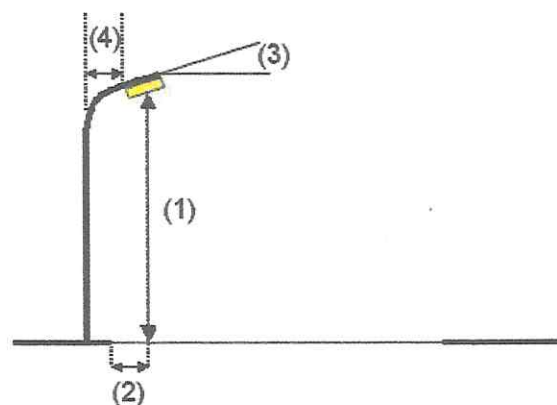
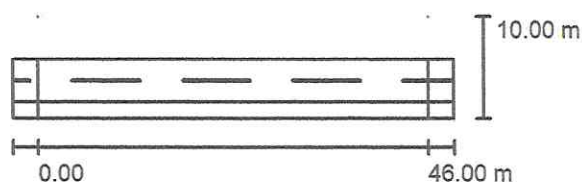
Profil ulicy

Jezdnia (Szerokość: 5.000 m, Liczba pasów jezdni: 2, Nawierzchnia: R3, q0: 0.070)

Chodnik 1 (Szerokość: 2.000 m)

Współczynnik konserwacji: 0.85

Rozmieszczenia opraw



Oprawa:

Strumień świetlny (Oprawa):	8084 lm
Strumień świetlny (Lampy):	9400 lm
Moc opraw:	75.0 W
Rozmieszczenie:	jednostronnie u góry
Odstęp słupa:	46.000 m
Wysokość montażu (1):	8.000 m
Wysokość punktu świetlnego:	7.999 m
Nawis (2):	-5.000 m
Nachylenie wysięgnika (3):	10.0 °
Długość wysięgnika (4):	1.500 m

Wartości maksymalne mocy oświetleniowej

przy 70°: 539 cd/klm

przy 80°: 180 cd/klm

przy 90°: 4.14 cd/klm

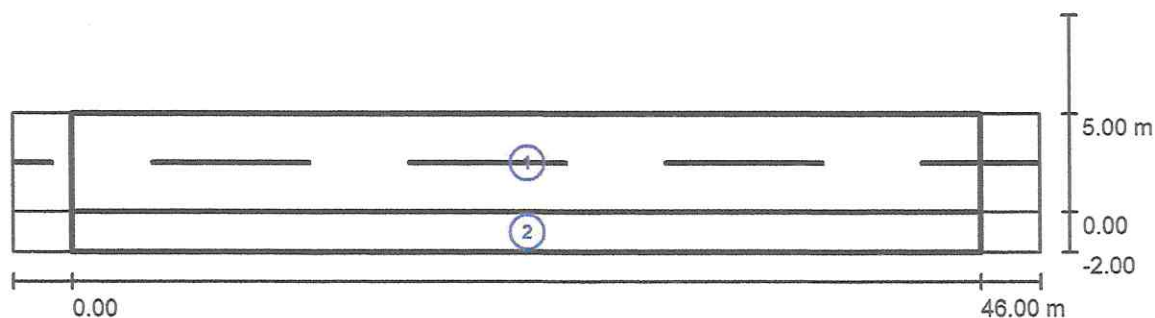
W każdym kierunku tworzącym podany kąt z dolną linią pionową przy zainstalowanym i gotowym do użytku oświetleniu.

Rozmieszczenie spełnia wymagania klasy mocy oświetleniowej G1.

Rozmieszczenie spełnia wymagania klasy indeksu oślepiania D.0.

Edytor Krzysztof Kufel
Telefon
faks
e-Mail

G1 - Wrocki sł. 302-303 / Wyniki szczegółowe



Współczynnik konserwacji: 0.85

Skala 1:372

Lista pól oszacowania

- 1 Jezdnia
Długość: 46.000 m, Szerokość: 5.000 m
Siatka: 16 x 4 Punkty
Przynależne elementy uliczne: Jezdnia.
Wybrana klasa oświetleniowa: CE5

(Wszystkie wymagania fotometryczne zostały spełnione.)

Wartości rzeczywiste według obliczenia:
Wartości zadane według klasy:
Spełnione/nie spełnione:

E_m [lx]	U0
7.83	0.49
≥ 7.50	≥ 0.40
✓	✓

Edytor Krzysztof Kufel
Telefon
faks
e-Mail

G1 - Wrocki st. 302-303 / Wyniki szczegółowe

Lista pól oszacowania

- 2 Pole oszacowania Chodnik 1
Długość: 46.000 m, Szerokość: 2.000 m
Siatka: 16 x 3 Punkty
Przynależne elementy uliczne: Chodnik 1.
Wybrana klasa oświetleniowa: S5

(Wszystkie wymagania fotometryczne zostały spełnione.)

