

ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

SPIS ZAWARTOŚCI – BRANŻA ELEKTROENERGETYCZNA – OŚWIETLENIE DRÓG WE WŁOŚCIBORZU – DROGA POWIATOWA

1. Opis techniczny
2. Obliczenia techniczne
3. Uzgodnienia – warunki techniczne
4. Rysunki

Rys. 1 Plan oświetlenia dróg.

Rys. 2. Schemat zasilania oświetlenia.

Rys. 3. Schemat obwodu oświetleniowego.

Rys. 4 Schemat obwodu oświetleniowego.

I. OPIS TECHNICZNY

1. Dane ogólne

1.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest budowa oświetlenia ulicznego na projektowanej drodze powiatowej w m. Włóścibórz.

1.2 Inwestor

Gmina Dygowo.

1.3 Podstawa prawna opracowania

Umowa zawarta z inwestorem

1.4 Przepisy, normy i dokumenty związane

1.4.1 Przepisy Budowy Urządzeń Elektrycznych – 98 r.

1.4.2 Ustawa z dnia 27.04.2001 r. Prawo Ochrony Środowiska (Dz. U. nr 62 poz. 627 z późniejszymi zmianami)

1.4.3 Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 r. „w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie” (Dz. U. z 2002 r. Nr 75 poz. 690).

1.4.4 Normy:

- PN-EN 13201 -1 /2/3/2007 - Oświetlenie dróg
- PN-76/E-05125 - Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Przepisy budowy

1.4.5 Katalogi:

- Karty katalogowe Rosa – Oprawy i Słupy oświetleniowe

1.4.6 Warunki techniczne przyłączenia wydane przez:

- „ENERGA Operator” Oddział dystrybucji w Kołobrzegu.

1.4.7 Inwentaryzacja w terenie

1.4.8 Uzgodnienia

1.5 Dane szczegółowe

- 1.5.1 Projektowana sieć oświetleniowa jest własną i eksploatowaną przez Inwestora.
- 1.5.2 Granicą stron są zaciski prądowe na wyjściu kabla od zabezpieczenia w projektowanej szafce pomiarowej.
- 1.5.3 Moc obliczeniowa projektowanej sieci $P_0 = 3,7$ kW – zainstalowana na drodze powiatowej.
- 1.5.4 Latarnie projektowane – 37 latarni.
- 1.5.5 Długość trasowa projektowanej sieci oświetleniowej – 991 m

2. Opis szczegółowy

2.1. Stan istniejący i projektowany

W obrębie pasa drogowego drogi powiatowej we Włóściborzu istnieje oświetlenie wykonane na słupach sieci energetycznej 0.4 kV według dawnych standardów nie spełniających obecnych wymagań oświetleniowych. Brak jest normatywnego oświetlenia ulicznego.

W ramach inwestycji planuje się budowę oświetlenia ulicznego. Zaprojektowano 37 słupów oświetleniowych, aluminiowych typu SAL-80Kdz o wysokości 8 m. 37 słupy należy wyposażyć w pojedyncze wysięgniki łukowe o wysięgu 1,0m. Oświetlenie zasilane będzie kablem YAKY 4 x 35 mm². Na słupach zaprojektowano 37 opraw oświetleniowych typu LUNOIDA S-100, przewidziano przepusty kablowe pod drogę wykonane rurami typu AROT 100.

2.2. Ogólny rodzaj i charakter oświetlenia

Przyjęto zasadę, że projektowane oświetlenie uliczne powinno spełniać następujące wymagania:

- powinno być funkcjonalne
- powinno być energooszczędne
- powinno być ekologiczne czyli nie zanieczyszczać światłem w nocy nieboskłonu.

Uwzględniając wszystkie wymagania użytkowe i funkcjonalno - estetyczne, projektowane oświetlenie należy wykonać przy pomocy opraw oświetleniowych typu LUNOIDA S-100.

