

## PROJEKT BUDOWLANY

EGZEMPLARZ nr 1 ☐ nr 2 ☐ nr 3 ☐ nr 4 ☐

Inwestor:

Gmina Strzyżów  
ul. Przecławczyka 5  
38-100 Strzyżów

Zakres opracowania:

**Rozbudowa napowietrznej linii elektroenergetycznej do 1kV  
na potrzeby oświetlenia drogowego  
w m. Bonarówka zlokalizowanej przy drodze powiatowej**

Kategoria obiektu:

Kategoria XXVI - sieci

Rodzaj obiektu:

Linia napowietrzna nn-0,4kV, dł. 866m

Lokalizacja obiektu:

Bonarówka, droga powiatowa nr 1933R relacji: Wysoka Strzyżowska-Bonarówka-Żyznów  
powiat: strzyżowski, gmina: Strzyżów, jednostka rejestrowa: 181904\_5, obręb: 0006  
BONARÓWKA, nr działek: 96, 241, 111, 255, 256, 257, 275, 272, 274, 328, 327, 326/1,  
318, 323, 324

Branża:

elektryczna

Opracował	<b>mgr inż. Andrzej Paciorek</b>	Data: 20 października 2018r.	Podpis:
Projektował	<b>inż. Ignacy Skonieczny</b> uprawnienia budowlane do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjno-inżynieryjnej w zakresie instalacji elektrycznych nr: NB-W-7210/71/78	Data: 20 października 2018r.	Podpis:

## SPIS ZAWARTOŚCI DOKUMENTACJI

Strona tytułowa.....	str. 1
Spis zawartości dokumentacji .....	str. 2
Oświadczenia projektowe .....	str. 3
Uprawnienia projektowe .....	str. 4-5
Zaświadczenie przynależności do PIIB .....	str. 6
Wymagania techniczne .....	str. 7-8
Uzgodnienia.....	str. 9-14
Opis techniczny .....	str. 15-23
Obliczenia .....	str. 24-28
Zestawienie podstawowych materiałów .....	str. 29
Informacja dotycząca Bezpieczeństwa I Ochrony Zdrowia.....	str. 30-32
Informacje dotyczące obszaru oddziaływania projektowanego obiektu .....	str. 33
Rysunki .....	str. 34-48

## OŚWIADCZENIE PROJEKTANTA

Bydgoszcz, 20 października 2018r.

Ignacy Skonieczny

.....  
(imię i nazwisko)

NB-W-7210/71/78

.....  
(nr uprawnień)

KUP/IE/2262/01

.....  
(nr członkowski izby zawodowej)

### **Oświadczenie projektanta o sporządzeniu projektu zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej**

Po zapoznaniu się z przepisami ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. „Prawo budowlane” (Dz. U. z 2003 r. Nr 207, poz. 2016, z późn. zm.), zgodnie z art. 20 ust. 4 pkt. 2 tej ustawy oświadczam, że projekt techniczny wykonawczy:

*„Rozbudowa napowietrznej linii elektroenergetycznej do 1kV na potrzeby oświetlenia drogowego w m. Bonarówka zlokalizowanej przy drodze powiatowej”*

sporządzony dla: *Gminy Strzyżów*

- został opracowany zgodnie z umową, posiadaną wiedzą techniczną, obowiązującymi w kraju przepisami i normami oraz aktualnymi przepisami techniczno-budowlanymi,
- jest kompletny z punktu widzenia celu, któremu ma służyć i nadaje się do realizacji,
- zastosowane materiały i urządzenia posiadają wymagane atesty, certyfikaty i aprobaty techniczne

Zawartość projektu budowlanego spełnia wymagania Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 27 kwietnia 2012 r. z sprawie zakresu i formy dokumentacji projektowej

.....  
(podpis i pieczęć)

## UPRAWNIENIA PROJEKTOWE

WOJEWODA BYDGOSKI

Bydgoszcz, dnia 26 maja 1978 r.

(pieczęć)

Nr NB-W-7210/71/78

### DECYZJA O STWIERDZENIU PRZYGOTOWANIA ZAWODOWEGO do pełnienia samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie

Na podstawie § 4 ust. 2; § 7 i § 13 ust. 1 pkt 4 lit. d

rozporządzenia Ministra Gospodarki Terenowej i Ochrony Środowiska z dnia 20 lutego 1975 r.

w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (Dz.U. Nr 8, poz. 46) stwierdza się, że:

Obywatel (ka) Ignacy SKONIECZNY  
(imię i nazwisko)

inżynier elektryk  
(tytuł naukowy – zawodowy)

urodzony (a) dnia 19 lipca 1948 r. w Szadłowicach

posiada przygotowanie zawodowe upoważniające do wykonywania samodzielnej funkcji

projektanta  
(rodzaj funkcji)

w specjalności instalacyjno-inżynieryjnej  
(rodzaj specjalności techniczno-budowlanej)

w zakresie instalacji elektrycznych

(specjalizacja zawodowa)  
MA-BUA/14  
CWD MA-BUA-14 zam. 10087-Kw-W-76 WDA zam. 218-K1 50.000 piśm. 71g

watel (ka) Ignacy Skonieczny jest upoważniony (a) do:  
(imię i nazwisko)

1. Do sporządzania projektów instalacji elektrycznych.
2. W budownictwie osób fizycznych - do kierowania, nadzorowania i kontrolowania budowy, kierowania i kontrolowania wytwarzania konstrukcyjnych elementów instalacji oraz oceniania i badania stanu technicznego instalacji elektrycznych.

Otrzymuje:

1. Ob. Ignacy Skonieczny  
ul. Marulewska nr 17/10  
88-100 INOWROCŁAW

2. a/a.

SP/IR



Z upoważnienia Wójta  
GŁÓWNY ARCHYWAŁ

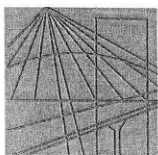
mgr inż. Andrzej...

m. p.

(podpis i pieczęć)



## ZAŚWIADCZENIE PRZYNALEŻNOŚCI DO PIIB



P O L S K A  
I Z B A  
INŻYNIERÓW  
BUDOWNICTWA

Bydgoszcz 2017-07-05  
(miejscowość, data)

### Zaświadczenie

Pan/Pani **SKONIECZNY IGNACY**

miejsce zamieszkania  
85-809 BYDGOSZCZ  
UL. ZAJĘCZA 4/48

jest członkiem Kujawsko-Pomorskiej

Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa

o numerze ewidencyjnym

KUP/IE/2262/01

i posiada wymagane ubezpieczenia od odpowiedzialności  
cywilnej.

Niniejsze zaświadczenie jest ważne od dnia 2017-07-01  
do dnia 2017-12-31

KUJAWSKO POMORSKA OKRĘGOWA  
IZBA INŻYNIERÓW BUDOWNICTWA  
w BYDGOSZCZY  
85-030 BYDGOSZCZ, ul. B. Rumińskiego 6  
tel. 52 366 70 50 • fax 52 366 70 59

PRZEWODNICZĄCY  
Rady Okręgowej Izby

*prof. dr hab. inż. Adam Prodhorecki*  
prof. dr hab. inż. Adam Prodhorecki  
(pieczęć i podpis przewodniczącego)

## OPIS TECHNICZNY

### Przedmiot opracowania

Przedmiotem niniejszego opracowania jest rozbudowa linii elektroenergetycznej do 1kV na potrzeby oświetlenia drogowego w m. Bonarówka, zlokalizowanej przy drodze powiatowej nr 1933R relacji: Wysoka Strzyżowska-Bonarówka-Żytnów na potrzeby Gminy Strzyżów (zwanej „Inwestorem” w dalszej części opracowania), zasilanej ze stacji transformatorowej SN/nn-15/0,4kV nr ST 1109 BONARÓWKA 1, własności PGE Dystrybucja S.A. (zwanej „PGE” w dalszej części opracowania).

Linia zawieszona będzie na słupach.

Trasa linii przebiegać będzie przez teren, wyznaczony działkami nr: 96, 241,111, 255, 256, 257, 275, 272, 274, 328, 327, 326/1, 318, 323, 324, obręb ewidencyjny: 0006 BONARÓWKA, jednostka rejestrowa: 181904\_5.

Prace realizowane będą etapowo.

### Podstawa opracowania

Niniejszy projekt opracowano na podstawie umowy z Inwestorem.

Projekt opracowano w oparciu o:

- a) normy, przepisy i wytyczne projektowania obowiązujące w zakresie opracowania,
- b) warunki przyłączenia nr 18-F6/S/01051/W/2018/7/360 wydane przez PGE dnia 10.07.2018r.,
- c) uzgodnienie zakresu opracowania z Inwestorem,
- d) wizję w terenie i inwentaryzację istniejącej linii oświetleniowej,
- e) karty katalogowe i instrukcje montażu instalowanej aparatury.

### Zakres opracowania

Opracowanie obejmuje:

- a) stawianie nowych słupów linii napowietrznej,
- b) montaż szafki oświetleniowej,
- c) ułożenie w ziemi kabla, zasilającego szafkę oświetleniową ze złącza własności PGE,
- d) podwieszenie instalacji zasilającej oprawy oświetleniowe na słupach,
- e) montaż opraw oświetlenia drogowego.

Rozmieszczenie projektowanej infrastruktury pokazano w projekcie zagospodarowania.

