

CZĘŚĆ III

PROJEKT ARCHITEKTONICZNO WYKONAWCZY

CZĘŚĆ OPISOWA.

I. OPIS TECHNICZNY DO PROJEKTU WYKONAWCZEGO.

1. Podstawa opracowania.

Podstawą opracowania jest umowa zawarta pomiędzy Gminą Żabia Wola, ul. Główna 3, 96-321 Żabia Wola a Biurem Inżynierskim Marcin Płużyński ul. Laskowa 5, 05-600 Grójec.

Ponadto podstawę opracowania stanowiły:

- Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane Dz. U. 1994 nr 89 poz. 414, tekst jednolity z 9 lutego 2016 r. Dz. U. 2016 poz. 290 z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy projektu budowlanego Dz. U. 2012 poz. 462 z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 2 marca 1999 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogi publiczne i ich usytuowanie Dz. U. 1999 nr 43 poz. 430, tekst jednolity z dnia 23 grudnia 2015 r. Dz. U. 2016 poz. 124 z późniejszymi zmianami.
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Dz. U. 2002 nr 75 poz. 690, tekst jednolity z 17 lipca 2015 r. Dz. U. 2015 nr 0 poz. 1422 z późniejszymi zmianami.
- Norma N-SEP-E-001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa.
- Norma N-SEP-E-002 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Instalacje elektryczne w obiektach mieszkalnych. Podstawy planowania.
- Norma N-SEP-E-003 Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa. Linie prądu przemiennego z przewodami pełnoizolowanymi oraz niepełnoizolowanymi.
- Norma N-SEP-E-003 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- Wieloarkuszowa Norma PN-HD 60364 Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych.
- Wieloarkuszowa Norma PN-EN 62305 Ochrona odgromowa obiektów budowlanych.
- Norma PN-E-05100-1 Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa.
- Katalogi techniczne producentów osprzętu elektroenergetycznego.
- Warunki przyłączenia nr 17-E2/WP/02361 do sieci dystrybucyjnej o napięciu znamionowym 0,4kV z dn. 16.10.2017 r. wydane przez PGE Dystrybucja S. A. Rejon Energetyczny Żyrardów.
- Warunki przyłączenia nr 17-E2/WP/02362 do sieci dystrybucyjnej o napięciu znamionowym 0,4kV z dn. 17.10.2017 r. wydane przez PGE Dystrybucja S. A. Rejon Energetyczny Żyrardów.
- Warunki przyłączenia nr 2434/RE02/2016 do sieci dystrybucyjnej o napięciu znamionowym 0,4kV z dn. 17.03.2016 r. wydane przez PGE Dystrybucja S. A. Rejon Energetyczny Żyrardów.
- Inwentaryzacja istniejących urządzeń w terenie.
- Podkład geodezyjny w skali 1:500 zaktualizowany przez uprawnionego geodetę.

2. Przedmiot inwestycji.

Przedmiotem inwestycji jest budowa energooszczędnego oświetlenia ulicznego ul. Chełmońskiego i Długa w miejscowości Żelechów, Tarczyńska w miejscowości Ojrzanów, Ojrzanów Towarzystwo i ul. Kasztanowa w miejscowości Ojrzanów, Zaręby, gmina Żabia Wola.

3. Zakres opracowania.

Przedmiotem opracowania jest budowa linii napowietrznej niskiego napięcia 0,4 kV oświetlenia ulicznego ul. Chełmońskiego i Długa w miejscowości Żelechów, Tarczyńska w miejscowości Ojrzanów, Ojrzanów Towarzystwo i ul. Kasztanowa w miejscowości Ojrzanów, Zaręby, gmina Żabia Wola.

Zakres opracowania obejmuje:

- Budowa słupów typu E10,5 i ŻN-10.
 - Budowa sieci elektroenergetycznej, tj. budowa linii napowietrznej niskiego napięcia typu AsXSn 2x25 mm² na nowych konstrukcjach o długości 167 m.
 - Budowa sieci elektroenergetycznej, tj. budowa linii napowietrznej niskiego napięcia typu AsXSn 2x35 mm² na nowych konstrukcjach o długości 1454 m.
 - Demontaż istniejących opraw oświetleniowych – 3 szt.
 - Montaż opraw oświetleniowych typu LED na nowych i istniejących słupach - 59 szt.
 - ul. Chełmońskiego i ul. Długa 2 oprawy na nowych słupach i 5 istniejących opraw do wymiany na LED - łącznie 7 opraw,
 - ul. Tarczyńska 17 opraw na nowych słupach i 3 istniejące do wymiany na LED, 2 oprawy do demontażu - łącznie 20 opraw,
 - ul. Szkolna 4 oprawy na nowych słupach,
 - ul. Kasztanowa 20 nowych opraw, 8 istniejących do wymiany na LED i 1 do demontażu - łącznie 28 opraw.
 - Adaptacja układu sterowania SON.
- Lokalizacja urządzeń zgodnie z Rys. E1.

4. Lokalizacja inwestycji.

Przedmiotowa inwestycja zlokalizowana jest w województwie mazowieckim na terenie następujących jednostek administracji terenowej: Powiat grodziski, Gmina Żabia Wola.

5. Stan istniejący.

Ulica Chełmońskiego i Długa w miejscowości Żelechów, Tarczyńska w miejscowości Ojrzanów, Ojrzanów Towarzystwo, Kasztanowa w miejscowości Ojrzanów, Zaręby, Gmina Żabia Wola są drogami powiatowymi. Istniejąca infrastruktura znajdująca się w pasie drogowym: sieci teletechniczne, wodociągowe i gazowe, sieć energetyczna kablowa i napowietrzna. Zabudowa niska indywidualna, mieszkaniowa. Ulice w zakresie objętym projektem są częściowo oświetlone. Mając na uwadze polepszenie warunków bezpieczeństwa ruchu drogowego oraz bezpieczeństwa mieszkańców celowa jest budowa sieci elektroenergetycznej oświetlenia zewnętrznego oraz wymiana istniejących opraw sodowych na wysokowydajne oprawy typu LED.