2.3. Wymagania świetlne

Zgodnie z normą PN-EN 13201-1/2/3/2007 Oświetlenie dróg i zaleceniami Polskiego Komitetu Oświetleniowego Nr 1/97 użyteczne parametry oświetleniowe wynoszą:

a) oświetlenie drogi:

- średnia luminancja powierzchni drogi $L_{SR} = 0,75 \text{ cd/m}^2$
- minimalna równomierność wzdłużna luminacji jezdni $U_l = 0,6$
- minimalna równomierność ogólna luminacji jezdni, poziomego lub półsferycznego natężenia oświetlenia $U_o = 0,4$
- maksymalna wartość przyrostu wartości progowej kontrastu $TI = 15$

2.4. Zasilanie i pomiar energii

Miejszem zasilania dla projektowanego oświetlenia będzie istniejący słup 3/P-10 linii napowietrznej 0.4 kV w miejscu pokazanym na planie sieci oświetleniowej. Z powyższego miejsca ułożyć linię kablową YAKY 4 x 50 do projektowanej szafki kablowo – pomiarowo – oświetleniowej .

Zaprojektowano szafkę oświetleniową, trzy – połową, z możliwością sterowania ręcznego i automatycznego za pomocą zainstalowanego zegara astronomicznego.

2.5. Sterowanie oświetleniem

Sterowanie zapalaniem i gaszeniem latarni należy wykonać cyfrowym programatorem astronomicznym typ CPA-3.1 zamontowanym w szafce oświetleniowej. Dla czasów załączeń i wyłączeń w/g kalendarza, ustalonych przez producenta programatora należy wprowadzić poprawkę uwzględniającą położenie geograficzne projektowanego obejścia.

2.6. Linia odbiorcza kablowa

2.6.1. Układanie kabli.

Sieć oświetleniową należy wykonać kablem ziemnym typ YAKY 4 x 35 mm².

Trasa kabli przebiegać będzie głównie w pasach zieleni w granicach pasa drogowego. Kable układać na głębokości 0,70 m na podsypce z 10 cm warstwą piasku do betonów zwykłych. Na kablach zamocować opaski informacyjne w odległościach ok. 10 m. Kable zasypać warstwą piasku grub. 10 cm i uzupełnić wykop 15 cm warstwą gruntu rodzimego.

Następnie ułożyć ostrzegawczą folię z tworzywa sztucznego o szerokości 30 cm i grubości co najmniej 0,5 mm koloru niebieskiego po czym rów całkowicie zasypać gruntem rodzimym. Teren po wykopach przywrócić do pierwotnego stanu.

Uwaga: rowy kablowe przy drzewach kopać poza rzutami ich koron. W sprawach wątpliwych skontaktować się z odpowiednimi służbami komunalnymi.

2.6.2. Skrzyżowania i zbliżenia.

Na skrzyżowaniach z instalacjami podziemnymi i drogami kable ułożyć w rurach ochronnych AROT typ SRS 100. Przy skrzyżowaniach i zbliżeniach zachować normatywne odległości.

2.7. Konstrukcje wsporcze

Dla wszystkich latarni należy zastosować słupy aluminiowe typ SAL-80K dz, okrągłe, stożkowe z wysięgnikami aluminiowymi WR-2/1łukowym jednoramiennymi. Słupy posiadają wnętrza z zamknięciem wyposażone w złącza słupowe i zabezpieczenia opraw oświetleniowych. Klasa ochronności: II. Stopień ochrony: IP54. Zabezpieczenie opraw - bezpieczniki typ DO1/E14 6A.

2.8. Kolor słupów

Zaprojektowano słupy aluminiowe anodowane w kolorze dobranym przez Inwestora. Dobór nastąpi na etapie wykonawstwa (kolor słupa nie wpływa na jego cenę).

2.9. Posadowienie słupów

Słupy należy posadzić w miejscach namierzonych przez służby geodezyjne. Posadowienie należy wykonać starannie, ubijając warstwami wokół grunt. Uzyskać współczynnik zagęszczenia gruntu $I_s > 0,98$. Drzwiczki tabliczek zaciskowo - bezpiecznikowych należy usytuować po przeciwnej stronie drogi od strony zieleni. Takie usytuowanie drzwiczek powoduje bezpieczniejszą ich eksploatację.