### Opis stanu istniejącego

Droga powiatowa nr 1933R relacji: Wysoka Strzyżowska-Bonarówka-Żytnów na odcinku projektowanego oświetlenia w m. Bonarówka nie jest oświetlona.

### Opis rozwiązań projektowych

#### Przyłącze

Przyłącze o długości około 30m, prowadzone będzie ze słupa nr 25/1109/2 w linii nn Tor 2 ze stacji transformatorowej nr 1109 BONARÓWKA 1, własności PGE. Przyłącze będzie



realizowane kablem YAKXS 4x35mm<sup>2</sup> 0,6/1kV, układanym w ziemi. Kabel zakończony będzie w złączu ZK1+1P.

Dokładną lokalizację złącza należy uzgodnić wspólnie z PGE na etapie projektowania przyłącza. W projekcie zaproponowano miejsce lokalizacji złącza (w granicy działki drogowej nr 96 i działki nr 238, około 2m od słupa nr 1(22) linii oświetleniowej).

Moc przyłączeniowa będzie wynosić 2000W. Jeśli w którymś z etapów budowy oświetlenia wymagana będzie większa moc przyłączeniowa należy wystąpić do PGE z wnioskiem o jej zwiększenie.

Do zabezpieczenia przelicznikowego zastosować wyłącznik nadmiarowo prądowy, zgodny z warunkami przyłączenia. Zastosować wyłącznik o charakterystyce D i prądzie 10A.

Wszystkie dostawy materiałów na potrzeby budowy przyłącza oraz złącza oraz realizacja prac pozostaje w zakresie PGE.

### **Linia kablowa ze złącza PGE**

Odcinek instalacji pomiędzy złączem kablowym własności PGE a szafką oświetleniową zrealizować kablem typu YAKXS 4x35 mm<sup>2</sup> 0,6/1kV. Na całej długości kabel należy prowadzić w ziemi, na głębokości min. 0,7m od powierzchni kabla do docelowego poziomu terenu z zastosowaniem podsypki i nadsypki w warstwach po 10 cm z piasku bezkwasowego. Kabel przykryć folią o grubości 0,4-0,6mm i szerokości 30cm koloru niebieskiego, ułożoną w odległości minimum 25 cm i maksimum 35cm od kabla.

Wykop pod kabel należy wykonywać ręcznie.

W miejscu skrzyżowania kabla z innymi instalacjami lub jego zbliżenia do innych instalacji należy zachować wymagane odległości.

Przy układaniu kabel można zginać tylko w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być możliwie duży, nie mniejszy niż 15-krotna zewnętrzna średnicy kabla o ile producent nie przewiduje inaczej.

Kabel układać w rurze osłonowej na całej długości wzdłuż słupa linii oświetleniowej nr 1, mocowanej za pomocą uchwytów kablowych bez odsadzenia na słup wirowany a rurę uszczelnić. Należy stosować rurę osłonową o średnicy nie mniejszej aniżeli DN50 i grubości ścianki min. 3,2mm, wykonaną z twardego polietylenu [HDPE] w kolorze czarnym odpornego na działanie promieni UV.

Do szafki oświetleniowej kabel z ziemi wprowadzić razem z odcinkiem rury osłonowej. Po wciągnięciu kabla przez rurę do wnętrza obudowy końce rur osłonowych uszczelnić pierścieniami gumowymi lub natryskiwaną, twardniejącą pianką w celu zapobieżenia przedostawaniu się wody do wnętrza szafki. W miejscu wprowadzenia kabla do szafki oświetleniowej pozostawić zapas kabla o długości 2m.

Po wykonaniu prac, tereny zielone oraz utwardzone należy przywrócić do stanu pierwotnego.

W miejscu wprowadzania kabla do szafki oraz do złącza, na kabel nałożyć oznaczniki wykonane w sposób czytelny i trwałe, z naniesionymi danymi: oświetlenie, typ kabla, nr stacji zasilającej, trasa kabla (początek i koniec odcinka), rok ułożenia. Oznaczniki powinny być wykonane z materiału nieulegającego korozji, wykonane w sposób zapewniający ich czytelność przez 25 lat (np. z tworzywa sztucznego lub aluminium z wyciskanymi znakami).

### **Linia napowietrzna, oświetleniowa**

Linie elektroenergetyczną, napowietrzną o długości 866m (długość przewodu: 874m), zasilającą oprawy oświetleniowe należy zbudować w oparciu o przewód izolowany typu AsXSn 4x25mm<sup>2</sup> 0,6/1kV i zawiesić na nowych słupach.



Projektowane przewody linii napowietrznej należy montować na słupach wykorzystując osprzęt do linii izolowanych. Do podtrzymywania przewodów używać uchwytów izolowanych przelotowych typu 4x16-70 i końcowych typu 4x16-35 mocowanych do haka wieszakowego i taśmy 20mm (dla słupa wirowanego).

Projektowaną linię wprowadzić do szafki oświetleniowej zawieszanej na słupie nr 1(22). Przewód, sprowadzony do szafki układać w rurze osłonowej o średnicy min. 50mm na całej długości wzdłuż słupa zakończonej na górze kolaniem. Rurę mocować za pomocą uchwytów kablowych bez odsadzenia na słup wirowany. Należy stosować rury osłonowe o grubości ścianki min. 3,2mm, wykonane z twardego polietylenu [HDPE] w kolorze czarnym odpornego na działanie promieni UV. Rurę przy szafce zakończyć kolaniem. Odcinek przewodu pomiędzy rurą sztywną a obudową szafki chronić za pomocą czarnej, giętkiej rury karbowanej o wytrzymałości na ściskanie 750N, odpornej na promieniowanie UV o średnicy zewnętrznej 50mm. Rurę karbowaną wsunąć do kolana rury sztywnej. W celu uzyskania szczelnych połączeń, miejsca łączeń zabezpieczyć termokurczliwymi węzami grubościennymi 80x35mm, grubość ścianki po skurczeniu 2,5mm. Przewód wprowadzić w dolnej ścianie szafki poprzez dławicę.

W miejscu wprowadzania przewodu do szafki, na przewód nałożyć oznaczniki wykonane w sposób czytelny i trwałe. Na oznaczniki nanieść następujące dane: oświetlenie, typ kabla, nr stacji zasilającej, trasa kabla (początek i koniec odcinka), rok ułożenia. Oznaczniki powinny być wykonane z materiału nieulegającego korozji, wykonane w sposób zapewniający ich czytelność przez 25 lat (np. z tworzywa sztucznego lub aluminium z wyciskanymi znakami).

### Słupy linii napowietrznej nn-0,4kV

Zgodnie z obliczeniami, z uwzględnieniem danych z *katalogu linii napowietrznych niskiego napięcia z przewodami samonośnymi o powłoce z poliuretanu usieciowanego na żerdziach wirowanych i ŻN, z 2009r.*, projektowane są słupy typu E o parametrach, zgodnie z poniższą tabelą. Ze słupami zastosować fundamenty do montażu metodą suchą. Fundamenty słupów i głębokość ich zakopania dobrano dla gruntu słabego.

Fundamenty należy montować od strony naciągu linii napowietrznej.

Nr	Słup		Fundament		Wysokość zawieszenia przewodu
	Typ	Funkcja	Typ	Głębokość zakopania	
1(22)	E12/10	K	ustój U2b	2,4 m	9,3 m
2(21)	E12/4,3	P	ustój U1	2,4 m	9,3 m
3(20)	E10,5/4,3	P	ustój U1	2,3 m	7,9 m
4(19)	E10,5/4,3	P	ustój U1	2,3 m	7,9 m
5(18)	E10,5/4,3	P	ustój U1	2,3 m	7,9 m
6(17)	E10,5/4,3	P	ustój U1	2,3 m	7,9 m
7(16)	E10,5/4,3	P	ustój U1	2,3 m	7,9 m
8(15)	E12/6	N	ustój U2b	2,4 m	9,3 m
9(14)	E12/6	N	ustój U2b	2,4 m	9,3 m
10(13)	E10,5/10	O	ustój U2b	2,3 m	7,9 m
11(12)	E12/10	N	ustój U2b	2,4 m	9,3 m
12(11)	E12/6	N	ustój U2b	2,4 m	9,3 m
13(10)	E12/6	N	ustój U2b	2,4 m	9,3 m
14(9)	E10,5/4,3	P	ustój U1	2,3 m	7,9 m
15(8)	E10,5/4,3	P	ustój U1	2,3 m	7,9 m
16(7)	E10,5/10	O	ustój U2b	2,3 m	7,9 m

Nr	Słup		Fundament		Wysokość zawieszenia przewodu
	Typ	Funkcja	Typ	Głębokość zakopania	
17(6)	E12/6	N	ustój U2b	2,4 m	9,3 m
18(5)	E12/6	N	ustój U2b	2,4 m	9,3 m
19(4)	E10,5/6	N	ustój U2b	2,3 m	7,9 m
20(3)	E10,5/4,3	P	ustój U1	2,3 m	7,9 m
21(2)	E10,5/10	K	ustój U2b	2,3 m	7,9 m
<b>Cyfra w nawiasie dotyczy numeru słupa z uzgodnienia z Zarządem Dróg Powiatowych</b>					