6. Linia napowietrzna oświetlenia ulicznego.

Linia napowietrzna oświetlenia ulicznego projektowana jest wzdłuż ulicy Chełmońskiego i Długa w miejscowości Żelechów, Tarczyńska w miejscowości Ojrzanów, Ojrzanów Towarzystwo, Kasztanowa w miejscowości Ojrzanów, Zaręby po jednej stronie drogi. Zgodnie z warunkami przyłączenia do sieci dystrybucyjnej nr 17-E2/WP/02361 miejscem przyłączenia jest istniejący słup w linii napowietrznej niskiego napięcia ze stacji transformatorowej 15/4 kV 2-1122, miejsce dostarczania energii elektrycznej stanowiące jednocześnie miejsce rozgraniczenia własności sieci dystrybucyjnej PGE Dystrybucja S. A. i instalacji Podmiotu Przyłączanego: zaciski prądowe przewodów przyłącza na odejściu od linii zasilającej w kierunku instalacji odbiorcy. Projektuje się kabel z żyłami aluminiowymi o izolacji z polietylenu usieciowanego w powłoce polwinitowej o

przekroju min. $2 \times 25 \text{ mm}^2$ o łącznej długości 83 m, a z zapasami 87 m. Zasilanie oświetlenia zostanie wykonane ze słupa typu K-E10,5/6.

Zgodnie z warunkami przyłączenia do sieci dystrybucyjnej nr 17-E2/WP/02362 miejscem przyłączenia jest istniejący słup w linii napowietrznej niskiego napięcia ze stacji transformatorowej 15/4 kV 2-1659, miejsce dostarczania energii elektrycznej stanowiące jednocześnie miejsce rozgraniczenia własności sieci dystrybucyjnej PGE Dystrybucja S. A. i instalacji Podmiotu Przyłączanego: zaciski prądowe przewodów przyłącza na odejściu od linii zasilającej w kierunku instalacji odbiorcy. Projektuje się kabel z żyłami aluminiowymi o izolacji z polietylenu usieciowanego w powłoce polwinitowej o przekroju min. $2 \times 35 \text{ mm}^2$ o łącznej długości 1385m, a z zapasami 1454m. Zasilanie oświetlenia zostanie wykonane ze słupa typu „A-owy” ŻN-10.

Zgodnie z warunkami przyłączenia do sieci dystrybucyjnej nr 2434/RE02/2016 miejscem przyłączenia jest istniejący słup w linii napowietrznej niskiego napięcia ze stacji transformatorowej 15/4 kV 2-1114, miejsce dostarczania energii elektrycznej stanowiące jednocześnie miejsce rozgraniczenia własności sieci dystrybucyjnej PGE Dystrybucja S. A. i instalacji Podmiotu Przyłączanego: zaciski prądowe na słupie odejściowym w kierunku instalacji odbiorcy. Projektuje się kabel z żyłami aluminiowymi o izolacji z polietylenu usieciowanego w powłoce polwinitowej o przekroju min. $2 \times 25 \text{ mm}^2$ o łącznej długości 76m, a z zapasami 80m. Zasilanie oświetlenia zostanie wykonane ze słupa typu K-E10,5/6. Projektowaną linię wykonać przewodem typu AsXSn $2 \times 35 \text{ mm}^2$ o naciągu 37,5 MPa oraz AsXSn $2 \times 25 \text{ mm}^2$ o naciągu 42,5 MPa, zawieszonych na żerdziach typu E i ŻN. Usytuowanie słupów pokazano na rysunku E1. Należy stosować słupy nowe, bez wad fabrycznych, pęknięć i ubytków betonu osłabiającego zbrojenie, a koniec zakopany w ziemi zabezpieczyć lakierem asfaltowym. Ustój do słupów zastosować do gruntu kat. średniej – strefa klimatyczna nizinna. Stalowe elementy należy chronić przed korozją przez pokrycie lakierem asfaltowym.

Do ochrony linii oświetleniowej przed skutkami wyładowań atmosferycznych, na słupie krańcowym zastosować odgromniki 0,5/5 kA i wykonać dla nich uziemienie o rezystancji nie przekraczającej 10 Ω . Proponuje się zastosować pręty FeCu 16-20 mm, o długości min. 8m. wbite w ziemię i metalicznie płaskownikiem FeZn $4 \times 25 \text{ mm}$ między sobą połączone poprzez spawanie (długość spawu nie mniejsza niż dwukrotna szerokość płaskownika). Miejsce łączeń zabezpieczyć przed korozją poprzez pokrycie w ziemi lakierem asfaltowym, a w części nadziemnej – wazeliną bezkwasową. W instalacji uziemiającej zastosować zaciski probiercze pozwalające na wykonanie pomiarów uziemienia.

7. Projektowane słupy oświetlenia ulicznego.

W projektowanych lokalizacjach ustawić 17 sztuk nowych słupów oświetleniowych typu ŻN-10, 1 słup typu E10,5/6 i 10 typu E10,5/4,3, 9 typu E10,5/2,5 o wysokości 10 metrów oraz 1 słup E12/6 i 3 sztuki typu ŻN-12 o wysokości 12 metrów zgodnie z trasą uzgodnioną na posiedzeniu narady koordynacyjnej dotyczącej posadowienia projektowanych słupów w terenie. Jako źródło światła należy stosować lampy typu LED z czasową redukcją mocy, temperatura barwowa diod LED neutralna, o mocy 54 W - 2 szt., o mocy 37 W - 51 szt., o mocy 27 W - 4 szt., o mocy 55 W - 2 szt. **Oprawy instalować na wysokości 8,6m nad siecią przy pomocy wysięgników jednoramiennych.** Każdą oprawę należy zabezpieczyć odrębną wkładką bezpiecznikową o charakterystyce zwłocznej typu BiWts gG 2A, umieszczona w oprawie bezpiecznikowej do zabezpieczenia oprawy oświetleniowej. Oprawy dla linii napowietrznej należy przyłączyć do zacisków odgałęźnych przewodem o izolacji polwinitowej typu YDY $3 \times 2,5 \text{ mm}^2$ 750 V.

