

Michał Płotka
95-100 Zgierz, ul. Republikańska 6
NIP 731-189-91-18 REG. 364020450

tel. + 48 695 758 811
e-mail: proinvest.projekt@wp.pl

PROJEKT BUDOWLANO - WYKONAWCZY

PRZEDMIOT OPRACOWANIA: „Budowa oświetlenia terenu w miejscowości Starowa Góra, ul. Żwirowa; dz. nr 449”

Jednostka ewidencyjna	Obręb	Działki inwestycji
Rzgów – obszar wiejski	Nr 14 Starowa Góra	449

INWESTOR: Gmina Rzgów
pl. 500-lecia 22, 95-030 Rzgów

BRANŻA: Elektryczna

KATEGORIA OBIEKTU: XXVI

PROJEKTANT: inż. Edward Pałka, upr. bud. nr. 291/89/WŁ

ASYSTENCI PROJEKTANTA: mgr inż. Michał Płotka

inż. Wojciech Krysiak

Spis treści

PROJEKT BUDOWLANO - WYKONAWCZY	1
1. Podstawa opracowania	5
2. Zakres opracowania	5
3. Projekt zagospodarowania terenu	5
3.1 Stan istniejący	5
3.2 Stan projektowany	5
3.3 Zestawienie powierzchni zabudowy projektowanych obiektów budowlanych	5
3.4 Informacja o terenie	5
3.5 Obszar oddziaływania obiektu	6
4. Zasilanie sieci oświetlenia	6
4.1 Źródło zasilania	6
4.2 Sieć kablowa i zasilanie opraw oświetleniowych	6
5. Charakterystyka przyjętych rozwiązań oświetlenia	6
5.1 Tablica główna (TG)	6
5.2 Słupy oświetleniowe	7
5.3 Oprawy oświetleniowe	7
5.4 Linie kablowe	11
6. Ochrona przeciwporażeniowa	11
7. Obliczenia techniczne	11
7.1 Obliczenia oświetlenia	11
7.2 Obwód zasilający TG	12
7.3 Obwody oświetleniowe	12
8. Prace kontrolno - pomiarowe	17
9. Uwagi końcowe	18

SPIS RYSUNKÓW

Rys. E-1 - Projekt zagospodarowania terenu – rozmieszczenie latarni i trasa linii kablowych

Rys. E-2 - Schemat ideowy zasilania

SPIS ZAŁĄCZNIKÓW

Zał. 1. - warunki przyłączenia

Zał. 2. - współrzędne geodezyjne

Zał. 3. - uprawnienia budowlane

OŚWIADCZENIE

Zgodnie z art. 20 ust. 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. „Prawo budowlane” (Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414) oświadczam, że projekt budowlany:

„Budowa oświetlenia ulicznego w miejscowości Starowa Góra, ul. Żwirowa; dz. nr 449”

został wykonany zgodnie z obowiązującymi przepisami oraz zasadami wiedzy technicznej.

1. Podstawa opracowania

- warunki przyłączenia nr 17-D0/WP/03734 z dn. 18-08-2017 r.
- ustalenia z zamawiającym
- obowiązujące normy, ustawy, rozporządzenia, wytyczne
- inwentaryzacja własna w terenie
- mapa d/c projektowych

2. Zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany budowy oświetlenia na dz. nr 449 obr. Starowa Góra, gm. Rzgów. Projekt swym zakresem obejmuje budowę linii kablowej oświetlenia wraz ze słupami oświetleniowymi oraz tablicą główną.

3. Projekt zagospodarowania terenu

3.1 Stan istniejący

W miejscowości Starowa Góra, gmina Rzgów na dz. nr 449 brak jest oświetlenia, które obejmowałby swoim zasięgiem rozważaną działkę oraz istniejące na ww. działce boisko.

3.2 Stan projektowany

Z projektowanego na podstawie warunków przyłączenia nr 17-D0/WP/03734 złącza kablowego projektuje się budowę wewnętrznej linii zasilającej kablem typu YKY 5x16 mm². Trasa kabla przebiegać będzie od złącza kablowo-pomiarowego (projekt złącza oraz dokładna lokalizacja według odrębnego opracowania PGE Dystrybucja S.A) zlokalizowanego na dz. nr 449 do tablicy głównej znajdującej się w istniejącym budynku socjalnym, zlokalizowanym na dz. nr 449, zgodnie z projektem zagospodarowania terenu (Rys E-1).

Z projektowanej tablicy głównej projektuje się zasilanie opraw oświetleniowych typu LED montowany na słupach, liniami kablowymi typu YKY 5x10 mm², zgodnie z projektem zagospodarowania terenu (Rys E-1).

3.3 Zestawienie powierzchni zabudowy projektowanych obiektów budowlanych

Projektowana instalacja oświetlenia działki nr 449 – sieć oświetlenia składająca się z czterech obwodów o długościach o długości ok.: 74m, 53m, 136m 112m.

3.4 Informacja o terenie

Teren, na którym zlokalizowana jest projektowana inwestycja nie jest wpisany do rejestru zabytków. Działka nr ewid. 449 podlega ochronie na podstawie ustaleń miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego.