### Oprawy oświetleniowe

Projektowanych jest 21 szt. opraw ulicznych, wyposażonych w źródła LED. Stosować oprawy zgodnie z poniższą specyfikacją:

L.p.	Wyszczególnienie	Wymagania
1.	Konstrukcja oprawy	oprawa o budowie w systemie modułowym, umożliwiającą szybką i bezproblemową wymianę paneli LED i zasilacza
2.	Budowa oprawy	<ul style="list-style-type: none"> <li>– dwukomorowa (otwarcie komory sprzętu nie rozszczelnia komory optycznej);</li> <li>– płaska bez radiatorów, uniemożliwiająca osiadanie zanieczyszczeń,</li> <li>– klosz: płaska szyba ze szkła hartowanego;</li> <li>– możliwość montażu na wysięgniku o średnicy <math>\varnothing 48-60\text{mm}</math></li> </ul>
3.	Materiał obudowy oprawy	aluminium formowane wysokociśnieniowo, zabezpieczone przed wpływem warunków atmosferycznych i substancji chemicznych podkładem epoksydowym i poliestrową farbą proszkową ( <u>kolor uzgodnić z Inwestorem</u> )
4.	Układ optyczny	moduły LED muszą spełniać wymagania normy PN-EN 62471 <i>Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych</i> ; wymóg potwierdzić protokołem z badań w akredytowanym laboratorium
5.	Klasa ochrony przeciwporażeniowej (izolacji)	II klasa ochronności, zgodnie z normą PN-EN 60529
6.	Regulacja kąta nachylenia oprawy	min. 5, 10, 15 stopni.
7.	Stopień szczelności komór	nie mniej aniżeli IP66
8.	Stopień uderzeniowy systemu optycznego	nie mniej aniżeli IK 09
9.	Pobór mocy	poędzy 45 W a 57 W - przyjąć kryterium minimum mocy dla których są spełnione warunki fotometryczne zgodnie z normą oświetleniową PN-EN 13201
10.	Zasilanie	<ul style="list-style-type: none"> <li>– znamionowe napięcie pracy: 230V/50Hz,</li> <li>– zasilacz wyposażony w czujnik termiczny zapobiegający przegrzaniu oprawy</li> </ul>
11.	Temperatura barwy	w zakresie od 4000K do 5000K
12.	Wskaźnik oddawania barw	CRI $\geq$ 70
13.	Pozycja robocza	uniwersalna
14.	Żywotność	nie mniejsza aniżeli: (L80B10): 80 000h;

L.p.	Wyszczególnienie	Wymagania
		(TM21 L90B10): 60 000 h
15.	Znamionowy strumień świetlny źródła	za zakresu od 7900 lm do 9000 lm
16.	Znamionowa skuteczność świetlna	nie mniejsza aniżeli 130 lm/W
17.	Powierzchnia ekspozycji wiatrowej	CxS od 0,038 m <sup>2</sup> do 0,040 m <sup>2</sup>
18.	Waga	do 9 kg
19.	Gwarancja na całą oprawę	nie mniej aniżeli 5 lat

Wysokość montażu oprawy: pomiędzy 7,7 a 8,5m (zależnie od wysokości słupa).

Oprawy połączyć w trzy obwody, zasilane z poszczególnych żył projektowanej linii. Takie rozwiązanie zapewni mniejsze spadki napięcia oraz możliwość zasilenia instalacji z sieci trójfazowej w przypadku rozbudowy instalacji oświetleniowej.

### Wysięgniki

Oprawy należy montować na wysięgnikach z rury stalowej o przekroju 48mm, wysokości min. 1mb, wysięgu od 1 m do 2 m i kącie 0 stopni (oprawa posiada możliwość regulacji kąta).

Wysięgniki mocować do słupów za pomocą dwóch uchwytów. Wszystkie elementy stalowe stosować w wykonaniu jako ocynkowane ogniowo. W wysięgnikach, do zasilenia opraw zastosować przewody YKY 2x2,5mm<sup>2</sup> 0,6/1kV. Kable należy łączyć z zasilającą linią napowietrzną za pomocą złączy izolowanych przebijających izolację o parametrach:

- napięcie znamionowe: 500 V,
- przekrój przewodu linii napowietrznej: 16-35 mm<sup>2</sup>,
- przekrój przewodu odgałęźnego: 2,5-4 mm<sup>2</sup>,
- maksymalna wartość prądu wkładki bezpiecznikowej: 16A,
- typ wkładki bezpiecznikowej: D II.

Złącze wyposażać we wkładki bezpiecznikowe o prądzie 2A.

### Szafka oświetleniowa

Zabezpieczenie obwodu oświetleniowego i układ sterowania oświetleniem należy zainstalować w obudowie izolacyjnej, termoutwardzalnej, lakierowanej o przybliżonych wymiarach: wysokość 600 mm, szerokość 400 mm, głębokość 250 mm, posadowionej na słupie nr 1 projektowanej, napowietrznej linii oświetleniowej. Szafkę należy wyposażać w zamek (typ zamka uzgodnić z Inwestorem). Obudowę wyposażać w dwa uchwyty do montażu na słupie wirowanym. W obudowie zamontować płytę montażową, dopasowaną do wymiarów obudowy, wykonaną z PCV twardego o grubości min. 8mm.

Przewód zasilający ze złącza oraz przewód zasilający oprawy oświetleniowe podłączyć poprzez listwę czteroprzewodową dla żył o przekroju 35mm<sup>2</sup>. Zacisk PEN w szafce należy uziemić. Przewód oświetleniowy wprowadzić w dolnej ścianie szafek poprzez dławice.

Do sterowania oświetleniem zastosować sterownik astronomiczny, wyposażony w zewnętrzną antenę GPS, programowany bezprzewodowo.

Wymagania minimalne dla sterownika:

- włączanie i wyłączanie oświetlenia zgodnie ze wschodem i zachodem słońca,
- synchronizacja czasu zgodnie z sygnałem GPS,
- programowana przerwa nocna,
- możliwość blokowania przerwy nocnej (np. w weekendy, w święta),
- automatyczna zmiana czasu lato/zima,
- wyświetlacz oraz klawiatura do wprowadzania nastaw,

- współpraca z wyłącznikiem zmierzchowym,
- możliwość blokady klawiatury i ustawień sterownika,
- licznik czasu pracy oświetlenia (osobny dla każdego z wyjść sterujących),
- możliwość rejestracji zdarzeń,
- sygnalizacja świetlna stanu pracy sterownika (np. stan wejść/wyjść, stan zasilania),
- możliwość podłączenia anteny zewnętrznej.

Wymagania dodatkowe dla sterownika – ich zasadność uzgodnić z Inwestorem:

- możliwość zdalnej kontroli i sterowanie z poziomu aplikacji (aplikacja dostarczana razem ze sterownikiem),
- możliwość lokalizacji sterowników na mapie z poziomu aplikacji,
- możliwość zdalnego programowania opraw (w specyfikacji podać układy/systemy z którymi sterownik współpracuje),
- możliwość komunikacji przez Bluetooth lub Wifi,
- możliwość programowania (np. przerwy nocne, załączenia w stałych godzinach),
- możliwość zdalnego aktualizacji oprogramowania i ustawień,
- możliwość zadeklarowania dowolnej tabeli astronomicznej (w tym własnej),

Parametry techniczne sterownika:

- napięcie zasilające: 230 VAC, 50Hz,
- ilość wyjść nie mniej aniżeli dwa niezależnie programowalne,
- obciążalność prądowa wyjść: nie większa aniżeli 5 A przy napięciu 230 V,
- ilość wejść: co najmniej jedno do wyłącznika zmierzchowego,
- temperatura pracy co najmniej w zakresie: od -30°C do +80°C,
- stopień ochrony: nie mniejszy aniżeli IP20,
- montaż na szynie DIN.

Obwód sterowania zabezpieczyć wyłącznikiem instalacyjnym B2A. Układ powinien umożliwić pracę oświetlenia zarówno w trybie automatycznym jak i ręcznym, przełączanym modułowym przełącznikiem trójpołożeniowym, jednorzędowym o prądzie znamionowym nie mniejszym aniżeli 10A.

Przewód zasilający oprawy oświetleniowe (każdy obwód osobno) zabezpieczyć wkładkami bezpiecznikowymi zwłocznymi D01 o prądzie 6A, zabudowanymi w rozłączniku bezpiecznikowym instalacyjnym o prądzie 63A. Włączanie i wyłączenie opraw realizowane będzie poprzez stycznik o prądzie nie mniejszym aniżeli 20A. W szafce należy ponadto zabudować gniazdo serwisowe, zabezpieczone wyłącznikiem instalacyjnym B6A.

Na drzwiach szafki od strony wewnętrznej przymocować zalaminowany schemat jednokreskowy układu połączeń. Od strony zewnętrznej drzwi szafki należy zamontować czytelną tablicę z opisem przeznaczenia, oznaczeniem numeru eksploatacyjnego szafki oraz nazwą właściciela wykonaną w sposób zapewniający jej czytelność przez 25 lat. (tabliczka aluminiowa z wyciskаныmi znakami) lub tworzywowa ze znakami grawerowanymi. Wymiary tabliczki uzgodnić z Inwestorem. Ponadto na drzwiach należy zamieścić tabliczkę „*Uwaga napięcie*”.

