

1. Opis techniczny.

1.1. *Przedmiot opracowania.*

Przedmiotem niniejszego opracowania jest projekt oświetlenia drogowego w Parku Nad Wartą na Os. Piastowskim w Poznaniu.

1.2. *Zakres opracowania.*

Zakres opracowania obejmuje wytrasowanie kabla zasilającego, dobór przekroju kabla zasilającego, dobór zabezpieczeń, ochronę przeciwporażeniową, opis techniczny sposobu zasilania słupów oświetleniowych. Szczegółowa lokalizacja urządzeń została przedstawiona na załączonym planie sytuacyjnym.

1.3. *Podstawa opracowania.*

- Decyzja o ustaleniu lokalizacji celu publicznego nr 202/06 z dnia 11.07.2006r.,
- warunki techniczne przyłączenia nr RD-1/DZ/ZR/2006/1997 z dnia 18.04.2006r.,
- protokół ZUD nr 748/2006 z dnia 14.07.2006r.,
- Polska Norma PN-76/E-02032 Oświetlenie Dróg Publicznych,
- projektu nowej Normy Europejskiej – prEN 13 201 dotyczącej oświetlenia drogowego
- Rozporządzenie Ministra Przemysłu w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej (nr 473 DU nr81/90),
- Polska Norma PN-91/E-05009/01,
- aktualne katalogi, normy i przepisy PBUE,
- wizja w terenie.

1.4. *Opis stanu istniejącego:*

Obecnie w Parku Nad Wartą, na obszarze objętym projektem brak jest oświetlenia drogowego. Linia napowietrzna n.n. zasilająca szafkę oświetleniową - istniejąca.

1.5. Dobór parametrów oświetleniowych

Projektowane oświetlenie drogowe na drodze w Parku Nad Wartą w Poznaniu zaliczono do kategorii oświetlenia – S4. W tabeli poniżej podano podstawowe wielkości wynikające z projektu NOWEJ NORMY EUROPEJSKIEJ - prEN 13 201 . Obliczenia przeprowadzono dla opraw SGS101/70W.

Wymagane parametry oświetleniowe dla takiej kategorii zestawiono poniżej, a szczegółowe obliczenia znajdują się na wydruku komputerowym w załączniku.

Huta Szklana – droga nieutwardzona	Wg normy [lux]	Na podstawie obliczeń
Średnie natężenia ośw.	5,0	9,81
Emin	1,0	1,12

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że projektowane oprawy zapewnią minimalne wymagane przez EN parametry oświetleniowe.

1.6. Rozwiązanie techniczne zasilania

a) Rozdzielnica i linia zasilająca:

W celu zasilania oświetlenia w Parku Nad Wartą zgodnie z warunkami technicznymi należy pobudować przyłączy kablowe konsumentowe zasilane z linii napowietrznej n.n. w ul. Obrzyca poprzez zabezpieczenia słupowe. Proponuje się zastosować jako zabezpieczenie słupowe skrzynkę przyłączową typu ZK firmy APATOR wyposażoną w rozłącznik RBK-00. Skrzynkę zamontować na listwie LS. Zastosować dławnice izolacyjne IP 68 o oznaczeniu DP36H. Projektowane przyłączy wprowadzić do projektowanej szafki oświetleniowej. Proponuje się zastosowanie szafki z tworzywa sztucznego firmy UESA typu 785/850. W projektowanej szafce zastosować zabezpieczenia obwodowe typu Bi Wts w gniazdach bezpiecznikowych typu D 2400 firmy WEBER. Szafka w wykonaniu 4-obwodowym. Zabezpieczenie przedlicznikowe w SO stanowić będą bezpieczniki mocy typu WTN 00/gF 20A w rozłączniku bezpiecznikowym typu SLP00 przystosowanym do plombowania. Zabezpieczenie przedlicznikowe będzie zarazem zabezpieczeniem głównym. Lokalizację szafki

przedstawiono na podkładzie geodezyjnym. Przyłącze kablowe typu YAKY 4x50mm² - projektowane. Szczegóły przedstawiono na schemacie ideowym.

b) Linie kablowe

Kable ułożyć zgodnie z podkładem geodezyjnym. Kable zasilające poszczególne obwody oświetleniowe należy układać w wykopie na głębokości 70cm, na 10cm podsypce piaskowej. Na kable należy nasypać min. 10cm piasku. Nad kablem (ok. 25-30cm) należy układać folię oznacznikową o trwałym niebieskim kolorze.