2.10. Oprawy i źródła światła

Przy wyborze opraw oświetleniowych kierowano się zasadą aby były to oprawy energooszczędne nowoczesne harmonijnie łączyły się z otoczeniem zarówno nocą jak i za dnia. Ponadto zastosowane oprawy powinny być „wandaloodporne”, nie korodujące i odporne na zmienne warunki atmosferyczne.

Na słupach aluminiowych bezpośrednio na trzonie należy zamontować wysięgniki a na nich oprawy energooszczędne o mocy 100 W, np. typ LUNOIDA S100:

- moc oprawy 100 W
- wykonanie podstawowe kształt sferyczny
- lampa sodowa 100W; E – 40
- klasa ochronności opraw: II.
- Stopień ochrony: IP66/44.

2.11. Tabliczki zaciskowo-bezpiecznikowe

We wszystkich latarniach zamontować tabliczki zaciskowo-bezpiecznikowe typ TB1. Klasa ochronności: II. Stopień ochrony: IP54. Zabezpieczenie opraw - bezpieczniki typ DO1/E14- 6A.

2.12. Obwody odbiorcze

Połączenie opraw z tabliczkami zaciskowo - bezpiecznikowymi wykonać przewodami odpornymi na wpływy atmosferyczne typ YDY 3x2.5mm² ; 450/750V.

2.13. Ochrona przeciwporażeniowa dodatkowa

Jako dodatkową ochronę od porażen należy wykonać samoczynne wyłączenie. Sieć w układzie TN-C.

Do zacisków PEN należy przyłączyć konstrukcje słupów przewodem typ LYd 16mm² koloru zielono - żółtego.

W projektowanych urządzeniach oświetleniowych należy zastosować następujące kolory przewodów:

- przewody L1; L2 i L3 - czarne i brązowe
- przewody N - jasnoniebieskie
- przewody PEN - zielono-żółte

2.14. Dodatkowe uziemienia robocze

W celu zapewnienia prawidłowej pracy sieci oświetleniowej w warunkach normatywnych oraz ochronę przeciwporażeniową w warunkach zakłóceń należy wykonać dodatkowe uziemienia robocze przewodu PEN. Uziemienie robocze należy wykonać dla latarni oznaczonych na planie sieci i schematach. Należy wykonać uziomy pionowe

prętowe Fe/Zn średnicy 18mm łącząc taśmą Fe/Zn 25/4mm. Rezystancja uziemień nie powinna przekraczać wartości 10 Ω.

2.15. Ochrona przeciwprzebieciowa

W celu ochrony cyfrowego programatora astronomicznego przed przepięciami należy zainstalować ogranicznik przepięć typ V25-B firmy OBO BETTERMAN.

2.16. Uwagi końcowe

- Całość robót wykonać zgodnie z projektem, obowiązującymi przepisami, normami i „Warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych” cz. V
- Zlecić właściwej jednostce terenowej geodezji wykonanie wytyczenia i inwentaryzacji sieci oświetleniowej
- Wszystkie prace objęte projektem wykonywać pod nadzorem osoby uprawnionej
- Uwzględnić w trakcie robót uwagi zawarte w uzgodnieniach branżowych
- Po zakończeniu prac całość zgłosić do odbioru końcowego
- Do odbioru końcowego dołączyć komplet dokumentów powykonawczych
- Na budowie stosować materiały i urządzenia spełniające wymogi Prawa Budowlanego

2.17. Dokumentacja wymagana do odbioru urządzeń elektroenergetycznych

Poniżej podaje się wykaz dokumentacji wymaganych do dokonania odbioru technicznego urządzeń oświetlenia ulicznego. Dokumentacja powinna być przedłożona Komisji najpóźniej w dniu odbioru i powinna zawierać:

- projekt techniczny
- warunki techniczne zasilania
- protokół etapowego odbioru sieci
- protokół pomiaru uziemień i skuteczności zerowania
- protokół pomiaru rezystancji izolacji kabli

- dokumentacja powykonawcza (projekt techniczny z naniesionymi zmianami powstałymi w trakcie wykonawstwa)
- dziennik budowy (do wglądu) z adnotacją uprawnionej jednostki wykonawstwa geodezyjnego o wytyczeniu w terenie linii elektroenergetycznych.

