

# **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 ulicy i ścieżki rowerowej 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 fragmencie ul. Kościuszki, w obszarze pasa ruchu drogi powiatowej.

Zakres opracowania obejmuje wyznaczenie trasy linii kablowej oświetleniowej nN oraz dobór: szafki oświetleniowej wraz z wyposażeniem, kabla, słupów oświetleniowych wraz z wysięgnikami i 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).
- Plan zagospodarowania terenu od strony Wojkowic (rysunek 4).
- 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 projektowanej rozdzielnicy oświetlenia ulicznego.
- Karta katalogowa projektowanych opraw oświetleniowych.
- Karta katalogowa projektowanych słupów oświetleniowych.
- Karta katalogowa projektowanych wysięgników.

## **2. OPIS TECHNICZNY**

### **2.1.Charakterystyka obiektu**

#### **➤ Stan istniejący**

Ulica Kościuszki w Rogoźniku pełni funkcję drogi powiatowej, jej średnia szerokość wynosi około 6,5 m a nawierzchnia jest wykonana z asfaltu. Dodatkowo po wschodniej stronie drogi biegnie asfaltowa ścieżka rowerowa. Krańce drogi są ograniczone krawężnikiem jedynie od strony ścieżki rowerowej.

Odcinek drogi stanowiący przedmiot niniejszego opracowania jest uzbrojony jedynie w 3 słupy oświetleniowe usytuowane w pobliżu wjazdu na osiedle domków jednorodzinnych „Zielone Wzgórze”. Pozostała część ulicy jest pozbawiona jakiegokolwiek oświetlenia drogowego.

#### **➤ Stan projektowany**

W celu poprawienia bezpieczeństwa oraz zwiększenia komfortu użytkowania fragmentu drogi stanowiącego przedmiot opracowania 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 o długości po 0,5 m w obie strony od każdej przeszkody i po 1,5 m przy wejściach do słupów również w obie strony. Rurę osłonową należy stosować przy wejściach przewodu do słupów, w miejscach skrzyżowań przewodu z dojazdami do posesji, skrzyżowań z drogą i miejscach zbliżeń do przeszkód naturalnych np. drzew.

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

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 rysunkach 1 i 4.

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

W celu wykonania instalacji oświetleniowej na rozpatrywanym odcinku drogi, należy zgodnie z planem zagospodarowania terenu ( rysunek 1 i 4 ) wykonać 18 stanowisk słupów oświetleniowych.

Na każdym stanowisku należy zabudować słup oświetleniowy wysoki na 9 m (wliczając w to wysięgnik) z wysięgnikiem długim na 1,5 m. Stanowiska słupowe są rozmieszczone co około 40 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 AXIA 2.1 / 24LED / 690mA / NW / 5178 / 53W. Oprawy te posiadają stopień ochrony komory optycznej i elektrycznej na poziomie IP66, projektuje się instalację opraw w II klasie ochronności. Każda z opraw ma zostać ustawiona w pozycji odchylonej o 5° względem osi poziomej. W przypadku zastosowania zaproponowanych w projekcie wysięgników, kąt nachylenia oprawy jest zagwarantowany poprzez odpowiednie ukształtowanie owych wysięgników.

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.

Wyłącznie w miejscach, w których gęstość drzew i krzewów uniemożliwia prowadzenie robót oraz właściwe działanie instalacji należy prześwietlić drzewostan.

#### **2.4. Klasyfikacja ulicy i ścieżki rowerowej pod kątem klasy oświetleniowej**

Fragment ulicy stanowiący przedmiot niniejszego opracowania zaliczamy do klasy oświetleniowej ME4a, oznacza to że średnia luminancja powierzchni drogi  $L_{sr}$  nie może być mniejsza niż 0,75 cd/m<sup>2</sup>; równomierność ogólna luminancji  $U_0$  nie może być mniejsza niż 0,4; równomierność wzdłużna luminancji  $U_1$  nie może być mniejsza niż 0,7; przyrost wartości progowej kontrastu TI nie może być większy niż 15% a współczynnik oświetlenia poboczy SR nie może być mniejszy niż 0,5.

Ścieżkę rowerową biegnącą wzdłuż ulicy zaklasyfikowano do klasy oświetleniowej S3, oznacza to że średnie natężenie oświetlenia  $E$  nie powinno być mniejsze niż 7,5 lx a minimalne natężenia oświetlenia  $E_{min}$  nie powinno być mniejsze niż 1,5 lx.

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

#### **2.5. Pomiar energii elektrycznej**

Rozdzielnica oświetlenia ulicznego (własność inwestora) zasilająca całą nowoprojektowaną instalację oświetleniową zostanie podłączona bezpośrednio do wyjściowych zacisków prądowych aparatu rozliczeniowego znajdującego się w zestawie złączowo-pomiarowym (właściciel TAURON Dystrybucja S. A.). Wykonanie układu pomiarowego wraz z jego zabudową pozostaje w interesie właściciela sieci dystrybucyjnej.

#### **2.6. Rozdzielnica oświetlenia ulicznego**

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

Projektuje się wybudowanie rozdzielniczy oświetlenia ulicznego typu ROUw 3/3R2/Z z dodatkowym wcześniej uzgodnionym z dostawcą wyposażeniem.

