

# **SPIS TREŚCI**

## **1. WSTĘP**

- 1.1.Podstawa opracowania**
- 1.2.Cel i zakres opracowania**
- 1.3.Podstawa merytoryczna**
- 1.4.Załączniki**

## **2. OPIS TECHNICZNY**

- 2.1.Charakterystyka obiektu**
- 2.2.Linia kablowa nN**
- 2.3.Słupy i oprawy oświetleniowe**
- 2.4.Klasyfikacja drogi pod kątem klasy oświetleniowej**
- 2.5.Pomiar energii elektrycznej**
- 2.6.Rozdzielnica oświetlenia ulicznego**
- 2.7.Ochrona przeciwprzepięciowa i przed porażeniem**
- 2.8.Demontaż opraw oświetleniowych**
- 2.9.Osнова geodezyjna**

## **3. OBLICZENIA**

- 3.1.Oznaczenia obwodów**
- 3.2.Dobór kabla dla projektowanej instalacji oświetleniowej**
- 3.3.Dobór przewodu łączącego oprawę oświetleniową z projektowaną instalacją**
- 3.4.Obliczenia fotometryczne**
- 3.5.Ochrona poprzez samoczynne wyłączenie zasilania**

## **4. ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH MATERIAŁÓW**

# **1. WSTĘP DO PROJEKTU**

## **1.1.Podstawa opracowania**

Podstawę niniejszego opracowania stanowi umowa o wykonanie opracowania projektu budowlano – wykonawczego pn. "Budowa oświetlenia ulicznego na ul. Kościuszki w Rogoźniku" nr RI.7013212018/2 z dnia 17.04.2018, zawarta pomiędzy Zakładem Instalacji Elektrycznych CAGRO Sp. z o. o. (wykonawcą) a Gminą Bobrowniki z siedzibą w Bobrownikach na ul. Gminnej 8 (inwestorem).

## **1.2.Cel i zakres opracowania**

Celem niniejszego opracowania jest wykonanie projektu nowoczesnej instalacji oświetlenia ulicznego zlokalizowanej w Rogoźniku na osiedlu domów jednorodzinnych Zielone Wzgórze, w obszarze pasa ruchu drogi wewnętrznej.

Zakres opracowania obejmuje wyznaczenie trasy linii kablowej oświetleniowej nN oraz dobór: kabla, słupów oświetleniowych wraz z fundamentami, opraw oświetleniowych typu LED oraz aparaturę łączeniową i zabezpieczającą.

## **1.3.Podstawa merytoryczna**

Jako podstawę merytoryczną wykonywanego projektu przyjmuje się materiały dostarczone przez inwestora oraz zbiór aktualnie obowiązujących przepisów i norm dotyczą instalacji elektrycznych:

- Warunki przyłączenia nr WP/032199/2018/O07R03 wydane przez TAURON Dystrybucja S. A. na rzecz Gminy Bobrowniki.
- Mapa do celów projektowych.
- Wytyczne projektowania inwestycji.
- N SPE-E-004 Norma SEP. Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- PN-HD 60364 Instalacje elektryczne niskiego napięcia.
- PKN-CEN/TR 13201-1:2016-02 Oświetlenie dróg. Wytyczne dotyczące wyboru klas oświetlenia.
- PN-EN 13201-2:2016-03 Oświetlenie dróg. Wymagania eksploatacyjne.
- PN-EN 13201-3:2016-03 Oświetlenie dróg. Obliczanie parametrów oświetleniowych.

## **1.4. Załączniki**

- Plan zagospodarowania terenu (rysunek 1).
- Schemat ideowy projektowanej instalacji (rysunek 2).
- Schemat jednokreskowy projektowanej rozdzielnicy oświetlenia ulicznego (rysunek 3).
- Rozmieszczenie opraw przeznaczonych do demontażu.
- Wyniki obliczeń przeprowadzonych w programie DIALUX.
- Warunki przyłączenia.
- Decyzja lokalizacyjna Powiatowego Zarządu Dróg w Będzinie.
- Zgoda na dysponowanie działką TAURON Dystrybucja S. A.
- Protokół narady koordynacyjnej.
- Karta katalogowa projektowanych opraw oświetleniowych.
- Karta katalogowa projektowanych słupów oświetleniowych.