W przypadku kolizji z infrastrukturą podziemną kabel należy umieścić w przepuszczeniu z rur grubościennych PCV. Proponuje się zastosowanie rur dwudzielnych typu A83PS AROT. Pod drogami wykonać przepusty metodą przecisku. Wloty do przepustów należy dodatkowo zabezpieczyć przed zaszlamieniem. Zastosować rury osłonowe SRS 110. Pod drogami układać kable na głębokości 1,2m. Przy wejściach kabla do słupów i do przepustów należy przewidzieć zapasy kabla ok.1,5m. Szczegółowy przebieg trasy kabla przedstawiono na planie sytuacyjnym. Kable ułożone w ziemi powinny być na całej długości oznaczone opaskami w odstępach nie mniejszych niż 10m oraz przy wejściach do słupów, przepustów oraz szafki oświetleniowej. Treść opaski winna zawierać: symbol i numer ewidencyjny linii, oznaczenie kabla, znak użytkownika, rok ułożenia.

W przypadku zbliżeń do innych urządzeń podziemnych należy zachować normatywne odległości.

c) Obwody oświetleniowe:

Z istniejącej szafki oświetleniowej wyprowadzić dwa obwody.

- Obwód nr 1-od istn. SO – kierunek ul. Hetmańska (obwód 3-fazowy),
- Obwód nr 2-od istn. SO – kierunek ul. Królowej Jadwigi (obwód 3-fazowy)

Obwód oświetleniowy wykonać kablem typu YAKY 4x25mm² i zabezpieczyć w projektowanej szafce wkładką topikową typu BiWts 16A. Oprawy oświetleniowe zasilić od tabliczki bezpiecznikowej przewodem YDY 3x2,5mm² i zabezpieczyć we wnękach słupowych wkładkami topikowymi typu BiWtz 6A. Obwód należy odpowiednio rozfazować zgodnie ze schematem.

d) Sterowanie:

Nowoprojektowana szafka oświetleniowa sterowana będzie za pomocą zegara astronomicznego ZE-02 firmy Energomiar.

Załączenie obwodu oświetleniowego nastąpi o godzinie zachodu Słońca a wyłączenie o godzinie wschodu Słońca.

e) Latarnie oświetleniowe:

W celu właściwego oświetlenia drogi należy posadzić 48szt. słupów oświetleniowych ulicznych, metalowych, ocynkowanych typu SO7/EKO/1 (1000) firmy „Elmonter Oświetlenie”. Zastosować słupy profilowane - 10-cio kątne. Słupy posadzić na fundamentach typu B-120. Zastosować specjalne wysięgniki jednoramienne ocynkowane – 1,0m wysięgu, 5 stopni w układzie pojedynczym (komplet ze słupami). Na wysięgnikach zamontować oprawy typu SGS 101/070 – 58 szt ze źródłem sodowym typu SON-T 70W. Słupy są wyposażone są we wnękę bezpiecznikową, w której należy zamontować tabliczkę bezpiecznikową słupową z jednym zabezpieczeniem np. typu TB-1 firmy „Rosa”, umożliwiającą podłączenie kabli. Słupy posadzić w taki sposób aby wnęki słupowe znajdowały się od strony chodnika, natomiast krawędź dolna wnęki znajdowała się nie mniej niż 60 cm nad poziomem terenu zniwelowanego. W razie konieczności dokonać wycinki gałęzi wokół latarni i opraw oświetleniowych.