8. Pomiar energii elektrycznej i sterowanie.

Sterowanie i pomiar energii elektrycznej na pierwszym projektowanym odcinku (ul. Chełmońskiego) będzie odbywał się z istniejącego układu pomiarowo-rozliczeniowego – licznik elektroniczny do pomiaru bezpośredniego energii czynnej, 3-fazowy. Szafka pomiarowa SON na słupie linii niskiego napięcia zasilanej ze stacji transformatorowej 15/0,4 kV zasilająca sieć 2-1122. Skrzynkę sterowania oświetlenia ulicznego należy wyposażyć w aparaturę zgodnie ze schematem jednokreskowym. Moc przyłączeniowa 13 kW, Wartości zabezpieczeń 20 A należy zastosować zgodnie ze schematem.

Sterowanie i pomiar energii elektrycznej na drugim projektowanym odcinku (ul. Tarczyńska i ul. Kasztanowa) będzie odbywał się z istniejącego układu pomiarowo-rozliczeniowego – licznik elektroniczny do pomiaru bezpośredniego energii czynnej, 1-fazowy. Szafka pomiarowa SON na słupie linii niskiego napięcia zasilanej ze stacji transformatorowej 15/0,4 kV zasilająca sieć 2-1659 do wymiany na nową. Skrzynkę sterowania oświetlenia ulicznego należy wyposażyć w aparaturę zgodnie ze schematem jednokreskowym. Moc przyłączeniowa 5 kW, Wartości zabezpieczeń 25 A należy zastosować zgodnie ze schematem.

Sterowanie i pomiar energii elektrycznej na trzecim projektowanym odcinku (ul. Kasztanowa) będzie odbywał się z istniejącego układu pomiarowo-rozliczeniowego – licznik elektroniczny do pomiaru bezpośredniego energii czynnej, 1-fazowy. Szafka pomiarowa SON na słupie linii niskiego napięcia zasilanej ze stacji transformatorowej 15/0,4 kV zasilająca sieć 2-1114. Skrzynkę sterowania oświetlenia ulicznego należy wyposażyć w aparaturę zgodnie ze schematem jednokreskowym. Moc przyłączeniowa 2 kW, Wartości zabezpieczeń 16 A należy zastosować zgodnie ze schematem.

9. Oprawy oświetleniowe.

Ze względu na budowę energooszczędnego oświetlenia ulicznego dla ul. Chełmońskiego i Długa w miejscowości Żelechów, Tarczyńska w miejscowości Ojrzanów, Ojrzanów Towarzystwo, Kasztanowa w miejscowości Ojrzanów, Zaręby, przewidziano zastosowanie nowoczesnych, wysokowydajnych opraw z lampami diodowymi LED. Zastosowane oprawy oświetleniowe diodowe będą wyposażone w elektroniczne stateczniki z wbudowanym autonomicznym układem redukcji mocy, umożliwiającym ustawienie do 3 stopni redukcji, w godzinach nocnych, w celu uzyskania dodatkowych oszczędności w kosztach zużycia energii elektrycznej. Należy stosować oprawy o konstrukcji zamkniętej, stopniu zabezpieczenia przed wpływami zewnętrznymi, wykonane z materiałów nierdzewnych.

Ze względu na ruch pojazdów na drodze powiatowej i koszty związane z zamontowaniem czujniki ruchu nie będą zastosowane.

Projektowane oprawy wyposażone będą w regulator mocy oświetlenia w określonych godzinach nocnych. Oprawa musi być wyposażona w zintegrowany z układem zasilającym układ redukcji strumienia świetlnego o następujących cechach:

- układ redukcji musi umożliwiać nastawę max pięciu progów natężenia oświetlenia dla każdej doby w zakresie poziomu strumienia świetlnego jak i czasu,
- zastosowane oprawy diodowe będą redukowane w zależności od czasu świecenia.

Założono, że oprawy będą pracować:

- od zachodu słońca do godziny 24.00 - 100% mocy,
- od godziny 24.00 do godziny 5.00- 50% mocy,

- od godziny 5.00 do wschodu słońca 75% mocy.

Zastosowane do realizacji budowy systemu oświetlenia ulicznego proponowane w projekcie oprawy diodowe LED muszą spełniać szczegółowe wymagania w zakresie parametrów technicznych i użytkowych.

Parametry techniczno-użytkowe opraw oświetleniowych diodowych LED:

Do oświetlenia ulicy zastosowano oprawy typu LED o następujących parametrach:

- Materiał korpusu – powinien być wykonany z ciśnieniowego odlew aluminium stanowiącym jednocześnie radiator oprawy
- Oprawa bez klosza, diody LED zabezpieczone soczewkami
- Źródło światła - panel LED osłonięty płaską szybą ze szkła hartowanego o IK nie gorszym niż IK 08
- Stopień szczelności oprawy nie mniejszy niż IP 66
- Szczelność komory elektrycznej – IP66
- Montaż na wysięgniku o średnicy Ø42-60mm lub słupie o średnicy Ø60 lub Ø76mm, montaż na wysięgniku o średnicy Ø32mm przy zastosowaniu dodatkowej nakładki
- Oprawa przy montażu na wysięgniku umożliwia zmianę kąta nachylenia w zakresie od -10° do +5° lub przy montażu bezpośrednio na słupie od 0° do +10°
- Sprawność świetlna oprawy nie mniejsza niż 82%
- Każda dioda w panelu LED wyposażona w indywidualną soczewkę pozwalającą emitować światło równomiernie na całą oświetlaną przez oprawę powierzchnię. W przypadku przepalenia się którejś z diod zmieni się jedynie strumień świetlny, a nie rozsył światła
- Panel LED powinien umożliwiać jego wymianę bez wykonywania połączeń lutowanych
- Uchwyt montażowy wykonany z tego samego materiału, co korpus oprawy (ciśnieniowy odlew aluminium)
- Znamionowe napięcie pracy – 230V/50Hz
- Układ zasilający musi zabezpieczać źródło światła przed przepięciami o napięciu co najmniej 4kV (zalecane 10kV)
- Układ zasilający umożliwiający sterowanie sygnałem 1-10V (opcja DALI oraz 5-cio stopniowa redukcja mocy)
- Minimalny strumień świetlny źródeł – 2700lm
- Zakres temperatury barwowej źródeł światła – 3900-4300K biel 5700K ±10%
- Wskaźnik oddawania barw $Ra \geq 70$
- Utrzymanie strumienia świetlnego w czasie: 80% po 100 000h (zgodnie z IES LM-80-TM-21)
- Klasa ochronności elektrycznej: I lub II
- Budowa oprawy pozwala na szybką wymianę układu optycznego oraz modułu zasilającego
- Układ zasilający musi posiadać trwałość nie gorszą niż zasilany z niego panel LED
- Układ zasilający musi posiadać wbudowane zabezpieczenie termiczne redukujące moc lub wyłączające oprawę w przypadku jej przegrzania
- Układ zasilający musi mieć możliwość zaprogramowania stopniowej autonomicznej redukcji mocy
- Układ zasilający musi być wyposażony w funkcję utrzymania stałego strumienia świetlnego w czasie
- Temperatura barwowa- Co najmniej 60 000 h pracy do L80 przy $T_a = 25^{\circ}\text{C}$ (po upływie 60000 godzin świecenia strumień świetlny nie mniejszy niż 80% strumienia nominalnego oprawy)
- Różnica danych fotometrycznych proponowanej oprawy równoważnej nie powinna być większa niż $\pm 5\%$ w stosunku do podanych