## **2. OPIS TECHNICZNY**

### **2.1.Charakterystyka obiektu**

#### **➤ Stan istniejący**

Ulica na terenie osiedla domów jednorodzinnych Zielone Wzgórze posiada status drogi wewnętrznej, jej szerokość waha się w granicach 5 – 6 m a nawierzchnia ma charakter gruntowy.

Ulica na całej swej długości jest pozbawiona jakiegokolwiek oświetlenia ulicznego.

#### **➤ Stan projektowany**

W celu poprawienia bezpieczeństwa oraz zwiększenia komfortu użytkowania drogi wewnętrznej na osiedlu domów jednorodzinnych Zielone Wzgórze w Rogoźniku przez użytkowników ruchu drogowego, rowerzystów i pieszych projektuje się wybudowanie instalacji oświetleniowej. Instalacja ma zostać poprowadzona kablem umieszczonym w ziemi a słupy oświetleniowe mają zostać umieszczone w granicach działki pasa drogowego, na słupach należy zainstalować nowoczesne oprawy oświetleniowe typu LED. Instalacja ma zostać podłączona do projektowanej szafki oświetleniowej, która z kolei będzie zasilana z szafki licznikowej wybudowanej i uzbrojonej przez właściciela sieci dystrybucyjnej czyli TAURON Dystrybucja S. A..

### **2.2.Linia kablowa nN**

Projektowaną linię kablową należy wykonać przewodem YAKY 4x35 mm<sup>2</sup>. Kabel należy układać w rowie o głębokości 80 cm na głębokości 70 cm linią falistą z 3% zapasem kabla w określony sposób: 10 cm piasku, projektowany kabel, 10 cm piasku, 20 cm ziemi rodzimej, niebieska folia oznacznikowa o szerokości co najmniej 20 cm i grubości 0,3 cm, ziemia rodzima.

W celu ochrony kabla przed skutkami oddziaływań zewnętrznych należy zastosować rurę osłonową QRK 75. Rurę osłonową należy ułożyć na całej długości prowadzonej linii kablowej.

Przy wejściach do słupów należy zostawić 1,5 m zapasu kabla po obu stronach każdego odcinka.

Aby zwiększyć niezawodność pracy całej instalacji projektuje się poprowadzenie kabla łączącego latarnię nr 9 z latarnią nr 1. Kabel należy wprowadzić do obu latarni jako rezerwę, tzn. nie należy podłączać go do projektowanej instalacji. Ową rezerwę należy wykorzystać dopiero w przypadku wystąpienia uszkodzenia linii kablowej na jednym z odcinków pomiędzy latarniami po uprzednim odłączeniu uszkodzonego odcinka od sieci.

Projektowany kabel należy oznaczyć na całej długości w odstępach co 10 m oraz na każdym zakończeniu odcinka kabla. Oznaczenie powinno zostać wykonane w sposób wodoodporny i powinno zawierać następujące informacje: rok i miesiąc ułożenia, relację przewodu, typ przewodu (oznaczenie, przekrój, napięcie znamionowe), dane umożliwiające identyfikację właściciela.

Projektowaną linię kablową należy zasilić z nowoprojektowanej rozdzielniczy oświetlenia ulicznego, która ma zostać ulokowana przy jednej ze ścian stacji transformatorowej.

Trasę prowadzenia linii kablowej przedstawiono na rysunku 1.

### **2.3.Słupy i oprawy oświetleniowe**

W celu wykonania instalacji oświetleniowej na rozpatrywanym odcinku drogi, należy zgodnie z planem zagospodarowania terenu ( rysunek 1 ) wykonać 9 stanowisk słupów oświetleniowych.

Na każdym stanowisku należy zabudować słup oświetleniowy wysoki na 5 m. Stanowiska słupowe są rozmieszczone co około 30 m.

Słupy oświetleniowe należy posadzić na odpowiednich fundamentach prefabrykowanych, dostosowanych do tego rodzaju słupów.