Projektowana rozdzielnicza oświetlenia ulicznego ma zostać wyposażona w rozłącznik izolacyjny, wyłącznik nadprądowy o prądzie znamionowym 6A, zabezpieczenie przeciwprzebieciowe 3P+N dla urządzeń typu I+II, cyfrowy programator astronomiczny CPA 4.0 przeznaczony do włączania i wyłączania oświetlenia ulicznego, przełącznik

służący do ręcznego załączania oświetlenia oraz dwie podstawy bezpiecznikowe. Jedna z podstaw bezpiecznikowych ma zostać uzbrojona ponieważ jej przeznaczeniem jest pośrednictwo w zasilaniu projektowanej instalacji, natomiast druga podstawa bezpiecznikowa będzie stanowić rezerwę umożliwiającą rozbudowę instalacji oświetleniowej o nowe stanowiska słupów oświetleniowych na osiedlu domków jednorodzinnych Zielone Wzgórze.

W projektowanej rozdzielnicy należy uziemić listwę zaciskową PE poprzez pograżenie w ziemi uziomu pionowego ocynkowanego (szpilki) oraz połączenie jej z bednarką ułożoną na dnie rowu kablowego.

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

W celu zapewnienia ochrony przeciwprzebieciowej projektuje się zainstalowanie ogranicznika przeciwprzebieciowego w szafce oświetleniowej 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 stanowiącym przedmiot opracowania.

## **2.9.Osнова 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:

$$P_B = n \cdot P_n = 6 \cdot 55 = 330 \text{ W},$$

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:

$$I_B = P_B / (U_n \cdot \cos\varphi) = 330 / (230 \cdot 0,95) = 1,51 \text{ A},$$

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  $I_r = 4 \text{ A} > I_B = 1,51 \text{ A}$  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  $I_B = 1,51 \text{ A}$  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  $I^2t = 21,6 \text{ A}^2 \cdot \text{s}$ , 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,

$I^2t$  - 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 16  $\text{mm}^2$  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:

$$R = l / (\gamma \cdot s) = 797 / (35 \cdot 35) = 0,65 \text{ } \Omega/\text{m},$$

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:

$$\Delta U_{\%} = (200 / U_{nf}) \cdot I_B \cdot R \cdot \cos\varphi = (200 / 230) \cdot 1,51 \cdot 0,65 \cdot 0,95 = 0,87 \%$$

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	7	55	330	1,51	4	848	a)	35	0,87	0,95
L2.O	6	55	330	1,51	4	848	a)	35	0,87	0,95
L3.O	6	55	330	1,51	4	848	a)	35	0,87	0,95

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

Prąd obciążenia przewodu wynosi:

$$I_B = P_B / (U_n \cdot \cos\varphi) = 55 / (230 \cdot 0,95) = 0,25 \text{ A,}$$

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  $I_r = 2 \text{ A} > I_B = 0,25 \text{ A}$  i charakterystyce czasowo-prądowej zwłocznej.

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

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

- e) ze względu na nagrzewanie prądem roboczym  $I_B = 0,25$  A wymagany byłby przewód o przekroju mniejszym niż  $1,5$  mm<sup>2</sup>,
- f) ze względu na nagrzewanie prądem zwarciovym; projektowany przewód zabezpieczono głównym bezpiecznikiem topikowym o prądzie znamionowym  $I_n = 2$  A i o zdolności wyłączania odpowiadającej wartości całki Joule'a  $I^2t = 6,3$  A<sup>2</sup> · 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 mm<sup>2</sup>,

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

$I^2t$  - całka Joule'a w A<sup>2</sup> · s,

$T_{kl}$  - czas trwania zwarcia.

Decydujące o wyborze przekroju kabla jest kryterium a).

Dobrano kabel typu YDY 3 x 1,5 mm<sup>2</sup>, którego prąd dopuszczalny długotrwale w temperaturze 25°C dla przekroju 1,5 mm<sup>2</sup> wynosi  $I_z 19,5$  A > 0,25 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:

$$R = l / (\gamma \cdot s) = 10 / (56 \cdot 1,5) = 0,12 \text{ } \Omega/\text{m},$$

gdzie:

l - długość kabla w m.

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

s - przekrój kabla w mm<sup>2</sup>.

Maksymalny spadek napięcia na projektowanym przewodzie wylicza się z zależności:

$$\Delta U_{\%} = (200 / U_{nf}) \cdot I_B \cdot R \cdot \cos\varphi = (200 / 230) \cdot 0,25 \cdot 0,12 \cdot 0,95 = 0,025 \%$$

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 4.

### **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 AXIA 2.1/24LED/690mA/NW/5178/53W	18	szt.
2.	Anodowany słup aluminiowy SAL-80M	18	szt.
3.	Anodowany wysięgnik z aluminium WRP-1	18	szt.
4.	Fundament prefabrykowany	18	szt.
5.	Kabel YAKY 4 x 35 mm <sup>2</sup>	848	mb
6.	Przewód YdY 3 x 1,5 mm <sup>2</sup>	212	mb
7.	Folia szer. 30 cm kolor niebieski	795	mb
8.	Rura osłonowa QRK 70	200	mb
9.	Uziom liniowy ocynkowany (bednarka)	795	mb
10.	Uziom pionowy ocynkowany (szpilka)	3	szt.
11.	Złącza IZK-4-01	18	szt.
12.	Złącza IZK-4-03	18	szt.
13.	Wkładka bezpiecznikowa zwłoczna 2A	18	szt.
14.	Wkładka bezpiecznikowa zwłoczna 4A	2	szt.
15.	Rozdzielnica oświetlenia ulicznego + wyposażenie	1	kpl.