3.5 Obszar oddziaływania obiektu

Obszar oddziaływania obiektu linii kablowej nn w obszarze działki inwestycji zgodnie z normą N SEP-E-004.

4. Zasilanie sieci oświetlenia

4.1 Źródło zasilania

Miejszem zasilania projektowanego oświetlenia będzie złącze kablowo-pomiarowe typu ZK1+1P zasilone z istniejącego złącza kablowego w ul. Żwirowej zlokalizowanego przed granicą dz. nr 456/9, 456/10, obwód ze stacji transformatorowej nr 30694. Z ww. złącza zostanie wybudowane przyłącze kablowe kablem typu YAKXS 4x35mm² do złącza kablowo-pomiarowego typu ZK1+1P, zlokalizowanego w linii ogrodzenia dz. nr 449 (zgodnie z warunkami przyłączenia nr 17-D0/WP/03734 z dn. 18-08-2017 r. wydanymi przez PGE Dystrybucja S.A.).

Budowa przyłącza kablowego wraz ze złączem kablowo-pomiarowym wg. odrębnego opracowania PGE Dystrybucja S.A.

4.2 Sieć kablowa i zasilanie opraw oświetleniowych

W celu zasilenia projektowanej infrastruktury oświetleniowej zaprojektowano tablicę główną zlokalizowaną w ist. budynku socjalnym na dz. nr 449, zgodnie z projektem zagospodarowania terenu (Rys. E-1). Zasilanie TG odbędzie się ze złącza kablowo-pomiarowego typu ZK1+1P kablem typu YKY 5x16mm². Z tablicy głównej zostaną wyprowadzone trzy trójfazowe obwody kablem typu YKY 5x10 mm². Projektowane kable należy prowadzić wejście-wyjście do kolejnych słupów. We wnękach słupowych projektuje się złącza bezpiecznikowe z wkładkami topikowymi 4A. Od złącz bezpiecznikowych do opraw projektuje się przewody zasilające typu YDY 3x2,5mm². Kable doprowadzone do złącz należy zabezpieczyć za pomocą palczatek termokurczliwych. Przy wejściu kabla do słupa należy pozostawić zapas kabla o długości ok. 2m.

5. Charakterystyka przyjętych rozwiązań oświetlenia

5.1 Tablica główna (TG)

Dla potrzeb zasilenia obwodów oświetlenia projektuje się tablicę główną zlokalizowaną w budynku socjalnym, zlokalizowanym na dz. nr 449, zgodnie z rys. E-1. Stopień ochrony IP projektowanej rozdzielnicy nie powinien być mniejszy niż IP 4x.

Sterowanie oświetleniem realizowane będzie ręcznie z projektowanej tablicy głównej.

5.2 Słupy oświetleniowe

Dla oświetlenia terenu objętego zakresem opracowania zaprojektowano, dla opraw nr 2.1, 2.2, 4.1, 4.2 (rys. E-1), cztery słupy stalowe wysięgnikowe cylindryczne o wysokości $h=7\text{ m}$ nad poziomem gruntu i wysięgnikami jednoramiennymi o długości $W=0,5\text{ m}$, typu S-70C. Słupy należy wyposażać w oprawy oświetleniowe montowane na wysokości $h=7\text{ m}$. Każdy słup zbudować na prefabrykowanych fundamentach betonowych typu F100/200.

Bezpośrednio do oświetlenia boiska zaprojektowano, dla opraw nr 3.1/2, 3.3/4, 3.5/6, 3.7/8, cztery słupy stalowe wysięgnikowe cylindryczne typu S-120C o wysokości $h=12\text{ m}$ nad poziomem gruntu i wysięgnikami dwuramiennymi o długości $W=1\text{ m}$, kącie rozwarcia między ramionami $\alpha=45^\circ$. Każdy słup zbudować na prefabrykowanych fundamentach betonowych typu F150/200.

Każdy słup należy wyposażać w złącza fazowe, bezpiecznikowe i zerowe typu IZK z wkładkami topikowymi 4A. Od złącz bezpiecznikowych do oprawy projektuje się przewód zasilający typu YDY $3\times 2,5\text{ mm}^2$.

Słupy powinny być osadzone tak, aby skrzynka złączeniowa była zlokalizowana od strony umożliwiającej bezproblemowy dostęp do instalacji.

Usytuowanie słupów oświetleniowych zostało przedstawione na Rys. E-1.

5.3 Oprawy oświetleniowe

Do oświetlenia boiska zastosowano osiem opraw oświetleniowych wykonanych w technologii LED.