Fundamenty słupów mają zostać rozmieszczone zgodnie z planem zagospodarowania terenu.

Projektuje się wyposażenie słupów oświetleniowych w nowoczesne oprawy LED-owe typu ISLA LED / 24LED / 500mA / NW / 5117AS / 39W. Oprawy te posiadają stopień ochrony komory optycznej i elektrycznej na poziomie IP66, projektuje się instalację opraw w II klasie ochronności.

Należy zapewnić zabezpieczenie każdej z opraw oświetleniowych przed skutkami zwarć poprzez zainstalowanie w każdej z wnek słupowych złącza typu IZK wyposażonego w bezpiecznik topikowy zwłoczny o prądzie znamionowym 2 A. We wnętrzu słupa należy poprowadzić przewód YDY 3x1,5 mm<sup>2</sup> łączący oprawę z linią kablową zasilającą całą instalację.

### **2.4.Klasyfikacja drogi pod kątem klasy oświetleniowej**

Droga stanowiąca przedmiot niniejszego opracowania zalicza się do klasy oświetleniowej S4, oznacza to że średnie półsferyczne natężenie oświetlenia (na powierzchni drogi) powinno wynosić  $\geq 5$  lx a minimalne natężenie oświetlenia (na powierzchni drogi)  $E_{\min}$  powinno wynosić  $\geq 1$  lx.

Obliczenia dotyczące spełnienia wymagań zawartych w polskich normach związanych z projektowaniem oświetlenia ulicznego przeprowadzono w programie DIALUX. Zgodnie z wynikami obliczeń instalacja oświetleniowa spełnia wymagania stawiane przez normy.

## **2.5. Pomiar energii elektrycznej**

Projektowana instalacja oświetleniowa ma zostać podłączona do nowoprojektowanej rozdzielnicy oświetlenia ulicznego (której projekt znajduje się w cz. 1 owego opracowania). Z kolei rozdzielnica oświetlenia ulicznego zostanie podłączona bezpośrednio do zacisków prądowych aparatu rozliczeniowego znajdującego się w zestawie złączowo-pomiarowym (właściciel TAURON Dystrybucja S. A.).

## **2.6. Rozdzielnica oświetlenia ulicznego**

Projektowaną instalację oświetlenia ulicznego należy podłączyć bezpośrednio do zacisków rozłącznika bezpiecznikowego w projektowanej rozdzielnicy oświetlenia ulicznego.

Projektowana instalacja będzie sterowana za pomocą tego samego zegara astronomicznego co oprawy oświetleniowe na ul. Kościuszki w Rogoźniku (więcej szczegółów w cz. 1 owego opracowania).

## **2.7. Ochrona przeciwprzebieciowa i przed porażeniem**

W celu zapewnienia ochrony przeciwprzebieciowej projektuje się zainstalowanie ogranicznika przeciwprzebieciowego w rozdzielnicy oświetlenia ulicznego służącego do ochrony urządzeń typu I+II (klasa B+C) w konfiguracji 3P+N. Projektowany ogranicznik przeciwprzebieciowy ma za zadanie chronić projektowaną instalację przed przebieciami powstałymi wskutek wyładowań piorunowych pośrednich i bezpośrednich oraz przed przebieciami łączeniowymi pochodzącymi od strony sieci elektroenergetycznej.

Układy przekształtnikowe stanowiące integralną część opraw oświetleniowych są wyposażone w środki ochrony przeciwprzebieciowej o napięciowym poziomie ochrony do 10 kV.

W celu zapewnienia odpowiednio niskiej wartości rezystancji pętli zwarcia, projektuje się ułożenie na całej długości linii kablowej uziomu poziomego (bednarki), który należy podłączyć bezpośrednio do każdego słupa oświetleniowego oraz do uziomów pionowych na wszystkich końcach (w rozdzielnicy oświetlenia ulicznego i przy ostatnich słupach oświetleniowych).