Wartości rzeczywiste według obliczenia:
Wartości zadane według klasy:
Spełnione/nie spełnione:

E_m [lx]	E_{min} [lx]
4.33	3.17
≥ 3.00	≥ 0.60
✓	✓

Edytor Krzysztof Kufel
Telefon
faks
e-Mail

G2 - Wrocki sł. 207-208 / Dane planowania

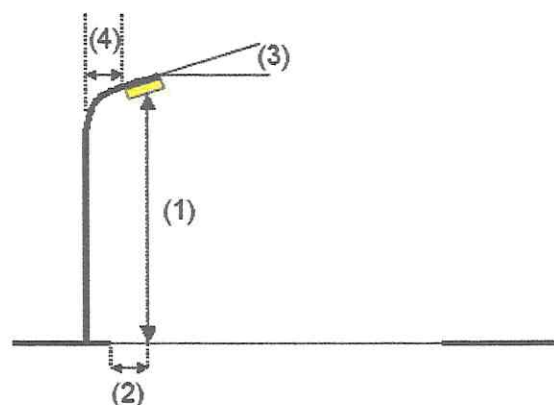
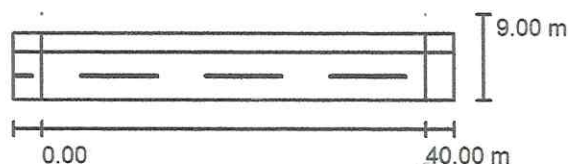
Profil ulicy

Chodnik 1 (Szerokość: 2.000 m)

Jezdnia (Szerokość: 5.000 m, Liczba pasów jezdni: 2, Nawierzchnia: R3, q0: 0.070)

Współczynnik konserwacji: 0.85

Rozmieszczenia opraw



Oprawa: *nie ma*
Strumień świetlny (Oprawa): 6640 lm + 560
Strumień świetlny (Lampy): 8000 lm
Moc opraw: 60.0 W *nie ma*
Rozmieszczenie: jednostronnie u góry
Odstęp słupa: 40.000 m
Wysokość montażu (1): 8.000 m
Wysokość punktu świetlnego: 7.999 m
Nawis (2): -4.000 m
Nachylenie wysięgnika (3): 5.0 °
Długość wysięgnika (4): 1.000 m

Wartości maksymalne mocy oświetleniowej

przy 70°: 537 cd/klm
przy 80°: 115 cd/klm
przy 90°: 0.78 cd/klm

W każdym kierunku tworzącym podany kąt z dolną linią pionową przy zainstalowanym i gotowym do użytku oświetleniu.

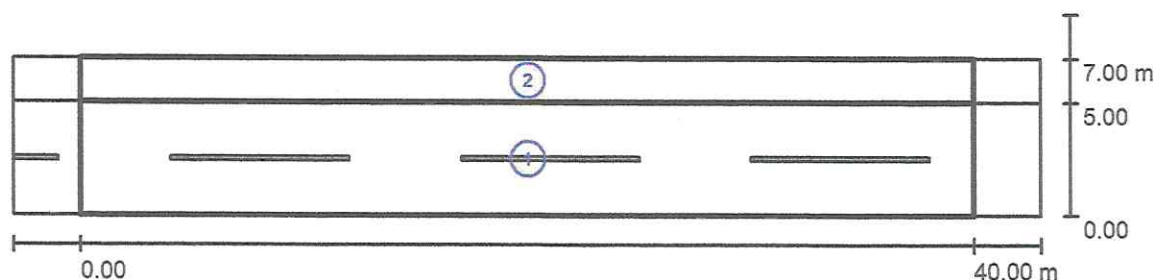
Żadna moc oświetleniowa powyżej 95°.

Rozmieszczenie spełnia wymagania klasy mocy oświetleniowej G2.

Rozmieszczenie spełnia wymagania klasy indeksu oślepiania D.0.

Edytor Krzysztof Kufel
Telefon
faks
e-Mail

G2 - Wrocki sł. 207-208 / Wyniki szczegółowe



Współczynnik konserwacji: 0.85

Skala 1:329

Lista pól oszacowania

- 1 Jezdnia
Długość: 40.000 m, Szerokość: 5.000 m
Siatka: 14 x 4 Punkty
Przynależne elementy uliczne: Jezdnia.
Wybrana klasa oświetleniowa: CE5

(Wszystkie wymagania fotometryczne zostały spełnione.)