PARAMETRY KONSTRUKCYJNE

- materiał korpusu – odlew aluminium malowany proszkowo
- materiał klosza – szkło hartowane płaskie
- montaż na wysięgniku lub słupie o średnicy $\varnothing 48\text{--}60\text{ mm}$
- oprawa wyposażona w uniwersalny uchwyt pozwalający na montaż zarówno na wysięgniku jak i bezpośrednio na słupie, a także pozwalający na zmianę kąta nachylenia oprawy w zakresie od 0 do $+15^\circ$ (montaż bezpośredni) lub od 0 do -15° (montaż na wysięgniku), uchwyt posiada dodatkowe zabezpieczenie zapobiegające przypadkowemu obróceniu oprawy na wysięgniku
- budowa oprawy pozwala na szybką wymianę układu optycznego oraz modułu zasilającego
- stopień odporności klosza na uderzenia mechaniczne – IK09
- szczelność komory optycznej – IP66
- szczelność komory elektrycznej – IP66
- dostęp do wnętrza oprawy bez użycia narzędzi
- wygląd, styl i wielkość oprawy podobny do rysunków zamieszczonych poniżej

PARAMETRY ELEKTRYCZNE I FUNKCJONALNOŚĆ

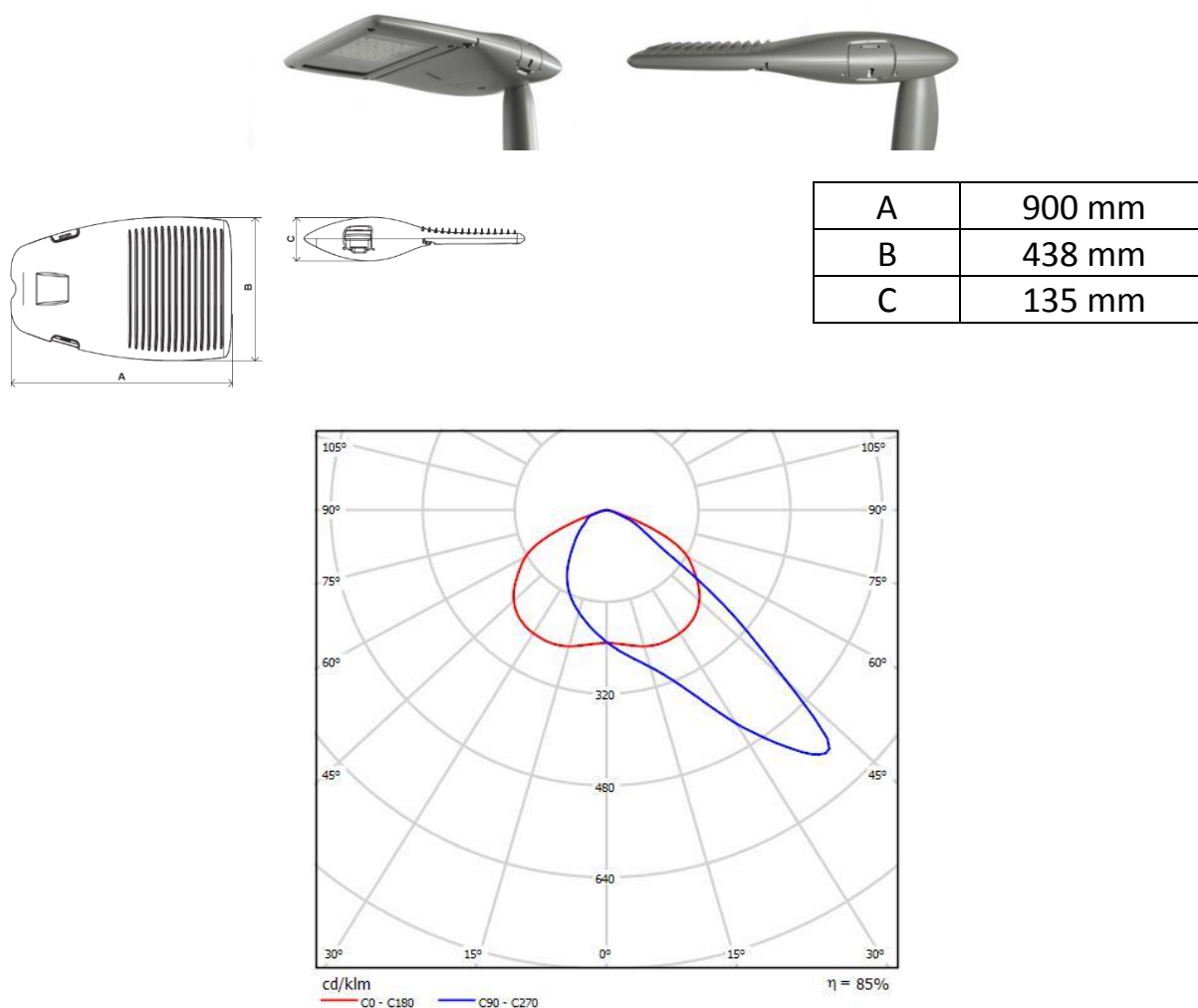
- moc maksymalna uwzględniające wszystkie straty – 280 W
- znamionowe napięcie pracy – $230\text{ V}/50\text{ Hz}$
- układ zasilający umożliwiający sterowanie sygnałem $1\text{--}10\text{ V}$ lub DALI
- ochrona przed przepięciami – 10 kV
- klasa ochronności elektrycznej: I lub II – zgodnie z projektem elektrycznym
- zasilacz jest wyposażony w czujnik termiczny zapobiegający przypadkowemu przegrzaniu oprawy
- oprawa wyposażona w rozłącznik odłączający napięcie po jej otwarciu