Oprawy zasilić od tabliczki bezpiecznikowej przewodem YDY 3x2,5 mm². Jako zabezpieczenie opraw zastosować wkładkę topikową max. Bi Wts 6A.

f) Uziomy:

Należy wykonać uziomy o $R < 5\Omega$ przy słupach oświetleniowych zgodnie ze schematem. Przewiduje się ułożenie w rowie kablowym (pod warstwą piasku) bednarki ocynkowanej o długości ok. 30 m oraz wbicie prętów stalowych ocynkowanych o średnicy min. 16 mm, długości 3 m każdy, i trwałe połączenie ich z bednarką. Następnie należy dokonać pomiaru rezystancji. Jeżeli ze względu na warunki glebowe wartość zmierzona rezystancji będzie większa od wartości w/w należy wbijać kolejne pręty łącząc je otokiem i powtarzając pomiary.

Dopuszcza się wykonanie uziomu w oparciu o taśmę stalową ocynkowaną FeZn o wymiarach 30x4 mm, dobierając długość wg uwarunkowań glebowych. Połączenie

między uziomem a szyną PEN w szafce oświetleniowej wykonać przewodem typu DY 16.

g) Ochrona od porażeń:

Ochronę przed dotykiem bezpośrednim (ochrona podstawowa) stanowi izolacja robocza przewodów i kabli, oraz osłony zewnętrzne urządzeń elektrycznych.

Jako ochronę przed dotykiem pośrednim (ochrona dodatkowa) zastosowano szybkie wyłączenie zasilania w przypadku pojawienia się napięcia na metalowych częściach słupa i oprawy. Metalowe części słupa należy podłączyć przewodem ochronnym z zaciskiem PEN na tabliczce bezpiecznikowej.

1.7. Uwagi końcowe:

Całość prac prowadzić zgodnie z PBUE.

Wszelkie zmiany w projekcie należy uzgodnić z autorem projektu.

Bezwzględnie stosować się do uwag protokołu ZUD oraz wtp.

Przed przystąpieniem do prac wyznaczyć geodezyjnie miejsca montażu słupów, szafek kablowych oraz przebieg trasy przebiegu kabli.

2. Obliczenia techniczne.

2.1. Obliczanie całkowitej mocy zainstalowanej:

Projektowana SO

Obwód nr 1 – 30x80W=2400W

Obwód nr 2 – 18x80W=1440

Razem P=3840 W

Całkowita moc opraw zasilanych z projektowanej szafki oświetleniowej wynosi 3,84kW w układzie 3-fazowym.

Do obliczeń przyjęto moc zapotrzebowaną

$$P_{obl} = k_i \cdot k_j \cdot P_z$$

gdzie:

- k_i – współczynnik jednoczesności (przyjęto=1),
- k_j – współczynnik rozruch (przyjęto=1,2),

czyli moc obliczeniowa wynosi:

$$P_{obl} = 1 \times 1,2 \times 3,84 \text{ kW} = 4,61 \text{ kW}$$

2.2. Dobór przewodów i zabezpieczeń:

a) Sprawdzenie doboru kabla zasilającego projektowaną szafkę oświetleniową

$$I_B = \frac{P_z}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{4610}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 7,39 [\text{A}]$$

Istniejący kabel YAKY 4x50mm² musi spełniać następujące warunki :

$$I_B < I_n < I_Z$$

$$I_2 < 1,45 \cdot I_Z$$

gdzie :

I_n - prąd znamionowy zabezpieczenia

I_z - obciążalność prądowa długotrwała przewodów

I_2 - prąd zadziałania zabezpieczeń

Dopuszczalna obciążalność długotrwała dla kabla YAKY 4x50mm² wynosi $I_z=129A$.

Linia n.n. kablowa, do której będzie podłączony zasilacz SO zabezpieczona jest wkładką bezpiecznikową o wartości 25A.

