

## **OPIS TECHNICZNY**

### **1. Cel i zakres opracowania**

Niniejszy projekt przebudowy oświetlenia drogowego w miejscowości Zahorów – teren Rejonu Energetycznego Biała Podlaska, wykonano dla Urzędu Gminy Piszczac. Ma on na celu określenie zakresu i kierunków działania w procesie budowy oświetlenia drogowego dla osiągnięcia normatywnego oświetlenia przy minimalnej mocy zainstalowanej urządzeń oświetleniowych.

### **2. Podstawa opracowania**

- zlecenia Inwestora
- wtórniki aktualnych map do projektowania
- opinia ZUD w Białej Podlaskiej
- decyzja o ustaleniu lokalizacji inwestycji celu publicznego
- wykaz właścicieli działek i prawo do dysponowania nieruchomościami na cele budowlane
- zgody Wójta Gminy na lokalizację sieci elektroenergetycznej w drogach gminnych
- obowiązujące przepisy i normy

### **3. Zakres opracowania**

Zakres opracowania obejmuje budowę oświetlenia drogowego:

- budowę szafki oświetlenia ulicznego SO1 zasilanej ze złącza ZK 1/1/2 kablem typu YAKXS 4x35mm<sup>2</sup> o dł. l=5m
- budowę szafki oświetlenia ulicznego SO2 zasilanej ze złącza ZK 2/2/1 kablem typu YAKXS 4x35mm<sup>2</sup> o dł. l=69m
- budowę szafki oświetlenia ulicznego SO3 zasilanej ze złącza ZK 3/1/3 kablem typu YAKXS 4x35mm<sup>2</sup> o dł. l=8m
- budowę nowej linii kablowej oświetlenia:
  - a/ YAKXS 5x25mm<sup>2</sup> o łącznej dł. L=2804/3050 m
  - b/ YKY 3x2,5mm<sup>2</sup> o łącznej dł. L=41/45 m
  - b/ montaż słupów oświetleniowych, np. ORION PS 8m wraz z wysięgnikiem jednoramiennym ORION OC S, kpl. 52
  - c/ montaż opraw ELGO-GRUPA BRILUX LEDA 2 OUSc-100/WO 002128 OUSc-100\_PC\_szs, kpl.52
  - d/ montaż lamp sodowych NAV-T 100W SUPER 4Y OSRAM, kpl. 52

e/ montaż opraw BRILUX S.A. NH-ALM0150 ALUM 150 1x150W, kpl. 2

f/ montaż lamp metalohalogenkowych HQITS150WDLUVS, kpl. 2

Słupy wraz z oprawami oświetleniowymi zostaną zdemontowane przy przebudowie sieci elektroenergetycznej SN/nN, ponieważ są własnością PGE Dystrybucja S.A Lublin.

#### **4. Opis stanu istniejącego**

W związku z planowaną modernizacją sieci elektroenergetycznej nN z napowietrznej na kablową miejscowość Zahorów zostanie pozbawiony oświetlenia drogowego.

#### **5. Dobór parametrów oświetleniowych**

Projektowane oświetlenie drogowe na drodze w miejscowości Zahorów zaliczono do kategorii oświetlenia – S4, porównywalnej do ME6 o niewielkim wykorzystaniu po zmroku przez rowerzystów lub pieszych, stanowiące wyłącznie dojazdy do sąsiednich nieruchomości (Ważna dla podkreślenia wiejskiego charakteru otoczenia).

Droga zostanie oświetlona za pomocą opraw o rozsyle szeroko-strumieniowym typu LEDA2, do lamp sodowych o mocy 100W, typu NAV-T 100W, rozmieszczonymi według planu sytuacyjnego, w odstępach około 55-60m. W tabeli poniżej podano podstawowe wielkości wynikające z projektu nowej normy - PN-EN 13 201. Obliczenia przeprowadzono dla opraw - OUSc-100/WO.

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

Zahorów – droga utwardzona	Wg normy [Lux]	Na podstawie obliczeń
$E_m$	5,0	6,42
$E_{min}$	1,0	1,22

Z przeprowadzonych obliczeń wynika, że projektowane oprawy spełniają wymagane przez PN-EN parametry oświetleniowe.

#### **6. Sposób zasilania**

Szafki oświetlenia ulicznego SO zasilane będą ze złącz kablowych ZK typu 1a+1P kablem YAKXS 4x35mm<sup>2</sup>. Z szafek SO1, SO2 i SO3 wyprowadzić obwody kablowe wykonane kablem YAKXS 5x25mm<sup>2</sup> zasilające latarnie. Dodatkowo projektuje się na terenie Parafii Polskiego Autokafalicznego Kościoła Prawosławnego 2 sztuki opraw do zewnętrznego oświetlenia iluminacyjnego.