Wartości rzeczywiste według obliczenia:
Wartości zadane według klasy:
Spełnione/nie spełnione:

E_m [lx]	U0
8.32	0.55
≥ 7.50	≥ 0.40
✓	✓

Edytor Krzysztof Kufel
Telefon
faks
e-Mail

G2 - Wrocki sł. 207-208 / Wyniki szczegółowe

Lista pól oszacowania

- 2 Pole oszacowania Chodnik 1
Długość: 40.000 m, Szerokość: 2.000 m
Siatka: 14 x 3 Punkty
Przynależne elementy uliczne: Chodnik 1.
Wybrana klasa oświetleniowa: S3

(Wszystkie wymagania fotometryczne zostały spełnione.)

Wartości rzeczywiste według obliczenia:
Wartości zadane według klasy:
Spełnione/nie spełnione:

E_m [lx]	E_{min} [lx]
10.64	4.32
≥ 7.50	≥ 1.50
✓	✓

Edytor Krzysztof Kufel
Telefon
faks
e-Mail

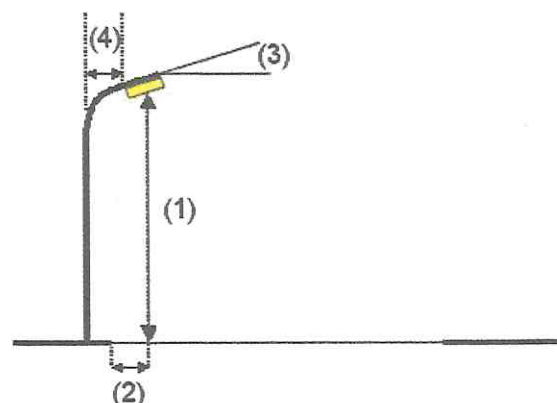
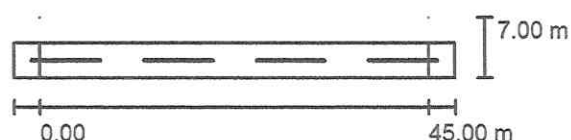
G3 - Nowogród sł. 105-106 / Dane planowania

Profil ulicy

Jezdnia (Szerokość: 4.000 m, Liczba pasów jezdni: 2, Nawierzchnia: R3, q0: 0.070)

Współczynnik konserwacji: 0.85

Rozmieszczenia opraw



Oprawa:	
Strumień świetlny (Oprawa):	6640 lm
Strumień świetlny (Lampy):	8000 lm
Moc opraw:	60.0 W
Rozmieszczenie:	jednostronnie u góry
Odstęp słupa:	45.000 m
Wysokość montażu (1):	9.000 m
Wysokość punktu świetlnego:	8.999 m
Nawis (2):	-3.000 m
Nachylenie wysięgnika (3):	0.0 °
Długość wysięgnika (4):	1.000 m

Wartości maksymalne mocy oświetleniowej	
przy 70°:	526 cd/klm
przy 80°:	72 cd/klm
przy 90°:	0.00 cd/klm

W każdym kierunku tworzącym podany kąt z dolną linią pionową przy zainstalowanym i gotowym do użytku oświetleniu.

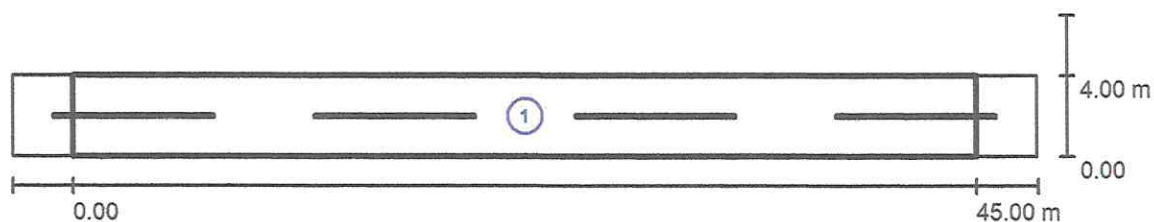
Żadna moc oświetleniowa powyżej 90°.

Rozmieszczenie spełnia wymagania klasy mocy oświetleniowej G3.

Rozmieszczenie spełnia wymagania klasy indeksu oślepiania D.0.

Edytor Krzysztof Kufel
Telefon
faks
e-Mail

G3 - Nowogród st. 105-106 / Wyniki szczegółowe



Współczynnik konserwacji: 0.85

Skala 1:365

Lista pól oszacowania

- 1 Jezdnia
Długość: 45.000 m, Szerokość: 4.000 m
Siatka: 15 x 3 Punkty
Przynależne elementy uliczne: Jezdnia.
Wybrana klasa oświetleniowa: S3

(Wszystkie wymagania fotometryczne zostały spełnione.)