Czyli:

$$7,39 < 25 A < 129 A$$

$$1,75 \cdot 25 A < 1,45 A \cdot 129 A$$

$$43,75 A < 187,05 A$$

Warunki są spełnione.

b) Sprawdzenie kabla w obwodzie projektowanej rozdzielnicy SO

Do obliczeń przyjęto moc zapotrzebowaną dla obw. Nr 1 dla fazy L3

$$P_{obl} = k_i \cdot k_j \cdot P_z$$

gdzie:

- k_i – współczynnik jednoczesności (przyjęto=1),
- k_j – współczynnik rozruch (przyjęto=1,2),
- $P_z = 30 \text{ opraw} \times 80W = 2400 W$

czyli moc obliczeniowa wynosi:

$$P_{obl} = 1 \times 1,2 \times 2,4kW = 2,88kW$$

Obliczeń dokonano dla fazy L3. Maksymalny prąd, który popłynie w tej fazie wyniesie:

$$I_B = \frac{P_Z}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{2880}{230 \cdot 0,9} = 13,91 [\text{A}]$$

Projektowany kabel YAKY 4×25mm² musi spełniać następujące warunki :

$$\begin{aligned} I_B &< I_n < I_Z \\ I_2 &< 1,45 \cdot I_Z \end{aligned}$$

Dopuszczalna obciążalność długotrwała dla kabla YAKY 4×25 wynosi $I_Z=90 \text{ A}$.

Obwód w projektowanej rozdzielnicy zabezpieczony zostanie wkładką topikową typu BiWts 16A.

Czyli:

$$\begin{aligned} 13,91 \text{ A} &< 16 \text{ A} < 90 \text{ A} \\ 1,75 \cdot 16 \text{ A} &< 1,45 \cdot 90 \text{ A} \\ 28 \text{ A} &< 130,50 \text{ A} \end{aligned}$$

Warunki są spełnione.

c) Sprawdzenie projektowanego przewodu YDY 3x2,5mm² w słupach.

Maksymalny prąd, który popłynie w latarni ulicznej wyniesie:

$$I_B = \frac{P_Z}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{80}{230 \cdot 0,9} = 0,38 [\text{A}]$$

Projektowany kabel musi spełniać następujące warunki :

$$I_B < I_n < I_Z$$
$$I_2 < 1,45 \cdot I_Z$$

gdzie :

I_n - prąd znamionowy zabezpieczenia

I_Z - obciążalność prądowa długotrwała przewodów

I_2 - prąd zadziałania zabezpieczeń

Do sprawdzenia doboru kabla przyjęto jego obciążalność przy ułożeniu w rurze ochronnej (w tym przypadku najgorsze warunki chłodzenia). Dopuszczalna obciążalność długotrwała dla kabla YDY 3x2,5mm² wynosi $I_Z=31$, a oprawa zabezpieczona zostanie na tabliczce bezpiecznikowej w słupie wkładką bezpiecznikową BiWts 6A.

Czyli:

$$0,38A < 6 A < 31 A$$
$$1,9 \cdot 6 A < 1,45 A \cdot 31 A$$
$$11,4A < 44,95 A$$

Warunki są spełnione.

2.3. Sprawdzenie maksymalnego spadku napięcia.

Sprawdzenia dokonano dla najdalej oddalonej oprawy (faza L3). Do obliczeń przyjęto obwód nr 1, który jest najdłuższy, zastosowano metodę odcinkową, wg ogólnej zależności:

$$\Delta U = \frac{2}{\gamma} \sum \frac{I_{cxy} \cdot l_{xy}}{S_{xy}}$$

$$\Delta U = 6,28V.$$

Procentowy spadek napięcia dla obwodu nr 1 wynosi:

$$\Delta U\% = (6,28 \cdot 100) / 230 = 2,73\%.$$

Spadek napięcia liczony na odcinku SO do ostatniej lampy w obwodzie jest mniejszy od dopuszczalnego spadku napięcia, który dla obwodów oświetleniowych wynosi 5%.

2.4. Sprawdzenie warunków ochrony przeciwporażeniowej.

a) Sprawdzenia dokonano dla najdalej oddalonej oprawy w projektowanej SO na obwodzie nr 1.