Dane fotometryczne oprawy zamieszczone w programie komputerowym pozwalającym wykonać obliczenia parametrów oświetleniowych.

W przypadku zastosowania rozwiązań zamiennych należy dostarczyć źródłowe pliki obliczeniowe.

Wysięgniki montowane na słupach ŻN i E należy wykonać z ocynkowanej metodą ogniową rury, długość wysięgu 1,0 m. Do montowania wysięgników na słupy ŻN należy stosować ocynkowane uchwyty hakowe o długościach dostosowanych do szerokości słupa. Do montowania wysięgników na słupy wirowane typu E, należy zastosować konstrukcję mocującą wysięgnik na słup. Wysięgniki powinny posiadać zaciski PEN. Zacisk PEN wysięgnika połączyć przewodem typu AsXSn 1x25 mm² z przewodem PEN linii oświetleniowej.

10. Zalety zastosowania opraw oświetleniowych diodowych, wyposażonych w elektroniczne stateczniki z wbudowanym autonomicznym układem redukcji mocy.

System działa niezależnie i nie wymaga dodatkowego okablowania. Jest bardzo łatwy w instalacji i niezawodny: urządzenie programuje się samoczynnie co pozwala generować maksymalne oszczędności od momentu instalacji. Aktualizacja systemu odbywa się automatycznie i jest oparta na włączeniu i wyłączeniu urządzenia.

Zmniejszenie strumienia świetlnego odbywa się za pomocą automatycznego procesu samo-uczenia wykonywanego przez urządzenie. Na podstawie pierwszych trzech cykli wł./wył. urządzenie określa hipotetyczną wartość wirtualnej północy. Jest to wartość średnia w przedziale czasu od momentu włączenia (zachód słońca) do wyłączenia (wschód słońca) przez zegar astronomiczny. Wirtualna północ staje się punktem odniesienia dla redukcji emisji światła według określonego profilu.

Każda oprawa jest wyposażona w urządzenie, które reguluje moc pomiędzy dwoma poziomami (tryb High-Low) w oparciu o "wirtualną północ". Urządzenie jest wbudowane w oprawę co powoduje brak potrzeby instalacji dodatkowego okablowania.

Mikroprocesor oblicza wymagany czas przełączania na podstawie wartości wirtualnej północy. Urządzenie fabrycznie ustawione jest na 3 godziny przed (około 22:00) i 4 godziny po (około 05:00) wirtualnej północy. Regulacja strumienia świetlnego może być ponownie zaprogramowana nawet po zainstalowaniu urządzenia. Dzięki prostej sekwencji włączania i wyłączania, jest możliwość zaprogramowania urządzenia na specyficzne potrzeby pożądanego czasu przełączania i ściemniania opraw.

11. Ochrona od porażen prądem elektrycznym.

W sieci niskiego napięcia stosuje się ochronę przed dotykiem bezpośrednim (ochronę podstawową) oraz ochronę przed dotykiem pośrednim (ochronę dodatkową). Ochronę przed dotykiem bezpośrednim stanowi izolacja kabli, przewodów (stosować 750 V) oraz osłony i obudowy części czynnych urządzeń elektrycznych.

Układ sieci niskiego napięcia pracuje w układzie to TN-C. System TN-C polega na połączeniu części przewodzących dostępnych z uziemionym przewodem ochronno-neutralnym PEN. Punkt neutralny jest bezpośrednio uziemiony, części przewodzące dostępne należy połączyć z tym punktem (elementy rozdzielnic SON i metalowych konstrukcji wsporczych urządzeń elektrycznych, korpusy opraw oświetleniowych, wysięgniki stalowe). Zgodnie z normą PN-IEC-60364-4-41 jako środek dodatkowej ochrony przeciwporażeniowej zastosować samoczynne wyłączenia zasilania realizowane przez zabezpieczenia przetężeniowe dla urządzeń rozdzielczych i odbiorczych. Po wykonaniu instalacji należy wykonać, potwierdzone protokołarnie, pomiary skuteczności przyjętej ochrony od porażen.

Po wykonaniu instalacji należy sprawdzić przy pomocy pomiarów skuteczność działania ochrony przeciwporażeniowej. Poprawność nastaw zabezpieczeń nadprądowych realizujących ochronę przeciwporażeniową należy sprawdzić przed oddaniem instalacji do użytkowania. W przypadku przekroczenia wartości dopuszczalnych i nieskutecznej działającej ochrony, należy zastosować środki przewidziane przez w/w przepisy. Rezystancja uziemienia mniejsza lub równa 10 Ω .