PARAMETRY OŚWIETLENIOWE I POTWIERDZENIA

- rodzaj źródła światła – LED

- minimalny strumień świetlny źródeł światła – 36700lm
- zakres temperatury barwowej źródeł światła – 3900-4300K
- utrzymanie strumienia świetlnego w czasie: 80% po 100 000h (zgodnie z IES LM-80 - TM-21)
- oprawa posiada deklarację zgodności WE i certyfikat akredytowanego ośrodka badawczego potwierdzający deklarowane zgodności, np. ENEC+
- wartości wskaźnika udziału światła wysyłanego ku górze (ULOR) zgodne z Rozporządzeniem WE nr 245/2009
- moduły LED spełniają wymagania normy PN – EN 62471 „Bezpieczeństwo fotobiologiczne lamp i systemów lampowych”. Potwierdzeniem tego wymogu są raporty z badań w akredytowanym laboratorium
- dane fotometryczne oprawy zamieszczone w programie komputerowym pozwalającym wykonać obliczenia parametrów oświetleniowych
- w przypadku zastosowania rozwiązań zamiennych należy dostarczyć źródłowe pliki obliczeniowe
- różnica danych fotometrycznych proponowanej oprawy równoważnej nie powinna być większa niż $\pm 5\%$ w stosunku do podanych poniżej
- sprawność układu optycznego nie mniejsza niż podana poniżej

PRZYKŁADOWE ZDJĘCIA, WYMIARY I KRZYWA FOTOMETRYCZNA



Moc oprawy oraz jej charakterystyka zostały dobrane w oparciu o symulację komputerową oświetlenia ulicy za pomocą programu DIALUX. Założono, iż boisko jest boiskiem klasy III. Oprawa montowana na wysokości $h=12$ m na wysięgniku dwuramiennym o długości ramion 1

m i kącie rozwarcia 45° . Kąt nachylenia opraw względem ziemi wynosi 10° . Wyniki obliczeń załączono do opracowania.

Do oświetlenia pozostałej części działki nr 449 zastosowano cztery oprawy oświetleniowe wykonane w technologii LED.

PARAMETRY KONSTRUKCYJNE

- materiał korpusu – odlew aluminium malowany proszkowo
- montaż na wysięgniku lub słupie o średnicy $\varnothing 48-60\text{mm}$
- oprawa wyposażona w uniwersalny uchwyt pozwalający na montaż zarówno na wysięgniku jak i bezpośrednio na słupie, a także pozwalający na zmianę kąta nachylenia oprawy w zakresie $0-10^{\circ}$ (montaż bezpośredni) lub od -10° do 5° (montaż na wysięgniku)
- budowa oprawy pozwala na szybką wymianę układu optycznego oraz modułu zasilającego
- stopień odporności na uderzenia mechaniczne – IK08
- szczelność komory optycznej – IP66
- szczelność komory elektrycznej – IP66
- wygląd, styl i wielkość oprawy podobny do rysunków zamieszczonych poniżej

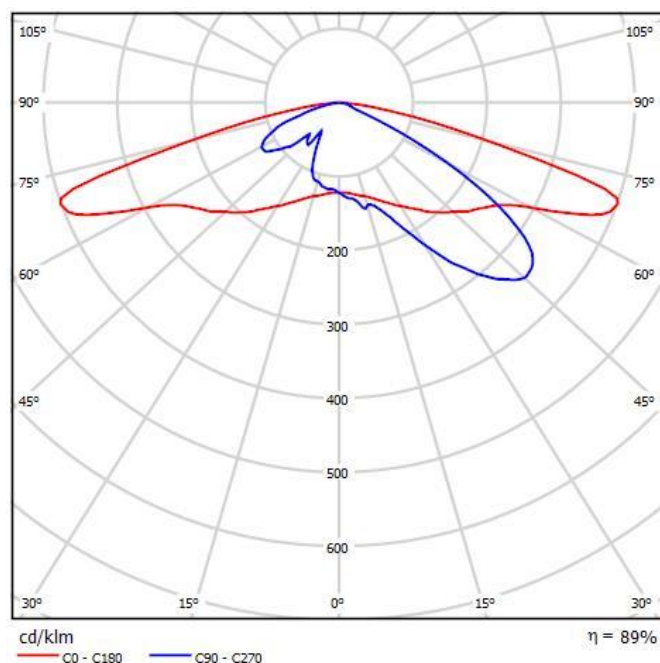
PARAMETRY ELEKTRYCZNE I FUNKcjONALNOŚĆ

- moc maksymalna uwzględniające wszystkie straty – 50W
- znamionowe napięcie pracy – 230V/50Hz
- układ zasilający umożliwiający sterowanie sygnałem 1-10V lub DALI
- ochrona przed przepięciami – 10kV
- klasa ochronności elektrycznej: I lub II