## **2.8. Demontaż opraw oświetleniowych**

Po wybudowaniu i uruchomieniu nowej instalacji oświetlenia ulicznego projektuje się demontaż starych opraw oświetleniowych znajdujących się na fragmencie ul. Kościuszki w Rogoźniku zgodnie z rysunkiem 4.

## **2.9. Osnowa geodezyjna**

W razie konieczności ingerencji w lokalizację punktów osnowy geodezyjnej, wykonawca jest zobowiązany do ich odtworzenia zgodnie z obowiązującymi wymaganiami.

### 3. OBLICZENIA

#### 3.1. Oznaczenie obwodów

Do oznaczenia obwodów użyto opisu dwuznakowego w postaci:

$$LX.Y,$$

gdzie:

LX - numer fazy,

Y - obwód oświetleniowy O.

#### 3.2. Dobór kabla dla projektowanej instalacji oświetleniowej

Moc obciążenia obwodu L2.O jest równa 1/3 mocy wszystkich opraw oświetleniowych i wynosi:

$$P_B = n \cdot P_n = 3 \cdot 40 = 120 \text{ W},$$

gdzie:

$P_B$  - moc obciążenia obwodu w W,

$n$  - ilość zasilanych opraw oświetleniowych,

$P_n$  - moc pojedynczej oprawy oświetleniowej w W.

Prąd obciążenia obwodu L2.O wynosi:

$$I_B = P_B / (U_n \cdot \cos\varphi) = 120 / (230 \cdot 0,95) = 0,55 \text{ A},$$

gdzie:

$P_B$  - moc obciążenia obwodu L2.O w W,

$U_n$  - napięcie znamionowe w V,

$\cos\varphi$  - współczynnik mocy pojedynczej oprawy oświetleniowej.

W celu zabezpieczenia projektowanej instalacji należy zainstalować wkładkę bezpiecznikową o prądzie znamionowym  $I_r = 4 \text{ A} > I_B = 0,55 \text{ A}$  i charakterystyce czasowo-prądowej zwłocznej.

Wymagane są przewody czterożyłowe o żyłach aluminiowych jednodrutowych i o przekroju nie mniejszym niż wynika to z kryteriów doboru:

a) ze względu na wytrzymałość mechaniczną  $s > 16 \text{ mm}^2$ ,

b) ze względu na nagrzewanie prądem roboczym  $I_B = 0,55 \text{ A}$  wymagany byłby kabel o przekroju mniejszym niż  $1,5 \text{ mm}^2$ ,

- c) ze względu na nagrzewanie prądem zwarciovym; projektowaną instalację zabezpieczono głównym bezpiecznikiem topikowym o prądzie znamionowym  $I_n = 4 \text{ A}$  i o zdolności wyłączenia odpowiadającej wartości całki Joule'a  $I^2 t = 21,6 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$ , wobec czego byłby wymagany przekrój kabla:

$$s \leq (1 / k) \cdot (\sqrt{I^2 \cdot t} / T_{kl}) = (1 / 76) \cdot \sqrt{21,6} / 1 = 0,06 \text{ mm}^2$$

gdzie:

s - wymagany przekrój w  $\text{mm}^2$ ,

k - współczynnik zależny od właściwości materiałów przewodowych i izolacji kabla,

$I^2 t$  - całka Joule'a w  $\text{A}^2 \cdot \text{s}$ ,

$T_{kl}$  - czas trwania zwarcia.

Decydujące o wyborze przekroju kabla jest kryterium a).

W celu umożliwienia rozbudowy projektowanej instalacji oświetleniowej o bliżej nieznaney wartości mocy projektuje się zastosować kabel o przekroju powiększonym w stosunku do przekroju wynikającego z przedstawionych kryteriów. Dlatego też dobiera się kabel typu YAKY 4 x 35  $\text{mm}^2$ , którego prąd dopuszczalny długotrwale w temperaturze 25°C dla przekroju 35  $\text{mm}^2$  wynosi  $I_z 129 \text{ A} > 1,51 \text{ A}$ .