13. Ochrona przeciwprzepięciowa.

Ochrona sieci rozdzielczej przed przepięciami – istniejąca – w stacji transformatorowej.

Ochrona instalacji odbiorczej – istniejąca – po stronie odbiorców – w tablicach głównych obiektów.

Warunkiem poprawnej pracy ograniczników przepięć w warunkach zakłóceń jest ich połączenie z uziemem o rezystancji $R_u \leq 10 \Omega$.

14. Uwagi końcowe.

Całość robót wykonać zgodnie z dokumentacją, pod stałym i fachowym nadzorem oraz zgodnie z normami oraz zasadami wiedzy technicznej przez osoby posiadające odpowiednie uprawnienia i kwalifikacje oraz przepisami PBUE. Do wykonania stosować materiały fabrycznie nowe posiadające atesty i znaki bezpieczeństwa. Przed oddaniem przyłącza do użytkowania należy wykonać pomiary elektryczne takie jak: pomiar rezystancji uziemienia szyny neutralno-ochronnej, pomiar ciągłości żył i rezystancji izolacji. Wyniki pomiarów należy potwierdzić protokołem. W przypadku stwierdzenia przekroczenia dopuszczalnej wartości rezystancji uziom należy rozbudować. Jeżeli uzgodnienia obwarowane są warunkiem wcześniejszego zawarcia stosownej umowy na czasowe zajęcie terenu (np. pas drogowy, pobocze drogi, chodnik, pas zieleni) należy zawrzeć stosowną umowę w siedzibie właściciela lub odpowiadającego zarządcy. Wszelkie prace w pobliżu istniejących sieci i urządzeń należy prowadzić pod nadzorem, jeżeli właściciel tego wymaga. Wykonawca winien stosować się do uwag zamieszczonych w pismach uzgadniających poszczególnych właścicieli lub zarządców nieruchomości.

II. OBLICZENIA TECHNICZNE.

1. Bilans mocy.

a) SON zasilany ze stacji transformatorowej Żelechów 3, 2-1122:

Obliczenia mocy zainstalowanej – bilans mocy.

Moc projektowanych opraw:

Moc oprawy – 54 W

Liczba opraw oświetleniowych projektowanych na obwodzie:

Ilość opraw – 2 szt.

Moc łączna projektowanych opraw:

$$P = 54 \cdot 2 = 108 \text{ W} = 0,108 \text{ kW}$$

Moc istniejących opraw:

Moc oprawy – 54 W

Ilość opraw – 24 szt.

Moc istniejących opraw:

$$P = 24 \cdot 54 = 1296 \text{ W}$$

$$P = 1296 \text{ W} = 1,3 \text{ kW.}$$

$$\text{Obwód oświetleniowy (istn. + proj.)} = 1296 \text{ W} + 108 \text{ W} = 1404 \text{ W} = 1,40 \text{ kW}$$

Moc zapotrzebowana P_z

$$P_z = k_i \cdot k_j \cdot P_u$$

P_u – moc umowna

k_j – współczynnik rozruchu (współczynnik przyjęty do obliczeń 1,2)

k_i – współczynnik jednoczesności - 1

$$P_z = 1684,8 \text{ W}$$

Dla zasilania projektowanego oświetlenia przewidziano moc przyłączeniową zgodnie z warunkami przyłączenia do sieci dystrybucyjnej.

Schemat zasilania pokazano na rysunku E-2.

$$I_n = \frac{P_u}{U_{nf} \cdot \cos \varphi} = 8,52 \text{ A}$$

$$I \geq 1,6 \cdot I_n = 1,6 \cdot 8,52 \text{ A} = 13,63 \text{ A}$$

Zasilanie projektowanego oświetlenia ulicznego zlokalizowane w skrzynce SON. Zabezpieczeniem głównym jest bezpiecznik umieszczony w przedziale pomiarowym złącza o wartości 20 A.

b) SON zasilany ze stacji transformatorowej 2-1659:

Obliczenia mocy zainstalowanej – bilans mocy.

Moc projektowanych opraw:

Moc oprawy – 37 W

Liczba opraw oświetleniowych projektowanych na obwodzie:

Ilość opraw – 51 szt.

Moc łączna projektowanych opraw:

$$P = 37 \cdot 51 = 1887 \text{ W} = 1,887 \text{ kW}$$

Moc projektowanych opraw:

Moc oprawy – 27 W

Liczba opraw oświetleniowych projektowanych na obwodzie:

Ilość opraw – 4 szt.

Moc łączna projektowanych opraw:

$$P = 27 \cdot 4 = 108 \text{ W} = 0,108 \text{ kW}$$

Moc łączna projektowanych opraw:

$$P = 1,887 \text{ W} + 0,108 \text{ W} = 1,995 \text{ kW}$$

Moc istniejących opraw:

$$P = 70 \cdot 6 = 420 \text{ W} = 0,420 \text{ kW.}$$

$$\text{Obwód oświetleniowy (istn. + proj.)} = 420 \text{ W} + 1995 \text{ W} = 2415 \text{ W} = 2415 \text{ kW}$$

Moc zapotrzebowana P_z

$$P_z = k_i \cdot k_j \cdot P_u$$

P_u – moc umowna

k_j – współczynnik rozruchu (współczynnik przyjęty do obliczeń 1,2)

k_i – współczynnik jednoczesności - 1

$$P_z = 2898 \text{ W}$$

Dla zasilania projektowanego oświetlenia przewidziano moc przyłączeniową zgodnie z warunkami przyłączenia do sieci dystrybucyjnej.

Schemat zasilania pokazano na rysunku E-2.

$$I_n = \frac{P_u}{U_{nf} \cdot \cos \varphi} = 14,71 \text{ A}$$

$$I \geq 1,6 \cdot I_n = 1,6 \cdot 14,71 \text{ A} = 23,53 \text{ A}$$

Zasilanie projektowanego oświetlenia ulicznego zlokalizowane w skrzynce SON. Zabezpieczeniem głównym jest bezpiecznik umieszczony w przedziale pomiarowym złącza o wartości 25 A.

c) SON zasilany ze stacji transformatorowej 2-1114:

Obliczenia mocy zainstalowanej – bilans mocy.