Szafka musi posiadać certyfikat zgodności wydany przez jednostkę certyfikującą posiadającą odpowiedni zakres akredytacji wydanej przez Polskie Centrum Akredytacji potwierdzający, że szafa oświetlenia ulicznego spełnia wymagania norm:

- PN-EN 62208 Puste obudowy do rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych.

Wymagania ogólne.

- PN-EN 61439-1:2011 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe - Część 1: Postanowienia ogólne.
- PN-EN 61439-5:2011 Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe - Część 5: Zestawy do dystrybucji mocy w sieciach publicznych, oraz zgodnie z dyrektywą niskonapięciową LVD 2014/35/2014 deklarację zgodności (wystawioną przez producenta lub upoważnionego dystrybutora) z w/w normami.

Schemat połączenia wewnątrz szafki oświetleniowej pokazano na rys. nr 3. Przykładowy widok elewacji szafki oświetleniowej przedstawia rys nr 4.

### **Uziemienie ochronno-robocze**

Wszystkie punkty neutralne robocze i ochronne sieci pracujących w układzie TN powinny być uziemione bezpośrednio. Przewody PEN linii elektroenergetycznych powinny być połączone z przewodami ochronnymi PE instalacji odbiorczej, uziemionymi poprzez uziom.

Jako środek podstawowej ochrony przeciwporażeniowej planowane jest uziemienie ochronne, któremu podlegają wszystkie elementy przewodzące nie znajdujące się w warunkach bezawaryjnych pod napięciem. Zastosować uziom wspólny dla urządzeń oraz części przewodzących.

Uziemieniu podlegają:

- a) przewód PEN w każdej obudowie energetycznej,
- b) ograniczniki przepięć nn.

Do wykonania instalacji ochronnej zastosować przewód FeZn (bednarka). Przewód odprowadzający prowadzić wzdłuż słupa. Przewód odprowadzający powinien być wykonany taśmą co najmniej FeZn 25x5mm<sup>2</sup>. Połączenia wyrównawcze od zacisków PEN i ograniczników do przewodu uziemiającego wykonać przewodem wielożyłowym (linką) o żyłach miedzianych, o przekroju nie mniejszym niż 16mm<sup>2</sup>.

Na każdym przewodzie odprowadzającym należy zainstalować złącze kontrolne, dające się łatwo rozmontować do pomiaru rezystancji instalacji uziemiającej. Złącza kontrolne należy umieścić na wysokości 0,8–1m nad poziomem gruntu. Przewody odprowadzające należy połączyć z projektowanym uziomem.

Szynę uziemiającą w każdej obudowie połączyć z uziomem przy pomocy taśmy FeZn 25x4 lub linki o żyłach miedzianych, o przekroju 16mm<sup>2</sup>.

Wszystkie połączenia przewodem płaskim FeZn oraz linką 16mm<sup>2</sup> wzdłuż słupa stacji wykonać jako skręcane a miejsce łączenia zabezpieczyć antykorozyjnie. Linkę zaopatrzyć w końcówki oczkowe do zaprasowania o średnicy otworu dopasowanego do zacisków przyłączeniowych w aparaturze.

Istniejąca i projektowana aparatura sterująca i pomiarowa posiada II klasę ochronności, w związku z tym do tych urządzeń nie należy podłączać przewodu ochronnego.

Wszystkie elementy ochrony przeciwporażeniowej oznaczyć kolorami ochronnymi naprzemiennie: zielonym i żółtym na całej długości.

### **Ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa**

Jako dodatkowy środek ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym (ochrona przed dotykiem pośrednim) zastosować samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TN-C. Ochronę realizować przy pomocy wkładek bezpiecznikowych oraz wyłączników instalacyjnych o wartościach zgodnych z obliczeniami. Zabezpieczenia należy montować na początku kabla, tj. w szafce oświetleniowej oraz przy zasilaniu każdej oprawy z osobna.



Ponadto w układzie zastosować izolowaną szafkę, oprawy oświetleniowe oraz aparaturę zabezpieczającą i pomiarową, wykonane w II klasie izolacji.

Maksymalny czas wyłączenia przyjąć 5 sek.

### Uziom otokowy

Dla słupów nr 1(22), nr 12(11) i nr 21(2) przewidziano uziom otokowy w odległości nie mniejszej aniżeli 1m od konturu słupa. Uziom układać w wykopie na głębokości nie mniejszej aniżeli 70cm i zasypać ziemią rodzimą. Uziom wspomagać pograżonymi, pionowymi uziomami prętowymi o dł. 3m i DN16.

Pręty łączyć z przewodem uziomowym za pomocą zacisku przyłączeniowego lub płetwy przyłączeniowej. Połączenia wykonywać jako skręcane. Najwyższa część uziomu pionowego powinna znajdować się na głębokości nie mniejszej niż 0,5m pod powierzchnią gruntu.

Odcinki przewodu uziomowego łączyć ze sobą przez spawanie. Ze względu na ocynk powierzchniowy przewodu, podczas spawania zachować środki ostrożności oraz stosować ochronę dróg oddechowych.

Wszystkie połączenia skręcane i spawane zabezpieczyć antykorozyjnie przy pomocy farby podkładowej, a następnie farby asfaltowej oraz taśmy antykorozyjnej.

Rezystancja uziomu mierzonego musi być mniejsza co najwyżej równa  $10\Omega$ . Po wykonaniu uziomu należy przeprowadzić pomiary sprawdzające a w przypadku wyniku niezadawalającego pograćzyć dodatkowe uziomy pionowe.

### Ochrona przeciwprzebieciowa

W celu zabezpieczenia instalacji oświetleniowej od przepięć na skutek wyładowań atmosferycznych na początku, w połowie oraz na końcu projektowanej linii oświetleniowej (tj. na słupach nr 1(22), nr 12(11) i nr 21(2)) oraz wewnątrz szafki oświetleniowej należy zamontować komplet ograniczników przepięć nn.

Do ochrony od strony linii napowietrznej stosować ograniczniki o parametrach:

- typ 2 / klasa II,
- napięcie znamionowe: 230/400V,
- największe napięcie trwałej pracy: 280V,
- znamionowy / maksymalny prąd wyładowczy 8/20 $\mu$ s: 5/25kA (10/40kA wartość szczytowa),
- napięciowy poziom ochrony: mniejszy lub równy 1,5kV,
- napięciowy poziom ochrony przy 5kA: mniejszy lub równy 1,1kV.

Ograniczniki podłączyć do linii izolowanej za pomocą zacisku przebijającego izolację dla przewodu głównego/odgałęźnego o przekroju 10-95 Al i 1,5-70 Cu mm<sup>2</sup>.

Do uziemienia ograniczników przepięć należy stosować przewody jak najkrótsze i możliwie najgrubsze. Ograniczniki instalować na przewodach linii zasilającej (na obydwu żyłach) jak najbliżej zacisku zwodu pionowego odprowadzającego prąd wyładowania do ziemi. Przyjąć odległość nie większą aniżeli 0,5m od osi słupa.

Aby zabezpieczyć aparaturę sterowania oświetleniem, wewnątrz szafki oświetleniowej zastosować ogranicznik przepięć o podstawowych parametrach:

- typ 2 / klasa II,
- napięcie znamionowe: 230/400V,
- największe napięcie trwałej pracy: 280V,
- znamionowy / maksymalny prąd wyładowczy 8/20 $\mu$ s: 20/40kA,
- napięciowy poziom ochrony: mniejszy lub równy 1,25kV,
- napięciowy poziom ochrony przy 5kA: mniejszy lub równy 1kV,



- czas zadziałania: krótszy lub równy 25ns.

Ograniczniki łączyć z zaciskiem uziemiającym za pomocą przewodu wielożyłowego (linką) o żyłach miedzianych, o przekroju nie mniejszym niż  $16\text{mm}^2$ .

### **Dokumentacja powykonawcza**

Po realizacji prac, wykonawca opracuje dokumentację powykonawczą. Dokumentacja powinna zawierać szczegółową lokalizację wybudowanych elementów, uwzględniać zmiany wprowadzone w trakcie realizacji za zgodą Inwestora lub Kierownika budowy oraz zawierać protokoły pomiarów i badań wymaganych parametrów technicznych.