Wartości rzeczywiste według obliczenia:
Wartości zadane według klasy:
Spełnione/nie spełnione:

E_m [lx]	E_{min} [lx]
8.14	3.62
≥ 7.50	≥ 1.50
✓	✓

Edytor Krzysztof Kufel
Telefon
faks
e-Mail

G4 - Nowogród st. 306-307 / Dane planowania

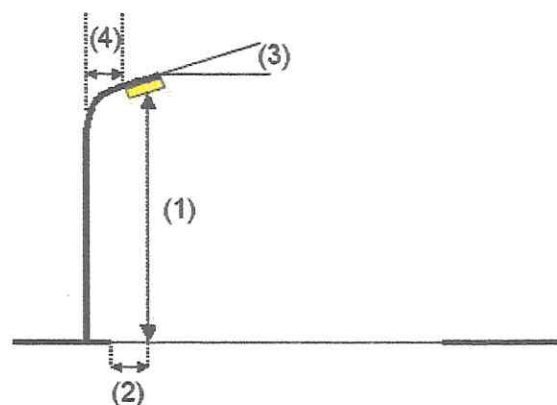
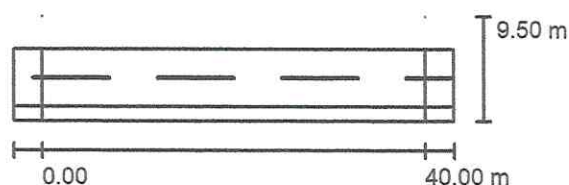
Profil ulicy

Jezdnia (Szerokość: 6.000 m, Liczba pasów jezdni: 2, Nawierzchnia: R3, q0: 0.070)

Chodnik 1 (Szerokość: 1.500 m)

Współczynnik konserwacji: 0.85

Rozmieszczenia opraw



Oprawa:
Strumień świetlny (Oprawa): 6640 lm
Strumień świetlny (Lampy): 8000 lm
Moc opraw: 60.0 W
Rozmieszczenie: jednostronnie u góry
Odstęp słupa: 40.000 m
Wysokość montażu (1): 9.000 m
Wysokość punktu świetlnego: 8.999 m
Nawis (2): -3.500 m
Nachylenie wysięgnika (3): 10.0 °
Długość wysięgnika (4): 1.500 m

Wartości maksymalne mocy oświetleniowej
przy 70°: 522 cd/klm
przy 80°: 174 cd/klm
przy 90°: 4.04 cd/klm

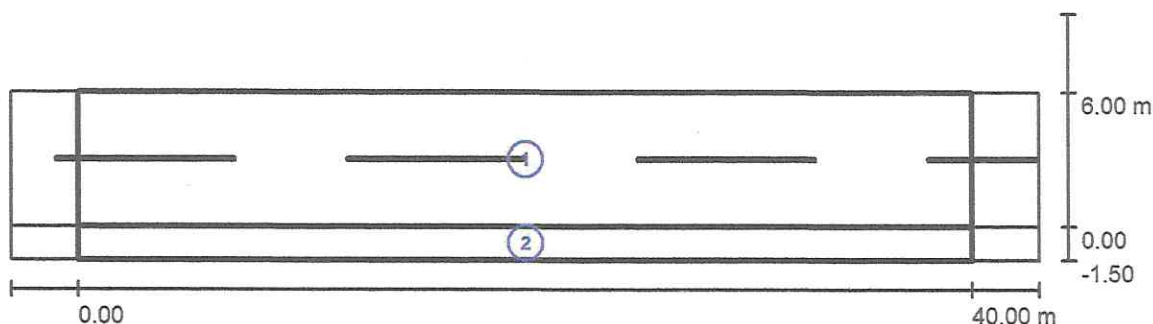
W każdym kierunku tworzącym podany kąt z dolną linią pionową przy zainstalowanym i gotowym do użytku oświetleniu.

Rozmieszczenie spełnia wymagania klasy mocy oświetleniowej G1.

Rozmieszczenie spełnia wymagania klasy indeksu oślepiania D.0.

Edytor Krzysztof Kufel
Telefon
faks
e-Mail

G4 - Nowogród st. 306-307 / Wyniki szczegółowe



Współczynnik konserwacji: 0.85

Skala 1:329

Lista pól oszacowania

- 1 Jezdnia
Długość: 40.000 m, Szerokość: 6.000 m
Siatka: 14 x 4 Punkty
Przynależne elementy uliczne: Jezdnia.
Wybrana klasa oświetleniowa: CE5

(Wszystkie wymagania fotometryczne zostały spełnione.)