## **7. Linia kablowa oświetlenia ulicznego**

Projektowany kabel oświetleniowy YAKXS 5x25mm<sup>2</sup> należy układać w wykopie zgodnie z wyznaczoną trasą w rowie kablowym o szerokości 0,4m i głębokości 0,7 na 10 cm warstwie piasku. Ułożony kabel należy zasypać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm oraz warstwą rodzimego gruntu o grubości 15 cm, a następnie przykryć folią z tworzywa sztucznego koloru niebieskiego.

Na kablu co 10m, przy wejściach do słupów oraz przy wejściach do szafek SO umocować opaski. Na opaskach podać przekrój kabla, znak użytkownika (Gmina Piszczac) oraz rok ułożenia.

Na skrzyżowaniach projektowanego kabla oświetleniowego z urządzeniami podziemnymi należy układać rury przepustowe Arot DVK 75. Przejścia pod drogą wykonać metodą przewiertu z ułożeniem w rurze ochronnej SRS 75. W przypadku zbliżenia poziomego istniejącej sieci do projektowanego kabla zastosować rury ochronne np. Arot A PS. Przy wejściach kabla do słupa oraz szafek SO pozostawić zapasy ok. 1,5m. Linie kablową oświetleniową należy zgłosić do odbioru Inwestorowi, a służbom geodezyjnym zlecić wykonanie inwentaryzacji powykonawczej.

## **8. Szafka sterowania oświetleniem**

### **- oświetlenie ze St. Tr. Zahorów 1**

Dla zasilania projektowanego oświetlenia ulicznego projektuje się szafkę pomiarową oświetlenia ulicznego SO1 (zabudowane w oparciu o obudowę SKRD 400/600/1) zlokalizowanej w pasie drogi nr 35. Wyposażenie szafki SO1 należy wykonać zgodnie ze schematem, wg. rys 3. Sterowanie oświetleniem zaprojektowano z programowalnego sterownika zmierzchowego (zegara astronomicznego np. typu ZE-02 ENERGOMIAR). Szafkę SO1 należy zasilić kablem zalicznikowym YAKXS 4x35mm<sup>2</sup> wyprowadzonym ze złącza ZK1/1/2, zabezpieczonym za pomocą wyłącznika nadprądowego S303C16A.

Z projektowanej SO1 należy wyprowadzić 2 obwody oświetleniowe:

obwód nr 1 kablem YAKXS 5x25mm<sup>2</sup> o łącznej długości l=555m

obwód nr 2 kablem YAKXS 5x25mm<sup>2</sup> o łącznej długości l=581m

Linie zasilające projektowane latarnie uliczne zabezpieczyć w szafce oświetleniowej SO1 wkładkami bezpiecznikowymi typu WT-00 gG10A

### **- oświetlenie ze St. Tr. Zahorów 2**

Dla zasilania projektowanego oświetlenia ulicznego projektuje się szafkę pomiarową oświetlenia ulicznego SO2 (zabudowane w oparciu o obudowę SKRD 400/600/1) na dz. nr 278/1 przy St. Tr. Zahorów 2. Wyposażenie szafki SO2 należy wykonać zgodnie ze schematem, wg. rys 4. Sterowanie oświetleniem zaprojektowano z programowalnego sterownika zmierzchowego (zegara astronomicznego np. typu ZE-02 ENERGOMIAR). Szafę SO2 należy zasilić kablem zalicznikowym YAKXS 4x35mm<sup>2</sup> wyprowadzonym ze złącza ZK2/2/1 zabezpieczonym za pomocą wyłącznika nadprądowego S303C16A.

Z projektowanej SO2 należy wyprowadzić obwód oświetleniowy kablem YAKXS 5x25mm<sup>2</sup> o długości l=589m. Obwód odbiorczy zabezpieczyć w szafce oświetleniowej SO2 wkładkami bezpiecznikowymi typu WT-00 gG10A

### **- oświetlenie ze St. Tr. Zahorów 3**

Dla zasilania projektowanego oświetlenia ulicznego projektuje się szafkę pomiarową oświetlenia ulicznego SO3 (zabudowane w oparciu o obudowę SKRD 400/600/1) na dz. nr 278/1. Wyposażenie szafki SO3 należy wykonać zgodnie ze schematem, wg. rys 5. Sterowanie oświetleniem zaprojektowano z programowalnego sterownika zmierzchowego (zegara astronomicznego np. typu ZE-02 ENERGOMIAR). Szafę SO3 należy zasilić kablem YAKXS 4x35mm<sup>2</sup> wyprowadzonym ze złącza ZK3/1/3 zlokalizowanego obok, zabezpieczonym za pomocą wyłącznika nadprądowego S303C16A.