PARAMETRY OŚWIETLENIOWE I POTWIERDZENIA

- rodzaj źródła światła – LED
- minimalny strumień świetlny źródeł światła – 6900lm
- zakres temperatury barwowej źródeł światła – 3900-4300K
- utrzymanie strumienia świetlnego w czasie: 80% po 100 000h (zgodnie z IES LM-80 - TM-21)
- wartości wskaźnika udziału światła wysyłanego ku górze (ULOR) zgodne z Rozporządzeniem WE nr 245/2009
- dane fotometryczne oprawy zamieszczone w programie komputerowym pozwalającym wykonać obliczenia parametrów oświetleniowych
- w przypadku zastosowania rozwiązań zamiennych należy dostarczyć źródłowe pliki obliczeniowe
- różnica danych fotometrycznych proponowanej oprawy równoważnej nie powinna być większa niż $\pm 5\%$ w stosunku do podanych poniżej
- sprawność układu optycznego nie mniejsza niż podana poniżej
- oprawa posiada deklarację zgodności WE i certyfikat akredytowanego ośrodka badawczego potwierdzający deklarowane zgodności, np. ENEC

PRZYKŁADOWE ZDJĘCIA, WYMIARY I KRZYWA FOTOMETRYCZNA



Moc oprawy oraz jej charakterystyka zostały dobrane w oparciu o symulację komputerową oświetlenia ulicy za pomocą programu DIALUX. Na drodze z parkingiem spełniono klasę CE5. Oprawa montowana na wysokości $h=7\text{m}$ na wysięgniku jednoramiennym o długości ramienia 0,5 m. Kąt nachylenia opraw względem ziemi wynosi 0° . Wyniki obliczeń załączono do opracowania.

Dopuszcza się zastosowanie innych równoważnych opraw oświetleniowych, o parametrach zbliżonych do przedstawionych w niniejszym opracowaniu, które spełniają wymagania obowiązujących norm oświetleniowych. W takiej sytuacji należy to wykazać poprzez wykonanie obliczeń przy założonej w projekcie geometrii oświetlenia ulicy. Należy dołączyć również karty katalogowe i deklaracje zgodności CE dla opraw zamiennych.

5.4 Linie kablowe

Dla zasilania projektowanych słupów oświetleniowych projektuje się wybudowanie trzech linii kablowej nn typu YKY 5x10mm² z projektowanej TG. Zaleca się wykonywanie wykopów ręcznych z zachowaniem szczególnej ostrożności w pobliżu drzew.

Dla zasilenia tablicy głównej TG projektuje się wybudowanie linii kablowej nn typu YKY 5x16 mm² ze złącza kablowo-pomiarowego typu ZK1+1P, projektowanego według odrębnego opracowania PGE Dystrybucja S.A.

Przy układaniu kabli w istniejącej drodze, kable układać w osobnych rurach osłonowych typu AROT DVK 75.

Projektowaną linię kablową dla zasilania TG oraz słupów oświetleniowych należy układać, zgodnie z rys. E-1, na głębokości nie mniejszej niż 70 cm od powierzchni ziemi na podsypce z piasku o grubości ok. 10 cm. Po ułożeniu należy ponownie przysypać 10 cm warstwą piasku, na której należy umieścić w odległości nie mniejszej niż 25 cm folię oznacznikową koloru niebieskiego i przysypać do gruntu rodzimego. Do kabla należy przyczepić w sposób trwały tabliczki oznacznikowe rozmieszczone średnio co 5 m.

Przy słupach oświetleniowych należy pozostawić zapasy kabla o długości ok. 2 m.

Płaskownik FeZn 30x4 (bednarkę) należy układać na dnie rowu kablowego pod kablem, a dla poszczególnych odcinków należy wykonać trwałe połączenia skręcane lub spawane. Wypadkowa wartość rezystancji uziemienia nie może być większa niż 10 Ω. Jeżeli warunek ten nie zostanie spełniony należy wykonać dodatkowo uziomy pionowe (szpilkowe) o długości 9 m i średnicy Φ20 aż do uzyskania odpowiedniej wartości.

W międzyczasie (gdy ułożony kabel jest widoczny) należy zgłosić go do inwentaryzacji geodezyjnej.

6. Ochrona przeciwporażeniowa

Jako ochronę od porażen przyjęto samoczynne wyłączenie zasilania w układzie sieciowym TN-S, realizowane przez wkładki bezpiecznikowe zainstalowane w złączu kablowym i złączach słupowych oraz wyłączniki nadmiarowo-prądowe zainstalowane w tablicy głównej.

Przewód PE w każdym słupie należy dodatkowo uziemić łącząc go z uziomem poziomym (bednarką) układanym pod projektowaną linią kablową.

7. Obliczenia techniczne

7.1 Obliczenia oświetlenia

Zgodnie z normą PN-EN 13201, dla drogi z miejscami parkingowymi przyjęto klasę oświetlenia CE5 dla której należało spełnić poniższe wymagania:

- Najmniejsze dopuszczalne średnie natężenie oświetlenia $\bar{E} \geq 7,5 \text{ lx}$
- Równomierność ogólna na poziomie $U_0 \geq 0,4$

Wyniki obliczeń przeprowadzonych za pomocą programu DIALUX znajdują się w załącznikach. Wymagania oświetleniowe zostały spełnione.