II. OBLICZENIA TECHNICZNE

1. Moc obliczeniowa szafki oświetleniowej

- **obwód nr 1**

Oprawy projektowane z lampami sodowymi energooszczędnymi 100W - 12 opraw

Moc oprawy 100W

Pobl. = 12 x 100W = 1200 W

U w sieci - 400V

cos φ - 0,92

Dobór zabezpieczeń – obwód 1

$$\text{Prąd obliczeniowy} - I_{obl.} = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} = \frac{1200 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,92} = 1,9 \text{ A}$$

Zabezpieczenie obwodu: rozłącznik bezpiecznikowy typ R303 gG 6A

Współczynnik rozruchu nie powodujący zadziałania zabezpieczenia:

$$k = \frac{I_B}{I_{obl.}} = \frac{6 \text{ A}}{1,9 \text{ A}} = 3,15$$

- **obwód nr 2**

Oprawy projektowane z lampami sodowymi energooszczędnymi 100W - 25 opraw

Moc oprawy 100W

Pobl. = 25 x 100W = 2500 W

U w sieci - 400V

cos φ - 0,92

Dobór zabezpieczeń – obwód 2

$$\text{Prąd obliczeniowy} - I_{obl.} = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} = \frac{2500 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,92} = 3,9 \text{ A}$$

Zabezpieczenie obwodu: rozłącznik bezpiecznikowy typ R303 gG 6A

Współczynnik rozruchu nie powodujący zadziałania zabezpieczenia:

$$k = \frac{I_B}{I_{obl.}} = \frac{6 \text{ A}}{3,9 \text{ A}} = 1,54$$

Całkowita moc obliczeniowa szafki oświetleniowej:

Obwód 1 – 1200 W

Obwód 2 – 2500 W

$$P_{obl} = 3700 \text{ W}$$

U w sieci - 400V

$$\cos \varphi - 0,92$$

Dobór zabezpieczeń:

$$\text{Prąd obliczeniowy} - I_{obl.} = \frac{P}{\sqrt{3} \times U \times \cos \varphi} = \frac{3700 \text{ W}}{\sqrt{3} \times 400 \times 0,92} = 5,8 \text{ A}$$

Zabezpieczenie obwodu: rozłącznik bezpiecznikowy typ

RBK-00/WTNOO/gF 16A

Współczynnik rozruchu nie powodujący zadziałania zabezpieczenia:

$$k = \frac{I_B}{I_{obl}} = \frac{16 \text{ A}}{5,8 \text{ A}} = 2,75$$

2. Sprawdzenie sieci oświetleniowej na dopuszczalny spadek napięcia:

Wartość dopuszczalna

Dopuszczalny spadek napięcia do ostatniej oprawy oświetleniowej nie powinien przekraczać 5%, w tym w linii odbiorczej 4%.

Spadek napięcia

Spadek napięcia w linii odbiorczej

Do obliczeń przyjęto najbardziej niekorzystny warunek – latarnia Nr.37/II w obwodzie nr II, S - 35mm², U - 400V. Kabel typ YAKY 4 x 35mm²; l = 463m.

Do obliczeń przyjęto całą moc 1800W zainstalowaną na końcu obwodu

$$\Delta U_{S03-1} \% = \frac{100 \times P \times L}{\gamma \times S \times U^2} = \frac{100 \times 2500 \text{ W} \times 550 \text{ m}}{35 \times 35 \times 400^2} = 0,7\%$$

Dla pozostałych obwodów spadki napięć są poniżej wartości dopuszczalnych.