Moc projektowanych opraw:

Moc oprawy – 55 W

Liczba opraw oświetleniowych projektowanych na obwodzie:

Ilość opraw – 2 szt.

Moc łączna projektowanych opraw:

$$P = 55 \cdot 2 = 110 \text{ W} = 0,110 \text{ kW}$$

Moc istniejących opraw:

Moc oprawy – 55 W

Ilość opraw – 10 szt.

Moc istniejących opraw:

$$P = 55 \cdot 10 = 550 \text{ W}$$

$$P = 550 \text{ W} = 0,550 \text{ kW.}$$

$$\text{Obwód oświetleniowy (istn. + proj.)} - 550 \text{ W} + 110 \text{ W} = 660 \text{ W} = 0,660 \text{ kW}$$

Moc zapotrzebowana P_z

$$P_z = k_i \cdot k_j \cdot P_u$$

P_u – moc umowna

k_j – współczynnik rozruchu (współczynnik przyjęty do obliczeń 1,2)

k_i – współczynnik jednoczesności - 1

$$P_z = 792 \text{ W}$$

Dla zasilania projektowanego oświetlenia przewidziano moc przyłączeniową zgodnie z warunkami przyłączenia do sieci dystrybucyjnej.

Schemat zasilania pokazano na rysunku E-2.

$$I_n = \frac{P_u}{U_{nf} \cdot \cos \varphi} = 4,01 \text{ A}$$

$$I \geq 1,6 \cdot I_n = 1,6 \cdot 4,01 \text{ A} = 6,42 \text{ A}$$

Zasilanie projektowanego oświetlenia ulicznego zlokalizowane w skrzynce SON. Zabezpieczeniem głównym jest bezpiecznik umieszczony w przedziale pomiarowym złącza o wartości 16 A.

2. Dobór zabezpieczeń.

Zgodnie z obliczeniami w programie Dialux dla projektowanego oświetlenia dobrano oprawę o mocy 37 W.

Prąd obciążenia:

$$I_B = \frac{P}{U_n \cdot \cos \varphi}$$

gdzie:

P_u – moc umowna

U_{nf} – napięcie znamionowe

I_B – prąd obciążenia obwodu

$$I_B = \frac{37}{230 \cdot 0,93} = 0,17 \text{ A}$$

$$I_n = 0,27 \text{ A}$$

Zabezpieczenie oprawy bezpiecznik Bi Wts 2 A.

Zgodnie z obliczeniami w programie Dialux dla projektowanego oświetlenia dobrano oprawę o mocy 54 W.

$$I_B = \frac{P}{U_n \cdot \cos \phi}$$

$$I_B = \frac{54}{230 \cdot 0,93} = 0,25 \text{ A}$$

$$I_n = 0,40 \text{ A}$$

3. Dobór projektowanego kabla na długotrwałą obciążalność prądową.

Zasilanie opraw oświetleniowych w miejscowości Ojrzanów i Zaręby.
Obliczenie prądu obciążenia dla obwodu jednofazowego:

$$I_B = \frac{S}{U_{nf}} = \frac{P}{U_{nf} \cdot \cos \phi}$$

gdzie:

I_B – obliczeniowy prąd obciążenia przewodu lub kabla, w [A]

U_n – napięcie fazowe, w [V]

$\cos \phi$ – współczynnik mocy, w [-]

S – moc pozorna obciążenia przewodu lub kabla, w [VA]

P – moc czynna obciążenia przewodu lub kabla, w [W].

$$I_{obl} = \frac{P}{U_n \cdot \cos \phi} = \frac{2415}{230 \cdot 0,86} = 12,21 \text{ A}$$

Słupy oświetleniowe zasilone będą kablem typu AsXSn 2x35 mm² o obciążalności długotrwałej wynoszącej $I_{dd} = 138 \text{ A}$.

I_{dd} – długotrwała obciążalność przewodu odczytana z katalogu producenta, w [A]

$I_{dd} > I_{obl}$

$$138 > 12,21$$

Warunek jest spełniony.

W rozdzielniczy SON należy zainstalować zabezpieczenie prądowe o wartości 25 A.

Zabezpieczenie to limituje pobór mocy zgodnie z wydanymi i obowiązującymi warunkami przyłączenia.

Zgodnie z normą PN-IEC 60364-4-3 dobór zabezpieczeń kabli i przewodów należy wykonać zgodnie z następującymi warunkami:

$$I_b \leq I_N \leq I_z$$

gdzie:

I_N – prąd znamionowy lub prąd nastawienia zabezpieczenia przewodu, w [A]

I_z – wymagana minimalna długotrwała obciążalność prądowa przewodu, w [A]

$$I_z \leq 1,45 \cdot I_N$$

$$I_b = I_{obl} = 12,21 \text{ A}$$

$$I_N = 25 \text{ A}$$

$$I_z = I_{dd} = 138 \text{ A}$$

$$I_z = k_2 \cdot I_N$$

k_2 – współczynnik krotności prądu powodującego zadziałanie urządzenia zabezpieczającego w określonym czasie umownym, przyjmowany jako równy:

- 1,6-2,1 dla wkładek bezpiecznikowych,
- 1,45 dla wyłączników nadprądowych o charakterystyce B, C i D,
- 1,2 dla wyłączników nadprądowych selektywnych.

$I_2 = 40 \text{ A}$

$12,25 \leq 25 \leq 138$

$40 \leq 200,1$

Warunek został spełniony – przekrój kabla AsXS_n 2x35 mm² został dobrany prawidłowo.