Zgodnie z normą PN-EN 12193, dla boiska przyjęto klasę oświetlenia III dla której należało spełnić poniższe wymagania:

- Najmniejsze dopuszczalne średnie natężenie oświetlenia $\bar{E} \geq 75 \text{ lx}$
- Średnia równomierność $E_{\min}/E_{\text{sr}} \geq 0,5$

Wyniki obliczeń przeprowadzonych za pomocą programu DIALUX znajdują się w załącznikach. Wymagania oświetleniowe zostały spełnione.

7.2 Obwód zasilający TG

Spodziewany prąd przy mocy zamówionej 17 kW wynosi:

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos \varphi} = \frac{17000}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 26,4 \text{ A}$$

Dobiera się kabel z żyłami miedzianymi o izolacji z polwinitu. Według normy PN-IEC 60364-5-523 obciążalność projektowanego kabla YKY 5x16 mm² wynosi 67A. Warunek spełniony.

Spadek napięcia na projektowanym kablu przy mocy przyłączeniowej wynosi

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U_n^2} = \frac{100 \cdot 17000 \cdot 84}{55 \cdot 16 \cdot 400^2} \approx 1,1\%$$

Dopuszczalny spadek napięcia wynosi 4%. Warunek Spełniony.

7.3 Obwody oświetleniowe

Obwód nr 2 (oprawy 2.1, 2.2)

Dane przyjęte do obliczeń to 2 oprawy oświetleniowe o mocy 50 W każda:

Obliczenia spadku napięcia:

Do przeprowadzenia obliczeń posłużono się arkuszem kalkulacyjnym na podstawie poniższych wzorów wzoru:

$$\Delta U = \frac{I_B \cdot l}{\gamma \cdot S} \quad \Delta U_{\%} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U_n}$$

Obliczenia spadku napięcia 1-f								
Odcinek	Moc zainstalowana	Przekrój	Konduktywność	długości linii kablowej bez zapasów	Długość z zapasem	Nr fazy	ΔU	$\Sigma \Delta U$
	[W]	S [mm ²]	γ [m/Ω•mm ²]	[m]	[m]		[V]	[%]
ZK-RG	17000	16	55	74	84		4,36	1,09
RG - 2.1	50	10	55	10	16	L2	0,01	1,90
RG - 2.2	50	10	55	53	59	L3	0,05	1,92

Największy spodziewany spadek będzie wynosił 1,92% i jest mniejszy od dopuszczalnego spadku wynoszącego 4%.

Obliczenia dotyczące doboru zabezpieczenia w tablicy głównej

Zakłada się rozłożenie poszczególnych opraw na fazy L2, L3.

Przyjmuje się maksymalnie 1 oprawę na 1 fazie

$$I_N = \frac{P_o}{\cos\varphi \cdot U_f} = \frac{50}{0,93 \cdot 230} = 0,3A$$

Obwód oświetleniowy w TG należy zabezpieczyć wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym trójfazowym B16.

Schemat ideowy zasilania pokazano na Rys. E-2.

Obliczenia sprawdzające skuteczność ochrony przeciwporażeniowej:

Obliczenia zostały wykonane na końcu projektowanej linii oświetlenia. Z uwagi na uproszczony charakter obliczeń pominięto impedancję systemu elektroenergetycznego Z_{kQ} . Parametry sieci zostały uzyskane w PGE Dystrybucja S.A. Oddział Łódź – Rejon Energetyczny Zgierz-Pabianice.

1) Impedancja transformatora Z_T (moc transformatora 400 kVA):

Rezystancja transformatora:

$$u_R = \frac{\Delta P_{Cu}}{S_{nT}} = \frac{4600}{400 \cdot 10^3} \approx 0,01$$

$$R_T = u_R \cdot \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}} = 0,01 \cdot \frac{420^2}{400 \cdot 10^3} = 0,005\Omega$$

Reaktancja transformatora:

$$u_x = \sqrt{u_z^2 - u_R^2} = \sqrt{0,045^2 - 0,01^2} \approx 0,044$$

$$X_T = u_x \cdot \frac{U_{nT}^2}{S_{nT}} = 0,044 \cdot \frac{420^2}{400 \cdot 10^3} = 0,019\Omega$$

gdzie:

u_z – napięcie zwarcia

u_R – składowa czynna napięcia zwarcia

u_k – składowa bierna napięcia zwarcia

U_{nT} – napięcie znamionowe transformatora, przy którym oblicza się impedancję zwarciovą

S_{nT} – moc znamionowa transformatora

ΔP_{Cu} – znamionowe obciążeniowe straty mocy czynnej transformatora

2) Impedancja linii zasilającej stacja – słup (linia kablowa)

Rezystancja:

$$R_{L1} = \frac{l}{\gamma \cdot s} = \frac{10}{35 \cdot 120} \approx 0 \Omega$$

Reaktancja linii:

$$X_{L1} = X'_{LN} \cdot l = 0,085 \cdot 0,01 \approx 0,001 \Omega$$

- 3) Impedancja linii zasilającej (linia napowietrzna)