Wartości rzeczywiste według obliczenia:
Wartości zadane według klasy:
Spełnione/nie spełnione:

E_m [lx]	U0
7.67	0.59
≥ 7.50	≥ 0.40
✓	✓

Edytor Krzysztof Kufel
Telefon
faks
e-Mail

G4 - Nowogród s.l. 306-307 / Wyniki szczegółowe

Lista pól oszacowania

- 2 Pole oszacowania Chodnik 1
Długość: 40.000 m, Szerokość: 1.500 m
Siatka: 14 x 3 Punkty
Przynależne elementy uliczne: Chodnik 1.
Wybrana klasa oświetleniowa: S4

(Wszystkie wymagania fotometryczne zostały spełnione.)

Wartości rzeczywiste według obliczenia:
Wartości zadane według klasy:
Spełnione/nie spełnione:

E_m [lx]	E_{min} [lx]
5.53	4.18
≥ 5.00	≥ 1.00
✓	✓

Edytor Krzysztof Kufel
Telefon
faks
e-Mail

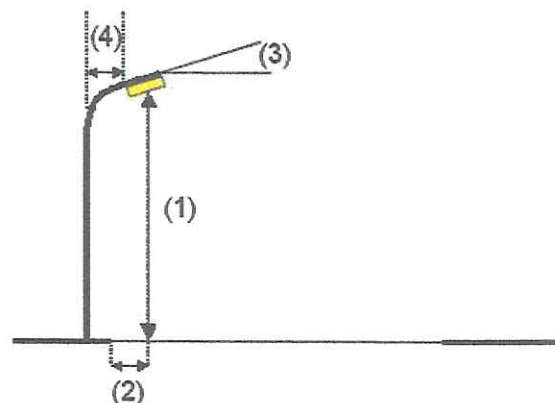
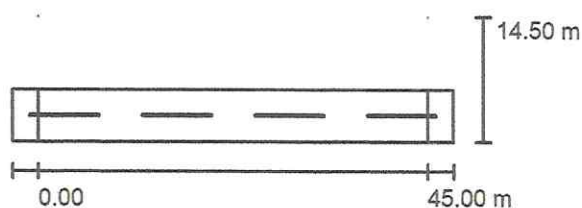
G5 - Ostrowite 12-13 / Dane planowania

Profil ulicy

Jezdnia (Szerokość: 6.000 m, Liczba pasów jezdni: 2, Nawierzchnia: R3, q0: 0.070)

Współczynnik konserwacji: 0.85

Rozmieszczenia opraw



Oprawa:
Strumień świetlny (Oprawa): 12740 lm
Strumień świetlny (Lampy): 14000 lm
Moc opraw: 90.0 W
Rozmieszczenie: jednostronnie u góry
Odstęp słupa: 45.000 m
Wysokość montażu (1): 9.000 m
Wysokość punktu świetlnego: 8.999 m
Nawis (2): -8.500 m
Nachylenie wysięgnika (3): 10.0 °
Długość wysięgnika (4): 1.500 m

Wartości maksymalne mocy oświetleniowej

przy 70°: 796 cd/klm
przy 80°: 167 cd/klm
przy 90°: 7.55 cd/klm

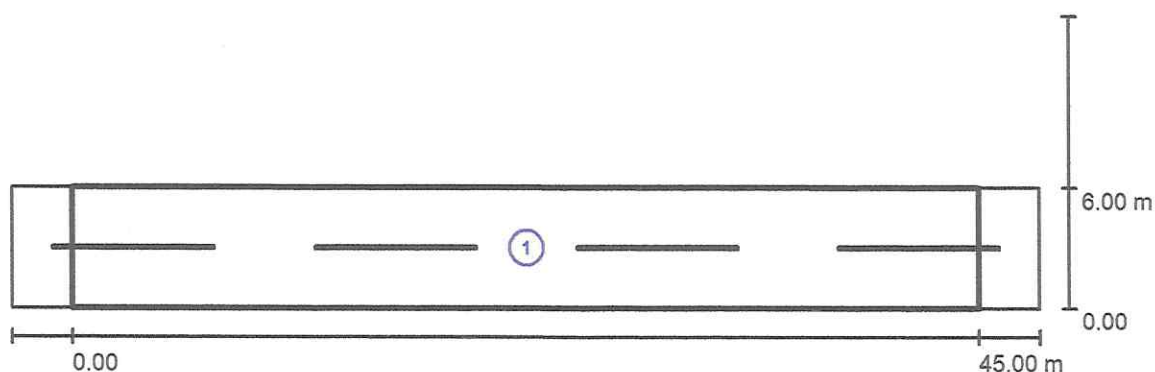
W każdym kierunku tworzącym podany kąt z dolną linią pionową przy zainstalowanym i gotowym do użytku oświetleniu.