#### **Sprawdzenie poprawności doboru przekroju kabla ze względu na dopuszczalny spadek napięcia w projektowanej instalacji:**

Maksymalny procentowy spadek napięcia na projektowanej instalacji nie może przekraczać wartości dopuszczalnej równej:

$$\Delta U_{\%} \leq 3\%,$$

gdzie:

$\Delta U_{\%}$  - procentowy spadek napięcia.

Rezystancję żyły projektowanego kabla obliczono ze wzoru:

$$R = l / (\gamma \cdot s) = 386 / (35 \cdot 35) = 0,31 \text{ } \Omega/\text{m},$$

gdzie:

l - długość kabla w m.

$\gamma$  - konduktywność aluminium w  $\text{m} / \Omega \cdot \text{mm}^2$ ,

s - przekrój kabla w  $\text{mm}^2$ .

Maksymalny spadek napięcia dla przykładowego obwodu L1.O wylicza się z zależności:

$$\Delta U_{\%} = (200 / U_{nf}) \cdot I_B \cdot R \cdot \cos\varphi = (200 / 230) \cdot 0,55 \cdot 0,31 \cdot 0,95 = 0,32 \%$$

gdzie:

$U_{nf}$  - napięcie fazowe w V,

$I_B$  - prąd obciążenia w obwodzie w A,

R - rezystancja kabla w  $\Omega$ ,

$\cos\varphi$  - współczynnik mocy.

Wszystkie obwody zostały zaprojektowane poprawnie, wyniki obliczeń dla wszystkich obwodów projektowanej instalacji zestawiono w tabeli 1.

Tabela 1

Wyniki obliczeń dla obwodów fazowych

Oznaczenie obwodu	n	$P_n$	$P_B$	$I_B$	$I_r$	l	Decydujące kryterium	s	$\Delta U_{\%}$	$\cos\varphi$
-	-	W	W	A	A	m	-	mm <sup>2</sup>	%	-
L1.O	3	40	120	0,55	4	386	a)	35	0,32	0,95
L2.O	3	40	120	0,55	4	386	a)	35	0,32	0,95
L3.O	3	40	120	0,55	4	386	a)	35	0,32	0,95

### 3.3. Dobór przewodu łączącego oprawę oświetleniową z projektowaną instalacją

Prąd obciążenia przewodu wynosi:

$$I_B = P_B / (U_n \cdot \cos\varphi) = 40 / (230 \cdot 0,95) = 0,18 \text{ A,}$$

gdzie:

$P_B$  - moc pojedynczej oprawy oświetleniowej,

$U_n$  - napięcie znamionowe w V,

$\cos\varphi$  - współczynnik mocy pojedynczej oprawy oświetleniowej.

W celu zabezpieczenia pojedynczej oprawy oświetleniowej należy zainstalować wkładkę bezpiecznikową o prądzie znamionowym  $I_r = 2 \text{ A} > I_B = 0,18 \text{ A}$  i charakterystyce czasowo-prądowej zwłocznej.

Wymagane są przewody dwużyłowe o żyłach miedzianych jednodrutowych i o przekroju nie mniejszym niż wynika to z kryteriów doboru:

a) ze względu na wytrzymałość mechaniczną  $s > 1,5 \text{ mm}^2$ ,

- b) ze względu na nagrzewanie prądem roboczym  $I_B = 0,18 \text{ A}$  wymagany byłby przewód o przekroju mniejszym niż  $1,5 \text{ mm}^2$ ,
- c) ze względu na nagrzewanie prądem zwarciovym; projektowany przewód zabezpieczono głównym bezpiecznikiem topikowym o prądzie znamionowym  $I_n = 2 \text{ A}$  i o zdolności wyłączania odpowiadającej wartości całki Joule'a  $I^2t = 6,3 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$ , wobec czego byłby wymagany przekrój kabla:

$$s \leq (1 / k) \cdot (\sqrt{I^2 \cdot t} / T_{kl}) = (1 / 76) \cdot \sqrt{6,3} / 1 = 0,03 \text{ mm}^2$$

gdzie:

$s$  - wymagany przekrój w  $\text{mm}^2$ ,

$k$  - współczynnik zależny od właściwości materiałów przewodowych i izolacji przewodu,

$I^2t$  - całka Joule'a w  $\text{A}^2 \cdot \text{s}$ ,

$T_{kl}$  - czas trwania zwarcia.