Rezystancja linii:

$$R_{L2} = \frac{l}{\gamma \cdot s} = \frac{35}{35 \cdot 70} = 0,01 \Omega$$

Reaktancja linii:

$$X_{L2} = X'_{LK} \cdot l = 0,08 \cdot 0,4 = 0,003 \Omega$$

- 4) Impedancja linii zasilającej słup – ist. ZK

$$R_{L3} = \frac{l}{\gamma \cdot s} = \frac{120}{35 \cdot 35} = 0,05 \Omega$$

$$X_{L3} = X'_{LK} \cdot l = 0,08 \cdot 0,12 = 0,01 \Omega$$

- 5) Impedancja linii zasilającej ist. ZK- proj. ZK (jako długość linii l przyjęto 21m)

$$R_{L4} = \frac{l}{\gamma \cdot s} = \frac{21}{35 \cdot 35} = 0,02 \Omega$$

$$X_{L4} = X'_{LK} \cdot l = 0,08 \cdot 0,021 = 0,002 \Omega$$

- 6) Impedancja linii zasilającej proj. ZK-TG

$$R_{L5} = \frac{l}{\gamma \cdot s} = \frac{84}{55 \cdot 16} = 0,1 \Omega$$

$$X_{L5} = X'_{LK} \cdot l = 0,08 \cdot 0,084 = 0,01 \Omega$$

- 7) Impedancja linii zasilającej proj. TG – koniec proj. obwodu nr 2

$$R_{L6} = \frac{l}{\gamma \cdot s} = \frac{65}{55 \cdot 10} = 0,12 \Omega$$

$$X_{L6} = X'_{LK} \cdot l = 0,08 \cdot 0,084 = 0,01 \Omega$$

- 8) Impedancja obwodu zwarciovego Z_K

$$\begin{aligned} Z_K &= \sqrt{(R_T + R_{L1} + R_{L2} + R_{L3} + R_{L4} + R_{L5} + R_{L6})^2 + (X_T + X_{L1} + X_{L2} + X_{L3} + X_{L4} + X_{L5} + X_{L6})^2} \\ &= \sqrt{(0,005 + 0 + 0,01 + 0,05 + 0,02 + 0,1 + 0,12)^2 + (0,017 + 0 + 0,003 + 0,01 + 0,002 + 0,01 + 0,01)^2} \\ &= 0,31 \Omega \end{aligned}$$

- 9) Spodziewana wartość prądu zwarciovego I_{zw} na końcu projektowanej linii oświetlenia (przy powiększonej o 25% impedancji – wsp. Bezpieczeństwa)

$$I_{zw} = \frac{U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_K \cdot 1,25} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,31 \cdot 1,25} = 597 A$$

Prąd samoczynnego wyłączenia zabezpieczenia w określonym czasie $t_w=5s$ odczytany z charakterystyki $t=f(k)$ zamieszczonej w katalogu producenta dla wyłącznika B16 wynosi:

$$I_w = 80A$$

$$I_{zw} > I_w$$

$$597A > 80A$$

Ochrona jest skuteczna.

Obwód nr 3 (oprawy 3.1/2, 3.3/4, 3.5/6, 3.7/8)

Dane przyjęte do obliczeń to 8 opraw oświetleniowe o mocy 280 W każda:

Obliczenia spadku napięcia:

Do przeprowadzenia obliczeń posłużono się arkuszem kalkulacyjnym na podstawie poniższych wzorów wzoru:

$$\Delta U = \frac{I_B \cdot l}{\gamma \cdot S} \quad \Delta U_{\%} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U_n}$$

Obliczenia spadku napięcia 1-f								
Odcinek	Moc zainstalowana	Przekrój	Konduktywność	długości linii kablowej bez zapasów	Długość z zapasem	Nr fazy	ΔU	$\Sigma \Delta U$
	[W]	S [mm ²]	γ [m/Ω•mm ²]	[m]	[m]		[V]	[%]
ZK-RG	17000	16	55	74	84		4,36	1,09
RG - 3.1/2	1120	10	55	13	20	L1	0,37	2,06
RG - 3.3/4	560	10	55	42	48	L2	0,45	2,09
RG - 3.5/6	560	10	55	105	113	L3	1,08	2,36
3.1/2 - 3.7/8	560	10	55	121	130	L1	1,24	2,59

Największy spodziewany spadek będzie wynosił 2,59% i jest mniejszy od dopuszczalnego spadku wynoszącego 4%.

Obliczenia dotyczące doboru zabezpieczenia w tablicy głównej

Zakłada się rozłożenie poszczególnych opraw symetrycznie na fazy L1, L2, L3.

Przyjmuje się maksymalnie 4 oprawy na 1 fazie

$$I_N = 4 \cdot \frac{P_o}{\cos \varphi \cdot U_f} = 4 \cdot \frac{280}{0,93 \cdot 230} = 5,3 A$$

Obwód oświetleniowy w TG należy zabezpieczyć wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym trójfazowym B16.

Schemat ideowy zasilania pokazano na Rys. E-2.

Obliczenia sprawdzające skuteczność ochrony przeciwporażeniowej:

Obliczenia zostały wykonane na końcu projektowanej linii oświetlenia. Z uwagi na uproszczony charakter obliczeń pominięto impedancję systemu elektroenergetycznego Z_{kQ} . Parametry sieci zostały uzyskane w PGE Dystrybucja S.A. Oddział Łódź – Rejon Energetyczny Zgierz-Pabianice.