4. Sprawdzenie dobranych przewodów na warunek spadków napięć.

W przypadku zasilania przelotowego kilku opraw należy prowadzić obliczenia metodą momentów:
- dla obwodów jednofazowych

$$U_{\%} = \frac{2 \cdot 100}{\gamma \cdot S \cdot U_{nf}^2} \cdot \sum P_i \times L_i$$

Obwód 1

Lp.	Stup	Typ kabla	Przekrój linii zasilającej N	Długość przęsła	Moc oprawy [kW]	Suma mocy [kW]	Współczynnik jednoczesności k _j	Moc szczytowa	Spadek napięcia
1.	L 1	AsXS _n	35	45	74	811	1,00	811	0,124
2.	L 2	AsXS _n	35	45	37	737	1,00	737	0,113
3.	L 3	AsXS _n	35	43	37	700	1,00	700	0,102
4.	L 4	AsXS _n	35	44	37	663	1,00	663	0,099
5.	L 5	AsXS _n	35	42	37	626	1,00	626	0,089
6.	L 6	AsXS _n	35	28	27	589	1,00	589	0,056
7.	L 7	AsXS _n	35	37	27	562	1,00	562	0,071
8.	L 8	AsXS _n	35	42	27	535	1,00	535	0,076
9.	L 9	AsXS _n	35	20	27	508	1,00	508	0,034
10.	L 10	AsXS _n	35	44	37	481	1,00	481	0,072
11.	L 11	AsXS _n	35	44	37	444	1,00	444	0,066
12.	L 12	AsXS _n	35	46	37	407	1,00	407	0,064
13.	L 13	AsXS _n	35	29	37	370	1,00	370	0,036
14.	L 14	AsXS _n	35	24	37	333	1,00	333	0,027
15.	L 15	AsXS _n	35	35	37	296	1,00	296	0,035
16.	L 16	AsXS _n	35	39	37	259	1,00	259	0,034
17.	L 17	AsXS _n	35	39	37	222	1,00	222	0,029
18.	L 18	AsXS _n	35	39	37	185	1,00	185	0,024
19.	L 19	AsXS _n	35	41	37	148	1,00	148	0,021
20.	L 20	AsXS _n	35	41	37	111	1,00	111	0,015
21.	L 21	AsXS _n	35	40	37	74	1,00	74	0,010
22.	L 22	AsXS _n	35	35	37	37	1,00	37	0,004
				842	ΣdU% Spadek napięcia w [%]				1,20

Spadek napięcia się w projektowanej linii nie powinien przekraczać wartości 2 %. Obliczony spadek napięcia na odcinku od stacji do projektowanego złącza wynosi poniżej 2%.

PROJEKT WYKONAWCZY
BUDOWA ENERGOOSZCZĘDNEGO OŚWIETLENIA ULICZNEGO
UL. CHEŁMOŃSKIEGO I DŁUGA W MIEJSCOWOŚCI ŻELECHÓW, TARCZYŃSKA W MIEJSCOWOŚCI OJRZANÓW, OJRZANÓW
TOWARZYSTWO I UL. KASZTANOWIA W MIEJSCOWOŚCI OJRZANÓW, ZARĘBY, GMINA ŻABIA WOLA.

Warunek został spełniony

$$1,20 \% < 2\%$$

Obwód 2

Lp.	Stup	Typ kabla	Przekrój linii zasilającej N	Długość prześła	Moc oprawy [kW]	Suma mocy [kW]	Współczynnik jednoczesności k _j	Moc szczytowa	Spadek napięcia
1.	L 1	AsXS _n	35	45	74	811	1,00	811	0,124
2.	L 2	AsXS _n	35	45	37	737	1,00	737	0,113
3.	L 3	AsXS _n	35	43	37	700	1,00	700	0,102
4.	L 4	AsXS _n	35	44	37	663	1,00	663	0,099
5.	L 5	AsXS _n	35	44	37	626	1,00	626	0,094
6.	L 6	AsXS _n	35	45	27	589	1,00	589	0,090
7.	L 7	AsXS _n	35	45	27	562	1,00	562	0,086
8.	L 8	AsXS _n	35	45	27	535	1,00	535	0,082
9.	L 9	AsXS _n	35	39	27	508	1,00	508	0,067
10.	L 10	AsXS _n	35	46	37	481	1,00	481	0,075
11.	L 11	AsXS _n	35	45	37	444	1,00	444	0,068
12.	L 12	AsXS _n	35	46	37	407	1,00	407	0,064
13.	L 13	AsXS _n	35	50	37	370	1,00	370	0,063
14.	L 14	AsXS _n	35	43	37	333	1,00	333	0,049
15.	L 15	AsXS _n	35	43	37	296	1,00	296	0,043
16.	L 16	AsXS _n	35	43	37	259	1,00	259	0,038
17.	L 17	AsXS _n	35	43	37	222	1,00	222	0,032
18.	L 18	AsXS _n	35	43	37	185	1,00	185	0,027
19.	L 19	AsXS _n	35	42	37	148	1,00	148	0,021
20.	L 20	AsXS _n	35	43	37	111	1,00	111	0,016
21.	L 21	AsXS _n	35	44	37	74	1,00	74	0,011
22.	L 22	AsXS _n	35	44	37	37	1,00	37	0,006
21.	L 23	AsXS _n	35	44	37	74	1,00	74	0,011
22.	L 24	AsXS _n	35	44	37	37	1,00	37	0,006
				1058	ΣdU% Spadek napięcia w [%]				1,38

Spadek napięcia się w projektowanej linii nie powinien przekraczać wartości 2 %. Obliczony spadek napięcia na odcinku od stacji do projektowanego złącza wynosi poniżej 2%.

Warunek został spełniony

$$1,38 \% < 2\%$$

5. Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.

Obliczenia zostały wykonane na końcu projektowanej linii oświetlenia.

Z uwagi na uproszczony charakter obliczeń pominięto impedancję systemu elektroenergetycznego. Jako środek ochrony przed dotykiem pośrednim zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania. Sprawdzenie warunków przeprowadzono zgodnie z obowiązującą normą: PN-IEC 60364-4-41 „Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo”.