### **Uwagi końcowe i wytyczne prowadzenia robót**

1. Wszystkie elementy przyłącza i instalacji oświetleniowej należy wykonać zgodnie z aktualnie obowiązującymi normami, przepisami budowy i eksploatacji urządzeń elektroenergetycznych oraz wszelkimi uzgodnieniami.
2. W czasie wykonywania robót należy zachowywać i przestrzegać warunki i przepisy BHP.
3. Przed przystąpieniem do wykonywania robót należy zgłosić o terminie rozpoczęcia prac użytkownikom występującego uzbrojenia podziemnego.
4. Dla szczegółowej lokalizacji przebiegu istniejącego uzbrojenia, w miejscach posadowienia słupów projektowanej linii należy wykonać przekopy kontrolne.
5. Przy wystąpieniu nie zinwentaryzowanego uzbrojenia podziemnego powiadomić właściwego użytkownika oraz zabezpieczyć przed możliwością uszkodzenia.
6. Wykonawca robót zobowiązany jest do opracowania harmonogramu realizacji prac i jego zatwierdzenia z PGE i Inwestorem.
7. Uziemienia ochronne należy wykonywać zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Przemysłu w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej.
8. Zgodnie z Prawem Budowlanym przy wykonywaniu prac budowlano-montażowych należy stosować wyroby dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie, tj. dla których zgodnie z odrębnymi przepisami wydano:
  - certyfikat na znak bezpieczeństwa wykazujący, że zapewniono zgodność z kryteriami technicznymi określonymi na podstawie polskich norm, aprobat technicznych oraz właściwych przepisów i dokumentów technicznych,
  - deklarację zgodności lub certyfikat zgodności z polską normą lub aprobatą techniczną (w wypadku wyrobów, dla których nie ustanowiono polskiej normy), jeżeli nie są objęte certyfikacją na znak bezpieczeństwa.
9. Po zakończeniu robót należy przeprowadzić próby po montażowe obejmujące badania i pomiary. Zakres prób należy uzgodnić z PGE i Inwestorem, przy czym zakres podstawowy obejmuje:
  - pomiar rezystancji izolacji przewodów zasilających i przewodów wewnątrz szafki oświetleniowej,
  - pomiary ochrony przeciwporażeniowej w tym uziemień.
10. Do odbioru końcowego wykonanego obiektu należy przedłożyć:
  - projektową dokumentację powykonawczą w tym schemat jednokreskowy układów połączeń,
  - dokumentację geodezyjną, powykonawczą,
  - protokoły z dokonanych pomiarów,
  - atesty i certyfikaty zabudowanych materiałów.

11. Tereny zielone i utwardzone, po wykonaniu obiektu, należy przywrócić do stanu pierwotnego.
12. W przypadku wystąpienia okoliczności nie przewidzianych w projekcie należy powiadomić autorskie biuro projektów i Inwestora.

## OBLICZENIA

### Dobór kabla i zabezpieczeń

#### Dobór ze względu na obciążalność prądową długotrwałą

Zastosowane wartości:

- $P_{\max}$  - maksymalna moc ciągła oprawy: 57W
- $P$  - maksymalna moc zainstalowana w obwodach: 399W, 399W i 399W
- $P_{\Sigma}$  - maksymalna moc zainstalowana dla wszystkich opraw: 1197W
- $I_{\max}$  - maksymalny prąd ciągły oprawy
- $\cos\varphi$  - współczynnik mocy: 0,95
- $I_r$  - prąd rozruchu oprawy / wszystkich opraw [A]
- $I_z$  - obciążalność długotrwała kabla [A]
- $I_{bn}$  - prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej [A]
- $I_2$  - prąd zadziałania zabezpieczenia [A],  $I_2 = 1,75 \cdot I_{bn}$
- $U_n$  - znamionowe napięcie sieci: 0,23kV
- $k_2$  - współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w określonym czasie

$$I_{\max} = \frac{P_{\max}}{U_n \cdot \cos\varphi}, \quad I_r = 1,6 \cdot I_{\max}$$

	Jedna oprawa	Obwód 1	Obwód 2	Obwód 3	Wszystkie oprawy
Prąd $I_{\max}$ [A]	0,233	1,83	1,83	1,83	5,49
Prąd $I_r$ [A]	0,374	2,92	2,92	2,92	8,77

#### Dobór kabla dla pojedynczej oprawy

W/g danych katalogowych obciążalność długotrwała dla kabla typu YKY 2x2,5mm<sup>2</sup> 0,6/1kV ułożonego w powietrzu wynosi  $I_z=24A$ .

$$I_{\max} \leq I_z$$

$$I_{\max} = 0,233A < I_z = 24A$$

warunek jest spełniony

#### Obliczenia zabezpieczenia pojedynczej oprawy

Dobrano wkładkę typu Bi 2A, dla której  $k_2 = 4,5$  (dla wkładki BiWtz DII typu gL)

$$I_n \leq I_{bn} \leq I_z, \text{ stąd } 0,26A \leq 2A \leq 24A$$

warunek jest spełniony

$$I_2 < k_2 \cdot I_z, \text{ stąd } 3,5A < 108A$$

warunek jest spełniony

#### Dobór kabla dla wszystkich opraw

Dobrano przewód izolowany typu AsXSn 4x25mm<sup>2</sup> 0.6/1kV.

Z danych katalogowych dla kabla ułożonego w powietrzu obciążalność długotrwałą wynosi  $I_z=112A$ .

$$I_n \leq I_z, \text{ stąd } I_n = 1,83A < 5,49A < I_z = 112A$$

warunek jest spełniony

#### Obliczenia zabezpieczenia dla wszystkich opraw

Dla każdego obwodu dobrano wkładki bezpiecznikowe D01 gG o prądzie 6A,  $k_2 = 4,2$  ( $I_{\max}$  dla  $t=5s$ )

$$I_n \leq I_{bn} \leq I_z, \text{ stąd: } 1,83A < 6A < 112A$$

warunek jest spełniony

$$I_2 < k_2 \cdot I_z, \text{ stąd } 10,5A < 470,4A$$

warunek jest spełniony

### Sprawdzenie selektywności zabezpieczeń

$$I_{bn1} \geq 1,6 \cdot I_{bn2}, \text{ stąd } 6A > 3,2A$$

warunek jest spełniony

### **Dobór ze względu na dopuszczalny spadek napięcia**

Dopuszczalny spadek napięcia nie powinien przekraczać 5% dla obwodów oświetleniowych.

Spadek napięcia na odcinku projektowanej linii oświetleniowej wynosi:

$$\frac{\Delta U}{U_n} = \sum \frac{I_n}{U_n} \cdot Z \cdot 100\% = \sum \frac{I_n}{U_n} \cdot \sqrt{R_i^2 + X_i^2} \cdot 100\%$$

$$R_i = R_0 \cdot l_i [\Omega/\text{km}], \quad X_i = X_0 \cdot l_i [\Omega/\text{km}]$$

gdzie:  $\Delta U$  - względny spadek napięcia [V],

$R_0$  - rezystancja jednostkowa linii: 1,2  $\Omega/\text{km}$

$X_0$  - reaktancja jednostkowa linii: 0,09  $\Omega/\text{km}$

$R_i$  - rezystancja odcinka linii [ $\Omega$ ]

$X_i$  - reaktancja odcinka linii [ $\Omega$ ]

$l_i$  - długość odcinka linii [m]

$I_{ni}$  - prąd znamionowy, płynący w odcinku linii [A]

$\Delta U_i$  - jednostkowy spadek napięcia w odcinku linii [%]

W poniższe tabeli zestawiono dane do obliczeń i wyniki dla metody odcinkowej.

Nr słupa	Nr słupa	Obwód	a [m]	$R_i [\Omega]$	$X_i [\Omega]$	$Z_i [\Omega]$	$I_{ni} [A]$	$U_n [V]$	$\Delta U_i/U_n [\%]$
1(22)	2(21)	1	49	0,059	0,004	0,059	1,82	230	0,047
2(21)	3(20)	2	36	0,043	0,003	0,043	1,82	230	0,034
3(20)	4(19)	3	48	0,058	0,004	0,058	1,56	230	0,039
4(19)	5(18)	1	45	0,054	0,004	0,054	1,56	230	0,037
5(18)	6(17)	2	45	0,054	0,004	0,054	1,56	230	0,037
6(17)	7(16)	3	46	0,055	0,004	0,055	1,3	230	0,031
7(16)	8(15)	1	45	0,054	0,004	0,054	1,3	230	0,031
8(15)	9(14)	2	44	0,053	0,004	0,053	1,3	230	0,030
9(14)	10(13)	3	45	0,054	0,004	0,054	1,04	230	0,024
10(13)	11(12)	1	42	0,050	0,004	0,051	1,04	230	0,023
11(12)	12(11)	2	43	0,052	0,004	0,052	1,04	230	0,023
12(11)	13(10)	3	46	0,055	0,004	0,055	0,78	230	0,019
13(10)	14(9)	1	42	0,050	0,004	0,051	0,78	230	0,017
14(9)	15(8)	2	45	0,054	0,004	0,054	0,78	230	0,018
15(8)	16(7)	3	45	0,054	0,004	0,054	0,52	230	0,012
16(7)	17(6)	1	45	0,054	0,004	0,054	0,52	230	0,012
17(6)	18(5)	2	33	0,040	0,003	0,040	0,52	230	0,009
18(5)	19(4)	3	41	0,049	0,004	0,049	0,26	230	0,006
19(4)	20(3)	1	44	0,053	0,004	0,053	0,26	230	0,006
20(3)	21(2)	2	37	0,044	0,003	0,045	0,26	230	0,005
RAZEM obwód 1									0,17% < 5%
RAZEM obwód 2									0,16% < 5%
RAZEM obwód 3									0,13% < 5%

Warunek jest spełniony.

## Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej

Zastosowane wzory i wartości:

$$Z_S \cdot I_a \leq U_o, \quad I_a = k \cdot I_{nb}, \quad Z_S = \sqrt{(\sum R)^2 + (\sum X)^2}, \quad I_{K1f} = \frac{0,95 \cdot U_o}{Z_S}$$

gdzie:  $U_o$  - wartość skuteczna fazowego napięcia znamionowego 230 [V],  
 $Z_S$  - impedancja pętli zwarciaowej,  
 $I_a$  - prąd powodujący samoczynne zadziałanie wkładki przy  $U_o$  (dla  $t=5s$ ),  
 $\sum R, \sum X$  - suma rezystancji i reaktancji obwodu,  
 $I_{nb}$  - wartość znamionowa wkładki: 6A,  
 $k$  - krotność prądu znamionowego powodująca zadziałanie wkładki: 4,2 dla wkładki D01 gG,  
 $I_{K1f}$  - prąd zwarcia [A],  
 $\epsilon_N$  - przekładnia napięciowa: 37,5.