Rozmieszczenie spełnia wymagania klasy mocy oświetleniowej G1.

Rozmieszczenie spełnia wymagania klasy indeksu oślepiania D.0.

Edytor Krzysztof Kufel
Telefon
faks
e-Mail

G5 - Ostrowite 12-13 / Wyniki szczegółowe



Współczynnik konserwacji: 0.85

Skala 1:365

Lista pól oszacowania

- 1 Jezdnia
Długość: 45.000 m, Szerokość: 6.000 m
Siatka: 15 x 4 Punkty
Przynależne elementy uliczne: Jezdnia.
Wybrana klasa oświetleniowa: CE4

(Wszystkie wymagania fotometryczne zostały spełnione.)

Wartości rzeczywiste według obliczenia:
Wartości zadane według klasy:
Spełnione/nie spełnione:

E_m [lx]	U0
10.27	0.54
≥ 10.00	≥ 0.40
✓	✓

Edytor Krzysztof Kufel
Telefon
faks
e-Mail

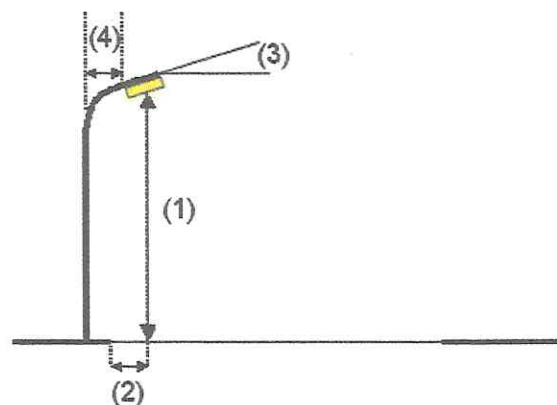
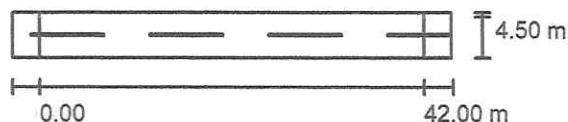
G6 - Ostrowite 207-206 / Dane planowania

Profil ulicy

Jezdnia (Szerokość: 5.000 m, Liczba pasów jezdni: 2, Nawierzchnia: R3, q0: 0.070)

Współczynnik konserwacji: 0.85

Rozmieszczenia opraw



Oprawa:
Strumień świetlny (Oprawa): 5832 lm
Strumień świetlny (Lampy): 7200 lm
Moc opraw: 55.0 W
Rozmieszczenie: jednostronnie u góry
Odstęp słupa: 42.000 m
Wysokość montażu (1): 9.000 m
Wysokość punktu świetlnego: 8.999 m
Nawis (2): 0.500 m
Nachylenie wysięgnika (3): 0.0 °
Długość wysięgnika (4): 1.000 m

Wartości maksymalne mocy oświetleniowej

przy 70°: 540 cd/klm
przy 80°: 66 cd/klm
przy 90°: 0.00 cd/klm

W każdym kierunku tworzącym podany kąt z dolną linią pionową przy zainstalowanym i gotowym do użytku oświetleniu.

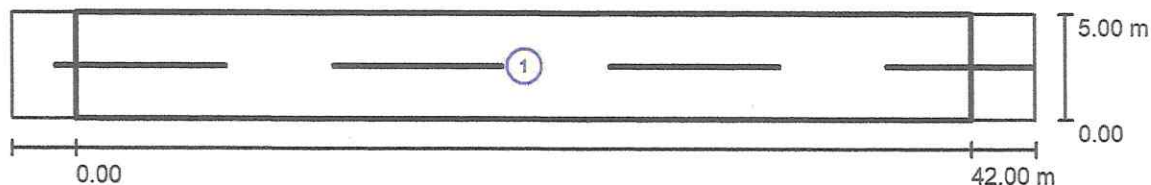
Żadna moc oświetleniowa powyżej 90°.

Rozmieszczenie spełnia wymagania klasy mocy oświetleniowej G3.

Rozmieszczenie spełnia wymagania klasy indeksu oślepiania D.0.