Element pętli zwarciowej	L	Rjed	Xjed	R	XL	Z
	m	Ω /km	Ω /km	Ω	Ω	Ω
Transformator 400kVA	1			0,0066	0,0167	0,0180
Kabel YAKY 4x95	130	0,32	0,1	0,0832	0,0260	0,0872
Linia napow. 4x50 Al.	115	0,5917	0,33	0,1361	0,0759	0,1558
Kabel YAKY 4x50	57	0,641	0,1	0,0731	0,0114	0,0740
Impedancja Z1=						0,3349
Impedancja obliczeniowa ZS1 = Z1 x 1,25=						0,4186
Kabel YAKY 4x25	1304	1,2	0,1	3,1296	0,2608	3,1404
Impedancja Z2=						3,4754
Impedancja obliczeniowa ZS2 = Z2 x 1,25=						4,3442
Kabel YDY 3x2,5	7	7,2	0,15	0,1008	0,0021	0,1008
Impedancja Z3=						3,5762
Impedancja obliczeniowa ZS3 = Z3 x 1,25=						4,4702

gdzie :

L - przybliżona długość linii kablowej

R_{jed} - jednostkowa rezystancja elementu sieci

X_{jed} - jednostkowa reaktancja elementu sieci

R - rezystancja elementu sieci

X_L - reaktancja indukcyjna elementu sieci

Z - impedancja elementu sieci

Z₁ - impedancja pętli zwarciowej przy zwarcu w punkcie "1" (SO)

Z_{S1} - impedancja obliczeniowa pętli zwarciowej przy zwarcu w punkcie "1"

Z₂ - impedancja pętli zwarciowej przy zwarcu w punkcie "2" (tabl. bezpiecznikowa)

Z_{S2} - impedancja obliczeniowa pętli zwarciowej przy zwarcu w punkcie "2"

Z₃ - impedancja pętli zwarciowej przy zwarcu w punkcie "3" (oprawa uliczna)

Z_{S3} - impedancja obliczeniowa pętli zwarciowej przy zwarcu w punkcie "3"

- Obliczeniowa impedancja pętli zwarciowej przy zwarcu na tablicy w proj. SO:

$$Z_{S1}=0,4186$$

Znamionowy prąd wkładki bezpiecznikowej typu WTN-1 20A w rozdzielnicy SO – zabezpieczenie przedlicznikowe $I_n = 20A$

Minimalny prąd odłączeniowy zapewniający szybkie wyłączenie wynosi:

$$I_a = k \cdot I_n$$

Współczynnik k wynosi 5,5

$$I_w = 5,5 \cdot 20 = 110 \text{ A}$$

$$I_a \cdot Z_s < U_0$$

$$110 \cdot 0,4186 < 230 \text{ V}$$

$$46,04\text{V} < 230 \text{ V}$$

Warunki ochrony przeciwporażeniowej są spełnione.

- *Obliczeniowa impedancja pętli zwarciowej przy zwarciu w słupie na tabliczce bezpiecznikowej :*

$$Z_{S2}=4,3442$$

Znamionowy prąd wkładki topikowej BiWts rozdzielnicy SO – zabezpieczenie linii kablowej $I_n = 16A$

Minimalny prąd odłączeniowy zapewniający szybkie wyłączenie wynosi:

$$I_a = k \cdot I_n$$

Współczynnik k wynosi 2,5

$$I_w = 2,5 \cdot 16 = 40 \text{ A}$$

$$I_a \cdot Z_s < U_0$$

$$40 \cdot 4,3442 < 230 \text{ V}$$

$$173,76\text{V} < 230 \text{ V}$$

Warunki ochrony przeciwporażeniowej są spełnione.

- *Obliczeniowa impedancja pętli zwarciowej przy zwarcu w oprawie :*

$$Z_{S3}=4,4702$$

Znamionowy prąd wkładki topikowej – zabezpieczenie linii kablowej $I_n = 6A$

Minimalny prąd odłączeniowy zapewniający szybkie wyłączenie wynosi:

$$I_a = k \cdot I_n$$

Współczynnik k wynosi 2,5 (wkładka szybka):

$$I_w = 2,5 \cdot 6 = 15 A$$

$$I_a \cdot Z_s < U_0$$

$$15 \cdot 4,4702 < 230 V$$

$$67,05V < 230 V$$

Warunki ochrony przeciwporażeniowej są spełnione.