Parametry linii zasilających [długość  $l$ , przekrój  $s$ , indukcyjność  $X_0$ , rezystancja  $R_0$ ]:

L.n. o parametrach: 0,874km, 25mm<sup>2</sup>, 0,09  $\Omega$ /km, 1,2  $\Omega$ /km

Impedancja systemu dla danych:  $S_Z$  przyjęto 200MVA,  $U_N=15V$

$$Z_Q = \frac{1,1}{S_Z} \cdot \frac{U_N^2}{g_N^2} [\Omega] = 0,88\Omega, \quad Z_Q \cong X_Q$$

Reaktancja i rezystancja transformatora dla danych:

$S_N=100kVA$ ,  $U_{GN}=15000V$ ,  $U_{DN}=400V$ ,  $u_{Z\%}=4,5\%$ ,  $\Delta P_{Cu}=1500W$

$$R_T = \Delta P_{Cu} \cdot \frac{U_{GN}^2}{S_N^2} \cdot \frac{1}{g_N^2} [\Omega], \quad Z_T = \frac{u_{Z\%}}{100} \cdot \frac{U_{GN}^2}{S_N} \cdot \frac{1}{g_N^2} [\Omega], \quad X_T = \sqrt{Z_T^2 - R_T^2} [\Omega]$$

Parametry linii zasilającej

$$X_L = \sum X_0 \cdot l [\Omega], \quad R_L = \sum R_0 \cdot l [\Omega]$$

Zestawienie wyników obliczeń:

$X_Q$ [ $\Omega$ ]	$R_T$ [ $\Omega$ ]	$Z_T$ [ $\Omega$ ]	$X_T$ [ $\Omega$ ]	$R_L$ [ $\Omega$ ]	$X_L$ [ $\Omega$ ]	$Z_S$ [ $\Omega$ ]	$I_a$ [ $\Omega$ ]	$Z_S \cdot I_a < U_o$	$I_{K1f}$ [A]	$I_{K1f}/I_{nb} > 2,5$
0,88	0,024	0,072	0,068	1,094	0,082	1,520	25,2	38,31 < 230	143,7	23,96 > 2,5

warunek jest spełniony

## Sprawdzenie wytrzymałości słupów

Założenia:

- strefa wiatrowa WII,
- strefa sadowa SII.

## Zestawienie elementów

Zestawienie elementów projektowanej linii.

Nr	Słup		Przęsło	Typ linii projektowanej
	Typ	Funkcja	a [m]	
1(22)	E12/10	K		AsXSn 4x25
2(21)	E12/4,3	P	49	AsXSn 4x25
3(20)	E10,5/4,3	P	36	AsXSn 4x25
4(19)	E10,5/4,3	P	48	AsXSn 4x25
5(18)	E10,5/4,3	P	45	AsXSn 4x25
6(17)	E10,5/4,3	P	45	AsXSn 4x25
7(16)	E10,5/4,3	P	46	AsXSn 4x25
8(15)	E12/6	N	45	AsXSn 4x25

Nr	Słup		Przęsło a [m]	Typ linii projektowanej
	Typ	Funkcja		
9(14)	E12/6	N	44	AsXSn 4x25
10(13)	E10,5/10	O	45	AsXSn 4x25
11(12)	E12/10	N	42	AsXSn 4x25
12(11)	E12/6	N	43	AsXSn 4x25
13(10)	E12/6	N	46	AsXSn 4x25
14(9)	E10,5/4,3	P	42	AsXSn 4x25
15(8)	E10,5/4,3	P	45	AsXSn 4x25
16(7)	E10,5/10	O	45	AsXSn 4x25
17(6)	E12/6	N	45	AsXSn 4x25
18(5)	E12/6	N	33	AsXSn 4x25
19(4)	E10,5/6	N	41	AsXSn 4x25
20(3)	E10,5/4,3	P	44	AsXSn 4x25
21(2)	E10,5/10	P	37	AsXSn 4x25

Oznaczenia: E – wirowany, pojedynczy  
K – krańcowy  
P - przelotowy  
N – narożny  
a - długość przęsła [m]

### Obciążenie słupa

Obciążenie słupów

- $N_p$  - naciąg przewodów linii głównej / odgałęźnej [daN],
- $N_{PW}$  - naciąg przewodów wypadkowy [daN],
- $P_s$  - obciążenie wiatrem słupa [daN]
- $P_p$  - obciążenie wiatrem przewodów linii [daN]  
AsXSn 4x25: 0,9824 daN/m
- $S_p$  - obciążenie sadią przewodów linii [daN]: AsXSn 4x25: 1,6981 daN/m
- $P_u$  - obciążenie słupa [daN]
- $P_{ud}$  - obciążenie dopuszczalne słupa [daN]
- $P_r$  - wartości składowej wypadkowej naciągu podstawowego przewodów przyłączy, prostopadłej do kierunku linii [daN],
- $P_o$  - obciążenie wiatrem oprawy [daN],

Zestawienie danych do obliczeń i wyników obliczeń

Nr słupa	$P_s$ [daN]	$P_p$ [daN]	$S_p$ [daN]	$N_p$ [daN]	$P_r$ [daN]	$N_{PW}$ [daN]	$P_o$ [daN]	$P_u$ [daN]	$P_{ud}$ [daN]	$P_{ud} \geq P_u$
1(22)	46	51,08	88,30	368	0	368	22	567,34	1 000	TAK
2(21)	46	37,33	64,53	368	0	0	22	164,50	430	TAK
3(20)	46	44,21	76,41	368	0	0	22	196,66	430	TAK
4(19)	46	44,21	76,41	368	0	0	22	188,62	430	TAK
5(18)	46	44,21	76,41	368	0	0	22	188,62	430	TAK
6(17)	46	44,21	76,41	368	0	0	22	191,30	430	TAK
7(16)	46	44,21	76,41	368	0	0	22	188,62	430	TAK
8(15)	46	43,23	74,72	368	0	70,60	22	256,54	600	TAK
9(14)	46	44,21	76,41	368	0	65,20	22	253,82	600	TAK
10(13)	46	42,24	73,02	368	0	368	22	548,58	1 000	TAK
11(12)	46	44,21	76,41	368	0	293,5	22	476,76	1 000	TAK
12(11)	46	42,24	73,02	368	0	127,8	22	319,10	600	TAK



Nr słupa	P <sub>s</sub> [daN]	P <sub>p</sub> [daN]	S <sub>p</sub> [daN]	N <sub>p</sub> [daN]	P <sub>r</sub> [daN]	N <sub>pw</sub> [daN]	P <sub>o</sub> [daN]	P <sub>u</sub> [daN]	P <sub>ud</sub> [daN]	P <sub>ud</sub> ≥ P <sub>u</sub>
13(10)	46	43,23	74,72	368	0	96,1	22	<b>276,68</b>	<b>600</b>	<b>TAK</b>
14(9)	46	44,21	76,41	368	0	0	22	<b>188,62</b>	<b>430</b>	<b>TAK</b>
15(8)	46	43,23	74,72	368	0	0	22	<b>188,62</b>	<b>430</b>	<b>TAK</b>
16(7)	46	44,21	76,41	368	0	368	22	<b>556,62</b>	<b>1 000</b>	<b>TAK</b>
17(6)	46	31,44	54,34	368	0	102,4	22	<b>258,86</b>	<b>600</b>	<b>TAK</b>
18(5)	46	39,30	67,92	368	0	159,3	22	<b>337,20</b>	<b>600</b>	<b>TAK</b>
19(4)	46	44,21	76,41	368	0	64,2	22	<b>250,14</b>	<b>600</b>	<b>TAK</b>
20(3)	46	37,33	64,53	368	0	0	22	<b>167,18</b>	<b>430</b>	<b>TAK</b>
21 (2)	46	43,23	74,72	368	0	57,8	22	<b>535,18</b>	<b>1000</b>	<b>TAK</b>

### Obliczenia zwisów

Zastosowane wzory:

$$h_M = h_p - 4f \left( a + \frac{a \cdot b}{4f} - x \right) \frac{x}{a^2}, \quad h = h_M + \Delta h$$

$h_M$  - wysokość przewodu względem rzędnej słupa [m]

$h_p$  - wysokość zawieszenia przewodu

$f$  - zwis maksymalny, na podstawie tabel przyjęto 1,5m

$a$  - rozpiętość przęsła [m]

$b$  - różnica wysokości słupów w miejscu obliczania  $h$  [m]

$x$  - odległość od punktu zawieszenia [m], przyjęto połowę przęsła

$\Delta h$  - różnica wysokości słupów z uwzględnieniem rzędnych [m]

$h$  - odległość przewodu od ziemi [m]

$h_{min}$  - najmniejszą odległość przewodów od ziemi przyjęto: 5m oraz 6m nad drogami