Wymagania dotyczące samoczynnego wyłączenia zasilania uważa się za spełnione gdy:

$$Z_s \cdot I_a < U_0$$

Z_s – impedancja pętli zwarcia w $[\Omega]$

I_a – wartość prądu zapewniająca samoczynne zadziałanie urządzenia- dla zabezpieczeń o prądzie znamionowym 25 [A] z charakterystyki czasowo prądowej odczytano wartość $I_a = 72,5$ A powodującą odłączenia zasilania w czasie nie przekraczającym 5 s

U_0 – napięcie między przewodem fazowym a ziemią [230 V]

Impedancję pętli zwarcia oblicza się ze wzoru:

$$Z_s = 1,25 \cdot Z'_s$$

$$Z'_s = \sqrt{R_s^2 + X_s^2}$$

R_L – rezystancja linii (obejmuje przewód fazowy i przewód ochronny)

X_L – reaktancja linii (obejmuje przewód fazowy i przewód ochronny)

$$R_L = R_0 \cdot l$$

- rezystancja i reaktancja jednostkowa kabla AsXS_n 2x35 mm²

$$R_L = 0,868 [\Omega/\text{km}]$$

$$X_L = 0,087 [\Omega/\text{km}]$$

$$l = 1,058 \text{ km}$$

- rezystancja i reaktancja transformatora

$$R_T = 0,0532 [\Omega], X_T = 0,1490 [\Omega]$$

Rezystancja systemu

$$R_s = 2 \cdot R_L \cdot l + R_T = 1,890 \Omega$$

Reaktancja systemu

$$X_s = 2 \cdot X_L \cdot l + X_T = 0,333 \Omega$$

Impedancja pętli zwarcia

$$Z'_s = \sqrt{R_s^2 + X_s^2} = 1,919 \Omega$$

$$Z_s = 1,25 \cdot Z'_s = 1,25 \cdot 1,919 = 2,399 \Omega$$

$$Z_s \cdot I_a < U_0$$

Dla bezpiecznika 25 A $I_a = 72,5$ A

$$Z_s \cdot I_a = 2,399 \cdot 72,5 = 173,93 \text{ V}$$

$$173,93 \text{ V} < 230 \text{ V}$$

Warunek samoczynnego wyłączenia zasilania został spełniony.

Ochrona przeciwporażeniowa jest skuteczna.

Warunkiem dopuszczenia instalacji do eksploatacji są pozytywne wyniki pomiarów skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.

Po wykonaniu linii oświetlenia należy wykonać pomiary sprawdzające: sprawdzenie ciągłości, pomiar rezystancji izolacji przewodów zasilających, pomiar skuteczności szybkiego wyłączania (impedancja pętli zwarcia), pomiar rezystancji uziemienia.

PROJEKT WYKONAWCZY
BUDOWA ENERGOOSZCZĘDNEGO OŚWIETLENIA ULICZNEGO
UL. CHEŁMOŃSKIEGO I DŁUGA W MIEJSCOWOŚCI ŻELECHÓW, TARCZYŃSKA W MIEJSCOWOŚCI OJRZANÓW, OJRZANÓW
TOWARZYSTWO I UL. KASZTANOWIA W MIEJSCOWOŚCI OJRZANÓW, ZARĘBY, GMINA ŻABIA WOLA.

L.p.	Opis	Jednostka	Ilość
	Budowa linii napowietrznej niskiego napięcia		
1	Słupy oświetleniowe:	Szt.	41
	a) ŻN-10	Szt.	17
	b) E10,5/6	Szt.	1
	c) E10,5/4,3	Szt.	10
	d) E10,5/2,5	Szt.	9
	e) E12/6	Szt.	1
	f) ŻN-12	Szt.	3
2	Oprawa oświetleniowa typu LED z czasową redukcją	Szt.	59
	a) Oprawa oświetleniowa typu LED o mocy 54 W	Szt.	2
	b) Oprawa oświetleniowa typu LED o mocy 37 W	Szt.	51
	c) Oprawa oświetleniowa typu LED o mocy 27 W	Szt.	4
	d) Oprawa oświetleniowa typu LED o mocy 55 W	Szt.	2
3	Przewód AsXSn 2x25mm ²	m	167
4	Przewód AsXSn 2x35mm ²	m	1454
5	Płyta ustojowa U-85	Szt.	26
6	Belka ustojowa B-60	Szt.	15
7	Płyta stopowa 0,3x0,3m	Szt.	15
8	Obejma OU do słupa typu E	Szt.	21
9	Ogranicznik przepięć 0,5/5	Szt.	6
10	Zaciski odgałęźny dwukrotnie przebijający izolację	Szt.	74
11	Uchwyt przelotowy	Szt.	30
12	Uchwyt odciągowy	Szt.	11
13	Uchwyt narożny	Szt.	8
14	Uchwyt dystansowy	Szt.	15
15	Hak wieszakowy M16x200	Szt.	20
16	Hak wieszakowy M16x240	Szt.	21
17	Osłonka końca przewodu	Szt.	6
18	Śruba z nakrętką i podkładką do ŻN	Szt.	20
19	Taśma COT 36	wg potrzeb	
20	Klamerka COT 37	wg potrzeb	
21	Oprawa bezpiecznikowa - bezpiecznikowe złącze oświetlenia	Szt.	59
22	Bezpiecznik BiWTs 6 A	Szt.	59

PROJEKT WYKONAWCZY
 BUDOWA ENERGOOSZCZĘDNEGO OŚWIETLENIA ULICZNEGO
 UL. CHEŁMOŃSKIEGO I DŁUGA W MIEJSCOWOŚCI ŻELECHÓW, TARCZYŃSKA W MIEJSCOWOŚCI OJRZANÓW, OJRZANÓW
 TOWARZYSTWO I UL. KASZTANOWIA W MIEJSCOWOŚCI OJRZANÓW, ZARĘBY, GMINA ŻABIA WOLA.

23	Wysięgnik rurowy pojedynczy do lamp oświetlenia o wysięgu 1,0 m	Szt.	57
24	Wysięgnik rurowy podwójny do lamp oświetlenia o wysięgu 1,0 m	Szt.	1
25	Uchwyt do wysięgnika na słup ŻN	Szt.	36
26	Uchwyt do wysięgnika na słup wirowany	Szt.	22
27	Przewód YDY 3x2,5 mm ²	m	123
28	Bednarka ocynkowana FeZn 30x4	wg potrzeb	
29	Uziom pionowy	wg potrzeb	
30	Materiały pomocnicze	wg potrzeb	