Obliczenia wykonano analogicznie jak w przypadku obwodu nr 2.

1) Impedancja obwodu zwarciovego Z_K

$$Z_K = 0,48 \Omega$$

2) Spodziewana wartość prądu zwarciovego I_{zw} na końcu projektowanej linii oświetlenia (przy powiększonej o 25% impedancji – wsp. Bezpieczeństwa)

$$I_{zw} = \frac{U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_K \cdot 1,25} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,48 \cdot 1,25} = 386A$$

Prąd samoczynnego wyłączenia zabezpieczenia w określonym czasie $t_w=5s$ odczytany z charakterystyki $t=f(k)$ zamieszczonej w katalogu producenta dla wyłącznika B16 wynosi:

$$I_w = 80A$$

$$I_{zw} > I_w$$

$$386A > 80A$$

Ochrona jest skuteczna.

Obwód nr 4 (oprawy 4.1, 4.2)

Dane przyjęte do obliczeń to 2 oprawy oświetleniowe o mocy 50 W każda:

Obliczenia spadku napięcia:

Do przeprowadzenia obliczeń posłużono się arkuszem kalkulacyjnym na podstawie poniższych wzorów wzoru:

$$\Delta U = \frac{I_B \cdot l}{\gamma \cdot S} \quad \Delta U_{\%} = \frac{\Delta U \cdot 100}{U_n}$$

Obliczenia spadku napięcia 1-f								
Odcinek	Moc zainstalowana	Przekrój	Konduktywność	długości linii kablowej bez zapasów	Długość z zapasem	Nr fazy	ΔU	$\Sigma \Delta U$
	[W]	S [mm ²]	γ [m/ $\Omega \cdot$ mm ²]	[m]	[m]		[V]	[%]
ZK-RG	17000	16	55	74	84		4,36	
RG - 4.1	50	10	55	73	82	L2	0,07	1,93
RG - 4.2	50	10	55	111	119	L3	0,10	1,97

Największy spodziewany spadek będzie wynosił 1,97% i jest mniejszy od dopuszczalnego spadku wynoszącego 4%.

Obliczenia dotyczące doboru zabezpieczenia w tablicy głównej

Zakłada się rozłożenie poszczególnych opraw na fazy L2, L3.

Przyjmuje się maksymalnie 1 oprawy na 1 fazie

$$I_N = \frac{P_o}{\cos\varphi \cdot U_f} = \frac{50}{0,93 \cdot 230} = 0,3 \text{ A}$$

Obwód oświetleniowy w TG należy zabezpieczyć wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym trójfazowym B16.

Schemat ideowy zasilania pokazano na Rys. E-2.

Obliczenia sprawdzające skuteczność ochrony przeciwporażeniowej:

Obliczenia zostały wykonane na końcu projektowanej linii oświetlenia. Z uwagi na uproszczony charakter obliczeń pominięto impedancję systemu elektroenergetycznego Z_{kQ} . Parametry sieci zostały uzyskane w PGE Dystrybucja S.A. Oddział Łódź – Rejon Energetyczny Zgierz-Pabianice.

Obliczenia wykonano analogicznie jak w przypadku obwodu nr 2.

1) Impedancja obwodu zwarciovego Z_K

$$Z_K = 0,42 \Omega$$

2) Spodziewana wartość prądu zwarciovego I_{zw} na końcu projektowanej linii oświetlenia (przy powiększonej o 25% impedancji – wsp. Bezpieczeństwa)

$$I_{zw} = \frac{U_N}{\sqrt{3} \cdot Z_K \cdot 1,25} = \frac{400}{\sqrt{3} \cdot 0,42 \cdot 1,25} = 442 \text{ A}$$

Prąd samoczynnego wyłączenia zabezpieczenia w określonym czasie $t_w=5\text{s}$ odczytany z charakterystyki $t=f(k)$ zamieszczonej w katalogu producenta dla wyłącznika B16 wynosi:

$$I_w = 80 \text{ A}$$

$$I_{zw} > I_w$$

$$442 \text{ A} > 80 \text{ A}$$

Ochrona jest skuteczna.

8. Prace kontrolno - pomiarowe

Po wykonaniu instalacji należy wykonać pomiary sprawdzające:

- Sprawdzenie ciągłości, pomiar rezystancji izolacji przewodów zasilających
- Pomiar skuteczności szybkiego wyłączenia (impedancja pętli zwarcia)
- Pomiar rezystancji uziemienia

Komplet protokołów z wynikami pomiarów wraz z dokumentacją powykonawczą należy dostarczyć Inwestorowi

9. Uwagi końcowe

- Wytyczenie obiektów w terenie i inwentaryzację powykonawczą należy zlecić jednostce wykonawstwa geodezyjnego.
- Całość prac instalacyjnych wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami, normami oraz warunkami technicznymi wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych instalacji elektrycznych.
- Dokumentację powykonawczą wraz z protokołami z pomiarów linii kablowej i uziemień należy przekazać Inwestorowi.

inż. Edward Pałka