Nr słupa 1	Nr słupa 2	$h_{g1}$ [m]	$h_{g2}$ [m]	$h_p$ [m]	$a$ [m]	$b$ [m]	$x$ [m]	$h_M$ [m]	$\Delta h$ [m]	$h$ [m]	$h > h_{min}$
1(22)	2(21)	321	318	9,3	52	3	24,5	6,30	0,00	<b>6,30</b>	<b>TAK</b>
2(21)	3(20)	318	315	9,3	38	3	18	6,30	0,00	<b>6,30</b>	<b>TAK</b>
3(20)	4(19)	315	314	7,9	45	1	24	5,90	1,40	<b>7,30</b>	<b>TAK</b>
4(19)	5(18)	314	313	7,9	45	1	22,5	5,90	0,00	<b>5,90</b>	<b>TAK</b>
5(18)	6(17)	313	312	7,9	45	1	22,5	5,90	0,00	<b>5,90</b>	<b>TAK</b>
6(17)	7(16)	312	310	7,9	45	2	23	5,40	0,00	<b>5,40</b>	<b>TAK</b>
7(16)	8(15)	310	310	7,9	45	0	22,5	6,40	1,40	<b>7,80</b>	<b>TAK</b>
8(15)	9(14)	310	311	9,3	44	1	22	7,30	0,00	<b>7,30</b>	<b>TAK</b>
9(14)	10(13)	311	311	9,3	45	0	22,5	7,80	0,00	<b>7,80</b>	<b>TAK</b>
10(13)	11(12)	311	306	7,9	43	6	21	3,90	1,40	<b>5,30</b>	<b>TAK</b>
11(12)	12(11)	306	304	9,3	45	1	21,5	6,80	0,00	<b>6,80</b>	<b>TAK</b>
12(11)	13(10)	304	303	9,3	43	1	23	7,30	0,00	<b>7,30</b>	<b>TAK</b>
13(10)	14(9)	303	302	9,3	44	1	21	7,30	0,00	<b>7,30</b>	<b>TAK</b>
14(9)	15(8)	302	301	7,9	45	1	22,5	5,90	1,40	<b>7,30</b>	<b>TAK</b>
15(8)	16(7)	301	300	7,9	44	1	22,5	5,90	0,00	<b>5,90</b>	<b>TAK</b>
16(7)	17(6)	300	298	7,9	45	2	22,5	5,40	1,40	<b>6,80</b>	<b>TAK</b>
17(6)	18(5)	298	301	9,3	32	3	16,5	6,30	0,00	<b>6,30</b>	<b>TAK</b>
18(5)	19(4)	301	298	9,3	40	3	20,5	6,30	0,00	<b>6,30</b>	<b>TAK</b>
19(4)	20(3)	298	297	7,9	45	1	22	5,90	1,40	<b>7,30</b>	<b>TAK</b>
20(3)	21 (2)	297	297	7,9	38	0	18,5	6,40	0,00	<b>6,40</b>	<b>TAK</b>

## ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH MATERIAŁÓW

L.p.	Wyszczególnienie	Jedn.	Ilość
<b>SZAFKA OŚWIETLENIOWA</b>			
1.	Sterownik oświetlenia GPS	szt.	1
2.	Rozłącznik bezpiecznikowy 3-fazowy, instalacyjny (na szynę DIN), 63A, wkładki DII gL 6A	kpl.	1
3.	Obudowa izolacyjna, termoutwardzalna, [wys. x szer. x gł.]: 600x400x245[mm]	szt.	1
4.	Wyłącznik instalacyjny B2A	szt.	1
5.	Gniazdo serwisowe 10A/230V	szt.	1
6.	Przełącznik 3-położeniowy, 1-rzędowy, modułowy, min. 10A I-0-II, 10A	szt.	1
7.	Stycznik mocy 3Z, 230/400VAC, 40A	szt.	1
8.	Ogranicznik przepięć klasy II $U_c=280V$ , $I_n 8/20\mu s/I_{max 8/20\mu s}=5/25kA$ - do szafki oświetleniowej	kpl.	1
9.	Listwa zaciskowa – złączka przelotowa 35mm <sup>2</sup> szara	szt.	8
10.	Rura osłonowa DN 50, kielichowa, grubość ścianki min. 3,2mm, materiał: twardy polietylen [HDPE] w kolorze czarnym, odporny na działanie promieni UV	m	9
11.	Kolano do rury osłonowej DN 50	szt.	2
12.	Uchwyt kablowy bez odsadzenia na słup wirowany	szt.	12
13.	Czarna rura karbowana DN50, 750N, odporna na promieniowanie UV	m	2
14.	Termokurczliwy wąż grubościenny 80x35mm, grubość ścianki 2,5mm	m	0,4
15.	Obudowa do aparatury modułowej – rozmiar wg potrzeb	szt.	5
16.	Kabel YAKXS 4x35 mm <sup>2</sup> 0,6/1[kV]	m	7
<b>LINIA NAPOWIETRZNA nn-0,4kV</b>			
17.	Żerdź wirowana typu E-12/10, zwód pionowy uziemiający	szt.	1
18.	Żerdź wirowana typu E-12/6, zwód pionowy uziemiający	szt.	1
19.	Żerdź wirowana typu E-10,5/10, zwód pionowy uziemiający	szt.	1
20.	Żerdź wirowana typu E-12/10	szt.	1
21.	Żerdź wirowana typu E-12/6	szt.	4
22.	Żerdź wirowana typu E-10,5/10	szt.	2
23.	Żerdź wirowana typu E-10,5/6	szt.	2
24.	Żerdź wirowana typu E-10,5/4,3	szt.	8
25.	Żerdź wirowana typu E-12/4,3	szt.	1
26.	Fundament: ustój U2b	kpl.	12
27.	Fundament: ustój U1	kpl.	9
28.	Osłona wierzchołka słupa	szt.	21
29.	Uchwyt izolowany przelotowy 4x16-70	szt.	17
30.	Uchwyt izolowany końcowy 4x16-35	szt.	6
31.	Hak wieszakowy dla żerdzi wirowanej	kpl.	22
32.	Taśma stalowa 20mm – zgodnie z zapotrzebowaniem		
33.	Przewód AsXS 4x25 mm <sup>2</sup> 0,6/1[kV]	m	874
34.	Ogranicznik przepięć $U_c=280V$ , $I_n 8/20\mu s/I_{max 8/20\mu s}=5kA/25kA$ (10kA/40kA)	szt.	12
35.	Zacisk odgałęźny, izolowany, przebijający izolację do ogranicznika przepięć	szt.	12
36.	Złącze kontrolne, czterootworowe, ocynkowane	szt.	3
37.	Bednarka FeZn 25x40	m	21
38.	Kompletny uziom pionowy (DN 16mm, 3m)	kpl.	9
39.	Oznacznik kablowy	szt.	4
<b>OPRAWY OŚWIETLENIOWE</b>			
1.	Oprawa drogowa LED, moc do 57W, II klasa ochronności, regulacja kąta nachylenia	szt.	21
2.	Wysięgnik z rury stalowej OC, DN 48mm, wys. 1m, wysięg 1m/2m i kąt gięcia 0°	szt.	21
3.	Uchwyt wysięgnika dla słupów wirowanych (2 szt./kpl.)	kpl.	21
4.	Przewód YKY 2x2,5mm <sup>2</sup> 0,6/1kV	m	84
5.	Zacisk odgałęźny, izolowany, przebijający izolację	szt.	21
6.	Złącze izolowane, wyposażone w gniazdo bezpiecznikowe z wkładkami 2A	kpl.	21

Powyższe zestawienie nie zawiera elementów budowy przyłącza nn-0,4kV. Budowa przyłącza leży w zakresie PGE.

# PROJEKT BUDOWLANY

## INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA

Inwestor:

Gmina Strzyżów  
ul. Przecławczyka 5  
38-100 Strzyżów

Zakres opracowania:

**Rozbudowa napowietrznej linii elektroenergetycznej do 1kV  
na potrzeby oświetlenia drogowego  
w m. Bonarówka zlokalizowanej przy drodze powiatowej**

Kategoria obiektu:

Kategoria XXVI - sieci

Rodzaj obiektu:

Linia napowietrzna nn-0,4kV

Lokalizacja obiektu:

Bonarówka, droga powiatowa nr 1933R relacji: Wysoka Strzyżowska-Bonarówka-Żywnów  
powiat: strzyżowski, gmina: Strzyżów, jednostka rejestrowa: 181904\_5, obręb: 0006  
BONARÓWKA, nr działek: 96, 241,111, 255, 256, 257, 275, 272, 274, 328, 327, 326/1,  
318, 323, 324

Branża:

elektryczna

Opracował

**mgr inż. Andrzej Paciorek**  
Adres zamieszkania:  
ul. Skowronków 14/6, 85-446 Bydgoszcz

Data:

20 października 2018r.

Podpis:

Projektował

**inż. Ignacy Skonieczny**  
Adres zamieszkania:  
ul. Zajączka 4/48, 85-809 Bydgoszcz

Data:

20 października 2018r.

Podpis:

Zakres prac przewidzianych do realizacji: budowa napowietrznej linii elektroenergetycznej do 1kV na potrzeby oświetlenia drogowego w miejscowości Bonarówka, gmina Strzyżów.