Z projektowanej SO3 należy wyprowadzić 2 obwody oświetleniowe:

obwód nr 1 kablem YAKXS 5x25mm<sup>2</sup> o łącznej długości l=1076m

obwód nr 2 kablem YAKXS 5x25mm<sup>2</sup> o łącznej długości l=291m

Z projektowanego słupa oświetleniowego nr 3/2/2 zasilić oprawy do zewnętrznego oświetlenia iluminacyjnego oświetlającego cerkiew kablem YKY 3x2,5mm<sup>2</sup>.

Linie zasilające projektowane latarnie uliczne zabezpieczyć w szafce oświetleniowej SO3 wkładkami bezpiecznikowymi typu WT-00 gG10A

### **9. Lokalizacja i rodzaje słupów OU.**

Słupy do zainstalowania opraw oświetlenia ulicznego ustawić w miejscach wskazanych na planie zagospodarowania przestrzennego (wg. rys.1). Wszystkie prace przy zakopaniu i ustawieniu fundamentów słupów wykonać ręcznie z zachowaniem szczególnej uwagi na istniejące urządzenia podziemne.

Projektuje się 52 szt. słupów o wysokości 8 m z wysięgnikiem ORION PS posadowionych na fundamencie F-100/43. Słupy są wyposażone we wnękę bezpiecznikową, w której należy zamontować złącza bezpiecznikowe IZK-4-01, złącza fazowe IZK-4-02 oraz złącza zerowe IZK-4-03 (IZK-4-04). Oprawy zabezpieczyć w złączach IZK za pomocą wkładek topikowych BiWts-6A. Każdą oprawę oświetleniową należy zasilić przewodem YDY3x2,5 ułożonym wewnątrz słupa latarni. W celu zapewnienia równomierności obciążenia linii oprawy oświetleniowe podłączyć co trzecią do tej samej fazy licząc od strony szafek SO (wg schematów na rys 2).

Odcinek drogi ujęty niniejszym opracowaniem zostanie oświetlony za pomocą 52 szt. opraw ulicznych o charakterystyce szeroko-strumieniowej typu OUSc II klasy izolacyjności, o wskaźniku IP 66 dla komory optycznej z kloszem szklanym ze źródłem światła o mocy 100W. Oprawa powinna mieć regulację kąta pochylenia  $0^0$ - $15^0$ . Zastosować oprawę o parametrach nie gorszych od ELGO-GRUPA BRILUX LEDA 2 OUSc-100/WO 002128 OUSc-100\_PC\_szs. Zastosować lampy sodowe np. NAV-T 100W SUPER 4Y OSRAM. Dodatkowo projektuje się na terenie Parafii Polskiego Autokafalicznego Kościoła Prawosławnego 2 sztuki opraw do zewnętrznego oświetlenia iluminacyjnego np. firmy BRILUX S.A. NH-ALM0150 ALUM 150 1x70W z lampami metalohalogenkowymi HQITS150WDLUVS.

Oprawy należy umieścić na fundamencie do opraw ogrodowych F1. Wyżej wymienione oprawy należy zasilić z projektowanego słupa oświetleniowego nr 3/2/2 kablem YKY 3x2,5mm<sup>2</sup>.

Wszystkie elementy oświetlenia muszą posiadać atest.

## **10. Uziemienie słupów**

Uziemienie wykonać taśmowo prętowe z bednarki ocynkowanej Fe Zn 25x4 mm. W projektowanych słupach krańcowych dla projektowanych odcinków linii kablowej projektuje się uziemienia ochronne o  $R_u < 10\Omega$ . Dodatkowo należy uziemić latarnie i linię kablówką oświetlenia ulicznego na odcinkach ciągłych minimum co 500m. Należy także uziemić projektowane szafki oświetleniowe. Rezystancja uziemienia  $R_u \leq 10\Omega$ . Dokonać pomiaru jej rezystancji. Uziemienie wykonać zgodnie z wytycznymi wykonywania uziomów.

## **11. Ochrona od porażeń**

Ochrona od porażeń będzie składała się z ochrony podstawowej i dodatkowej.

Ochrona podstawowa (przed dotykiem bezpośrednim) zrealizowana będzie przez zastosowanie izolowania części czynnych.

Ochrona dodatkowa (przed dotykiem pośrednim) zrealizowana będzie poprzez samoczynne wyłączenie zasilania w układzie TN-C

Ochronie przeciwporażeniowej podlegają wszystkie konstrukcje wsporcze, skrzynki na osprzęt elektryczny, metalowe obudowy aparatów i urządzeń elektrycznych, które wskutek uszkodzenia izolacji mogą znaleźć się pod napięciem. Wszystkie one będą podłączone przewodami ochronnymi w izolacji żółto-zielonej do uziemionego zacisku ochronnego i do przewodu neutralnego „N”. System sieci TN-C.