3. Dobór kabli

Do sprawdzenia poprawności doboru kabla przyjęto najbardziej niekorzystny obwód nr 2, latarnia nr 24 w szafce oświetleniowej – sprawdzenie skuteczności ochrony przed obciążeniem długotrwałym i przetężeniem.

Obciążalność długotrwała zgodnie z PN-IEC 60364-5-523:1999 dla kabli typu YAKY układanych w ziemi wynoszą odpowiednio:

- 80A – dla kabla YAKY 4x35mm²

Warunki :

$$1) I_B \leq I_N \leq I_Z$$

$$3,77 A \leq 6 A \leq 135 A - \text{warunek spełniony}$$

$$2) I_a \leq 1,4 I_Z$$

gdzie:

I_B – prąd obliczeniowy w obwodzie elektrycznym,

I_Z – obciążalność prądowa długotrwała przewodu,

I_N – prąd znamionowy urządzenia zabezpieczającego,

I_a – prąd zadziałania urządzenia zabezpieczającego w określonym czasie.

dla czasu wyłączenia $t = 5$ s oraz $I_N = 16A$ to $I_a = 70A$

$$I_a = 70A \leq 1,4 \cdot I_Z = 112A - \text{dla kabla YAKY } 4 \times 35 \text{mm}^2$$

Warunek koordynacji kabla z zabezpieczeniem jest spełniony.

4. Parametry oświetlenia

Obliczenia założonych wymagań świetlnych przeprowadzono przy pomocy programu komputerowego oraz danych producenta opraw. Założone wymagania świetlne są spełnione.

5. Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej

Wymagania dotyczące czasów samoczynnego odłączenia zasilania w przypadku powstania zwarcia uważa się za spełnione, gdy:

$$Z_s \times I_a < U_0$$

gdzie:

U_0 - napięcie znamionowe pomiędzy przewodem skrajnym a ziemią - 230V

I_a - wartość prądu w A zapewniająca samoczynne odłączenie zasilania w określonym czasie

I_a - wartość odczytywana z charakterystyk

Z_s - impedancja pętli zwarciowej w Ω

$$Z_s = \sqrt{(R_t + R_k)^2 + (X_t + X_k)^2}$$

gdzie:

R_t, R_k - rezystancja transformatora i kabli

X_t, X_k - reaktancja transformatora i kabli

R_t, X_t, X_k - pominięto ze względu na znikomą wartość

Zwarcie na końcu najdłuższego obwodu nr II latarnia nr 37/II w szafce oświetleniowej

Rezystancja żył kabli:

$$YAKY 4 \times 35\text{mm}^2 \quad l = 463\text{m} \quad R_k = 1,22\Omega$$

$I_a = 70\text{A}$ – dla $I_N = 16\text{A}$ i czasem $t = 5\text{s}$ przy charakterystyce gG

$$Z_S \times I_a = 1,22\Omega \times 70 \text{ A} = 85,4\text{V} < 230\text{V}$$

Prąd zwarcia 1-fazowy I_{K1}'' :

$$I_{K1}'' = \frac{c \cdot U_N}{Z_S} = \frac{0,95 \cdot 230}{1,22} = 179\text{A}$$

Sprawdzenie warunku ochrony skuteczności samoczynne wyłączenie:

Parametry układu:

$$I_a = 70\text{A}$$

$$I_{k1} = 179\text{A}$$

$$I_{k1} > I_a \quad \Rightarrow \quad 179\text{A} > 70 \text{ A}$$

gdzie:

I_a – prąd powodujący samoczynne zadziałanie urządzenia wyzwalającego w czasie zależnym od napięcia znamionowego.

I_{k1} – prąd zwarcia jednofazowy.

Warunek samoczynnego wyłączenia zasilania w czasie nie przekraczającym 5s jest spełniony.

Pozostałe obwody są krótsze i obliczeń nie przeprowadza się. Tym samym warunek wyłączenia zasilania jest spełniony we wszystkich obwodach projektowanej sieci oświetleniowej.

Opracował: *Andrzej Kozakiewicz*