Kolejność robót:

- przygotowanie placu budowy,
- roboty związane ze stawianiem słupów linii napowietrznej,
- roboty związane z układaniem uziomów,
- roboty związane z podwieszaniem linii nn-0,4kV,
- roboty związane z montażem opraw,
- roboty związane z montażem obudów elektrycznych na słupie,
- roboty wykończeniowe.

Obiekty budowlane występujące w obrębie w/w inwestycji:

- zabudowa siedliskowa,
- tereny dróg powiatowych.

Elementy zagospodarowania działki lub terenu mogące stworzyć zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi:

- istniejące linie napowietrzne i kablowe nn-0,4kV będące pod napięciem,
- niezainwentaryzowane sieci i urządzenia podziemne,
- ruch pojazdów mechanicznych po drodze powiatowej.

W obszarze objętym projektowaniem, przy wykonywaniu robót ziemnych oraz prac elektromontażowych należy uwzględnić następujące czynniki mające wpływ na bezpieczeństwo i ochronę zdrowia:

- zagrożenie wypadku podczas montażu ciężkich elementów prefabrykowanych (montaż i stawianie słupów energetycznych),
- porażenie prądem elektrycznym podczas wykonywania prac montażowych prowadzonych przy włączonym napięciu sieci energetycznej,
- ryzyko upadku z wysokości ponad 5m (stawianie i uzbrajanie słupów, podwieszanie przewodu izolowanego na słupach, montaż opraw),
- zagrożenie potrącenia przez pojazdy mechaniczne,
- zagrożenie przy wykonywaniu wykopów pod słupy (obsunięcie się ziemi z braku zabezpieczenia ścian),
- potrącenie pracownika lub osoby postronnej łyżką koparki (brak wygradzenia strefy niebezpiecznej),
- ryzyko wypadku podczas zagęszczania gruntu,
- ryzyko wpadnięcia do źle zabezpieczonego wykopu (brak ogrodzenia),
- zagrożenie przy wykonywaniu prac montażowych sprzętem zmechanizowanym,
- ryzyko wypadku podczas zagęszczania gruntu,
- zagrożenie wypadkiem podczas rozciągania kabla z bębna,
- zagrożenie związane z właściwościami fizycznymi materiałów (ostre krawędzie, śliskie powierzchnie),
- przy obsłudze elektronarzędzi.

Prace montażowe należy wykonywać przy użyciu odpowiedniego sprzętu ręcznego i zmechanizowanego, posiadającego wymagane certyfikaty. Do stawiania i uzbrajania słupów linii napowietrznej stosować dźwig i koparkę natomiast do układania odcinków linii napowietrznej na słupach podnośnik koszowy.

W trakcie prowadzenia prac ziemnych należy zwrócić szczególną uwagę przy wykonywaniu wykopów o głębokości powyżej 1 m a teren należy odpowiednio wygrodzić zgodnie z Rozporządzeniem MBiPMB z dnia 28 marca 1972 w sprawie „Bezpieczeństwa i higieny pracy przy wykonywaniu robót budowlanych, montażowych i rozbiórkowych” wraz z późniejszymi zmianami. Wykopy nieoszalowane o pochyleniu ścian mniejszym niż 45 stopni mogą być wykonywane tylko do głębokości 1 m.

Wszyscy pracownicy wykonujący prace powinni posiadać odpowiednie uprawnienia.

W miejscu pracy należy zaznaczyć wszystkich zatrudnionych w zespole pracowników ze sposobem przygotowania miejsca pracy, występujących zagrożeniach w miejscu pracy i bezpośrednim sąsiedztwie innych elementów oraz wskazać warunki i metody bezpiecznego wykonania powierzonych zadań. Przeprowadzony instruktarz odnotować w książce instruktarzy i potwierdzić podpisami wszystkich szkolonych pracowników, biorących udział w realizacji robót. Nieprzestrzeganie przepisów BHP na placu budowy prowadzi do powstania bezpośrednich zagrożeń dla życia lub zdrowia pracowników.

Bezpośredni nadzór nad bezpieczeństwem i higieną pracy sprawują kierownik budowy oraz mistrz budowlany.

Osoba kierująca robotami jest zobowiązana:

- zapewnić poprawną organizację pracy,
- organizować stanowiska pracy,
- dbać o sprawność środków ochrony indywidualnej.

W razie stwierdzenia bezpośredniego zagrożenia zdrowia lub życia pracownika osoba kierująca obowiązana jest do niezwłocznego wstrzymania prac i podjęcia działań w celu usunięcia tego zagrożenia.

Pracownicy zatrudnieni na budowie powinni być wyposażeni w środki ochrony indywidualnej oraz odzież i obuwie robocze.

W zakresie zagospodarowania placu budowy należy przed rozpoczęciem robót budowlanych:

- ogrodzić teren budowy i wyznaczyć strefy niebezpieczne,
- zapewnić doprowadzenie energii elektrycznej,
- wydzielić pomieszczenia higieniczno-sanitarne i socjalne,
- wydzielić teren pod składowisko materiałów,
- zapewnić łączność telefoniczną.

Teren budowy powinien być wyposażony w sprzęt do gaszenia pożarów. Ilość i rozmieszczenie gaśnic przenośnych powinno być zgodne z wymaganiami przepisów ppoż.

W trakcie wykonywania prac stosować się do uwag i wymagań stawianych przez właścicieli i nadzorujących poszczególne sieci.

Całość prac wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Wszystkie podane powyżej czynniki mające wpływ na bezpieczeństwo i ochronę zdrowia, powodują obowiązek wykonania planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (plan bioz) przez Kierownika Budowy, przed rozpoczęciem budowy (art. 20 ust. 1 b ustawy z dnia 21 lipca 2001 r. o zmianie ustawy - Prawo Budowlane (Dz. U. Nr.129)). Szczegółowy zakres planu bioz powinien spełniać wymagania przedstawione w Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z dnia 6 lutego 2003 roku w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy podczas wykonywania robót budowlanych.

## INFORMACJE DOTYCZĄCE OBSZARU ODDZIAŁYWANIA OBIEKTU I ZAPEWNIENIU UZASADNIONYCH INTERESÓW OSÓB TRZECICH

(zgodnie z art.3 pkt.20 Ustawy Prawo Budowlane)

### Obszar oddziaływania obiektu budowlanego

Planowana budowa będzie stanowić element infrastruktury technicznej, zapewniającej zasilenie w energię elektryczną opraw oświetlenia drogowego. W obszarze oddziaływania planowanej inwestycji znajduje się droga powiatowa oraz działki prywatne. Na sąsiednich działkach znajduje się zabudowa siedliskowa. Obszar oddziaływania linii napowietrznej ograniczony jest do okręgu o średnicy 1m wokół każdego słupa wzdłuż trasy linii.

Zapotrzebowanie na wodę: nie występuje.

Odrowadzenie ścieków: nie występuje.

Wytwarzanie odpadów podczas eksploatacji obiektu budowlanego: nie występuje.

Wytwarzane odpady podczas budowy: nie występuje.

Oddziaływanie na drzewostan, powierzchnię ziemi, glebę, wody: nie występuje.

Obszar oddziaływania obiektu budowlanego znajduje się w obszarze realizacji inwestycji i nie wykracza poza działki nr 96, 241, 111, 255, 256, 257, 275, 272, 274, 328, 327, 326/1, 318, 323, 324.

### Poszanowanie, występujących w obszarze oddziaływania obiektu, uzasadnionych interesów osób trzecich

Realizacja przedmiotowej inwestycji nie powoduje ograniczenia dostępu do drogi publicznej, możliwości korzystania z wody, kanalizacji, energii elektrycznej i ciepłej oraz środków łączności przez osoby trzecie w obszarze oddziaływania obiektu budowlanego.

Przesłanianie: nie występuje.

Zacienianie: nie występuje.

Emisja zanieczyszczeń gazowych: nie występuje.

Emisja zanieczyszczeń akustycznych, emisja drgań, promieniowania jonizującego, pola elektromagnetycznego: nie występuje.

### Opinia geotechniczna

Zgodnie z wymogami Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. Poz. 463 w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych projektanci zaliczają projektowane obiekty budowlane do pierwszej kategorii geotechnicznej. Na opracowywanym terenie występują proste warunki gruntowe. Wszystkie prace fundamentowe muszą być prowadzone wg. zasad zgodnie z normą PN-B-06050:1999 „Geotechnika – Roboty zmienne – wymagania ogólne. Technologię oraz przebieg prac należy dopasować do montowanego fundamentu oraz warunków gruntowych.

### Podstawa prawna

Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2013 r. poz. 1409).

Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 69).

Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego.



## RYSUNKI

Rysunek 1. Projekt zagospodarowania terenu

Rysunek 2. Jednoliniowy schemat elektryczny

Rysunek 3. Schemat montażowy

Rysunek 4. Przykładowy widok elewacji szafki oświetleniowej

Rysunek 5. Diagram deniwelacji gruntu

Rysunek 6. Sylwetka słupa nr 1

Rysunek 7. Sylwetka słupa przelotowego

Rysunek 8. Sylwetka słupa krańcowego

Rysunek 9. Sylwetka słupa odporowego

Rysunek 10. Sylwetka słupa narożnego

Rysunek 11. Fundament typu U1

Rysunek 12. Fundament typu U2b

Rysunek 13. Sposób mocowania oprawy oświetleniowej na słupie

Rysunek 14. Sposób ułożenia uziomu wokół słupa