Decydujące o wyborze przekroju kabla jest kryterium a).

Dobrano kabel typu YDY 3 x  $1,5 \text{ mm}^2$ , którego prąd dopuszczalny długotrwale w temperaturze  $25^\circ\text{C}$  dla przekroju  $1,5 \text{ mm}^2$  wynosi  $I_z 19,5 \text{ A} > 0,18 \text{ A}$ .

### **Sprawdzenie poprawności doboru przekroju przewodu ze względu na dopuszczalny spadek napięcia w projektowanej instalacji:**

Maksymalny procentowy spadek napięcia na projektowanej instalacji nie może przekraczać wartości dopuszczalnej równej:

$$\Delta U_{\%} \leq 3\%,$$

gdzie:

$\Delta U_{\%}$  - procentowy spadek napięcia.

Rezystancję żyły projektowanego przewodu obliczono ze wzoru:

$$R = l / (\gamma \cdot s) = 6 / (56 \cdot 1,5) = 0,07 \text{ } \Omega/\text{m},$$

gdzie:

$l$  - długość kabla w m.

$\gamma$  - konduktywność aluminium w  $\text{m} / \Omega \cdot \text{mm}^2$ ,

$s$  - przekrój kabla w  $\text{mm}^2$ .

Maksymalny spadek napięcia na projektowanym przewodzie wylicza się z zależności:

$$\Delta U_{\%} = (200 / U_{nf}) \cdot I_B \cdot R \cdot \cos\varphi = (200 / 230) \cdot 0,18 \cdot 0,07 \cdot 0,95 = 0,018 \%$$

gdzie:

- $U_{nf}$  - napięcie fazowe w V,
- $I_B$  - prąd obciążenia przewodu w A,
- R - rezystancja kabla w  $\Omega$ ,
- $\cos\varphi$  - współczynnik mocy.

### **3.4. Obliczenia fotometryczne**

Wymagane obliczenia fotometryczne, których celem było sprawdzenie poprawności doboru opraw oświetleniowych i ich lokalizacji zostały przeprowadzone w programie DIALUX. Wyniki owych obliczeń zostały zestawione w załączniku nr 5.

### **3.5. Ochrona poprzez samoczynne wyłączenie zasilania**

W celu zapewnienia ochrony przeciwporażeniowej projektuje się wykonanie uziemienia zapewniającego samoczynne wyłączenie zasilania o rezystancji nie przekraczającej:

$$Z_s = U_0 / I_a = 230/30,2 = 7,6 \Omega,$$

gdzie:

- $Z_s$  - maksymalna wartość impedancji uziemienia w  $\Omega$ ,
- $U_0$  - napięcie fazowe instalacji w V,
- $I_a$  - najmniejszy prąd powodujący zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w wymaganym czasie w A.

## 4. ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH MATERIAŁÓW

Tabela 2

Zestawienie podstawowych materiałów

L. p.	Nazwa	Ilość	Jednostka
1.	Oprawa oświetleniowa ISLA LED / 24LED / 500mA / NW / 5117AS / 39W	9	szt.
2.	Anodowany słup aluminiowy SAL-5E	9	szt.
3.	Fundament prefabrykowany	9	szt.
4.	Kabel YAKY 4 x 35 mm <sup>2</sup>	359	mb
5.	Przewód YdY 3 x 1,5 mm <sup>2</sup>	54	mb
6.	Folia szer. 30 cm kolor niebieski	374	mb
7.	Rura osłonowa QRK 70	343	mb
8.	Uziom liniowy ocynkowany (bednarka)	316	mb
9.	Uziom pionowy ocynkowany (szpilka)	2	szt.
10.	Złącza IZK-4-01	9	szt.
11.	Złącza IZK-4-03	9	szt.
12.	Wkładka bezpiecznikowa zwłoczna 2A	9	szt.
13.	Wkładka bezpiecznikowa zwłoczna 4A	1	szt.