Edytor Krzysztof Kufel
Telefon
faks
e-Mail

G6 - Ostrowite 207-206 / Wyniki szczegółowe



Współczynnik konserwacji: 0.85

Skala 1:344

Lista pól oszacowania

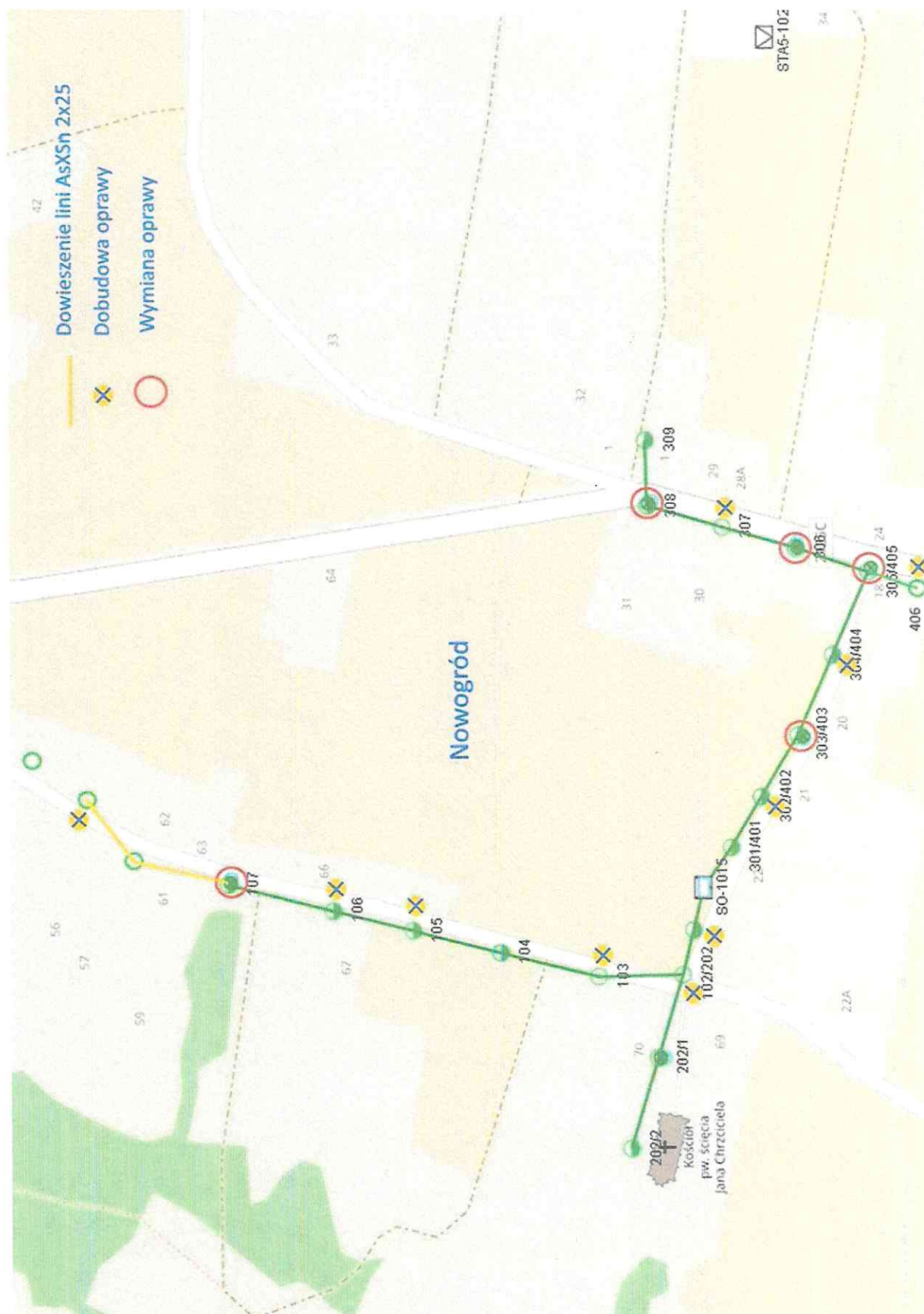
- 1 Jezdnia
Długość: 42.000 m, Szerokość: 5.000 m
Siatka: 14 x 4 Punkty
Przynależne elementy uliczne: Jezdnia.
Wybrana klasa oświetleniowa: CE5

(Wszystkie wymagania fotometryczne zostały spełnione.)

Wartości rzeczywiste według obliczenia:
Wartości zadane według klasy:
Spełnione/nie spełnione:

E_m [lx]	U0
7.78	0.41
≥ 7.50	≥ 0.40
✓	✓

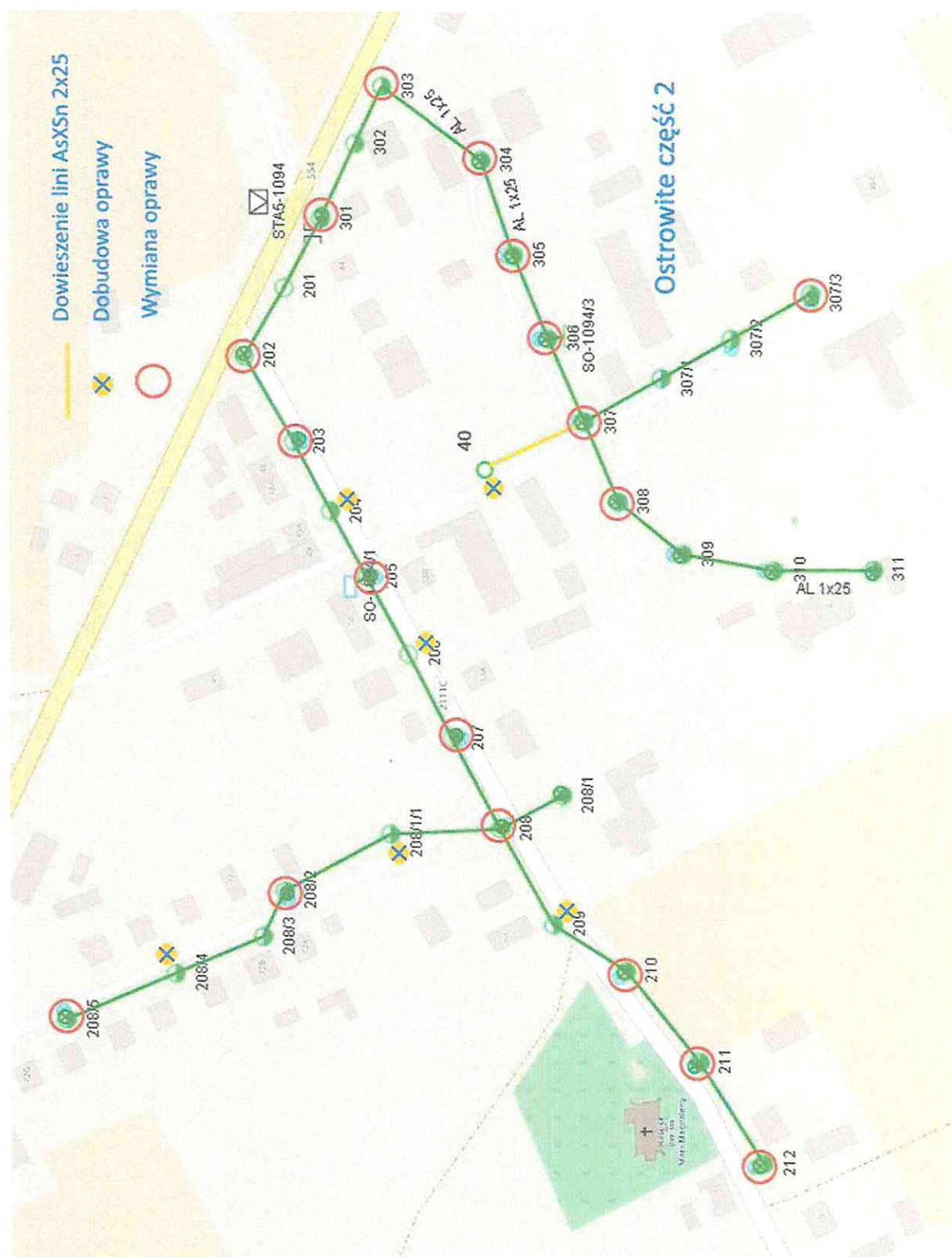
Audyt efektywności energetycznej oświetlenia zewnętrznego.
 Oświetlenie drogowe miejscowości Nowogród, Ostrowite i Wrocki na terenie gminy
 Gołub-Dobrzyń.
 Załącznik nr 3 – Mapy z lokalizacją oprav.



Audyt efektywności energetycznej oświetlenia zewnętrznego.
 Oświetlenie drogowe miejscowości Nowogród, Ostrowite i Wrocki na terenie gminy
 Gołub-Dobrzyń.
 Załącznik nr 3 – Mapy z lokalizacją oprav.



Audyt efektywności energetycznej oświetlenia zewnętrznego.
Oświetlenie drogowe miejscowości Nowogród, Ostrowite i Wrocki na terenie gminy
Gołub-Dobrzyń.
Załącznik nr 3 – Mapy z lokalizacją oprav.



Audyt efektywności energetycznej oświetlenia zewnętrznego.
 Oświetlenie drogowe miejscowości Nowogród, Ostrowite i Wrocki na terenie gminy
 Gołub-Dobrzyń.
 Załącznik nr 3 – Mapy z lokalizacją oprav.