## **12. Ochrona od porażeń**

Montaż urządzeń wykonywać zgodnie z zaleceniami producentów, zachowując sposób ochrony antykorozyjnej.

Materiały i urządzenia użyte do budowy winny posiadać odpowiednie certyfikaty / atesty.

Wytyczne prowadzenia robót kablowych:

- wszystkie trasy kablowe powinien wytyczyć uprawniony geodeta
- w miejscach istniejącego uzbrojenia podziemnego wykopy wykonywać ręcznie bez użycia sprzętu mechanicznego
- roboty wykonywać zgodnie z obowiązującymi normami i przepisami, z zachowaniem zasad BHP
- kabel po ułożeniu zgłosić do powykonawczej inwentaryzacji geodezyjnej.

Przed oddaniem do eksploatacji należy wykonać pomiary i badania potwierdzające prawidłowe wykonanie linii.

## OBLICZENIA TECHNICZNE

### 1. Obliczenia dla projektowanej SO1 zasilanej ze złącza ZK1/1/2

#### 1.1 Obliczenie mocy zainstalowanej

Projektowana SO

Obwód nr 1 –  $9 \times 115W = 1035W$

Obwód nr 2 –  $10 \times 115W = 1150W$

Razem –  $P = 19 \times 115W = 2185W$

Przyjęto moc całkowitą oprawy 115 W /dla źródeł o mocy 100 W

Całkowita moc opraw zasilanych z projektowanej szafki oświetleniowej wynosi 2185W 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 rozruchu (przyjęto=1,5),

czyli moc obliczeniowa wynosi:

$$P_{obl} = 1 \cdot 1,5 \cdot 2185 = 3278W$$

#### 1.2 Dobór kabla zasilającego szafkę oświetleniową

$$I_B = \frac{P_{obl}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{3278}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 5,26A$$

Dobieram kabel YAKXS 4x35mm<sup>2</sup>, który musi spełnić następujące warunki:

$$I_B < I_n < I_z$$

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

Dopuszczalna obciążalność długotrwała dla kabla YAKXS 4x35 wynosi  $I_z=120 A$ .

Przyjęto zabezpieczenie przedlicznikowe nadmiarowo prądowe S303C16A

Czyli:

$$\begin{aligned} 5,26A &< 16A < 120A \\ 1,45 \cdot 16A &< 1,45 \cdot 120A \\ 23,2A &< 174A \end{aligned}$$

Warunki są spełnione

#### 1.3 Dobór zabezpieczeń

Prąd szczytowy dla projektowanego obwodu oświetleniowego nr 2 – 10 latarni drogowych (przypadek najniekorzystniejszy)

$$I_B = k_j \cdot \frac{P_{obl}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = 1,5 \cdot \frac{1150}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 2,77A$$

Projektowany obwód oświetlenia ulicznego zabezpieczyć wkładkami bezpiecznikowymi typu WT-00 gG10A zainstalowanymi w szafce oświetlenia ulicznego SO1 zlokalizowanej przy złączu ZK1/1/2.

#### 1.4 Dobór linii zasilającej latarnie uliczne:

Dla projektowanego zasilania zgodnie z PN-91/E-05009/43 przy koordynacji zabezpieczeń i doborze przekrojów kabli muszą być spełnione warunki:

$$I_B < I_n < I_Z$$

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

Sprawdzenie warunków doboru zabezpieczeń:

Do zasilania projektowanych latarni ulicznych dobrano kabel nN typu YAKXS 5x25 mm<sup>2</sup> o łącznej długości ok. l = 581 m ułożony w ziemi;

$$\text{dla kabla YAKXS } 5 \times 25 \text{ mm}^2 \quad I_Z = 90 \text{ A}$$

- dla projektowanego obwodu oświetleniowego

$$2,77 \text{ A} < 10 \text{ A} < 90 \text{ A} - \text{warunek spełniony}$$

Linia zasilająca proj. latarnie uliczne zabezpieczona jest w szafce oświetleniowej SO1 wkładkami bezpiecznikowymi WTN-00 gG10A. Prąd zadziałania wyznaczmy z zależności:

$I_2 = 1,9 \cdot I_n$ , zatem:

$$I_2 < 1,9 \cdot I_Z$$

$$1,9 \cdot 10A < 1,45 \cdot 90A$$

$$19A < 130,5A$$

Warunek spełniony

#### 1.5 Sprawdzenie projektowanego przewodu YDY 3x2,5mm<sup>2</sup> w słupach.

Maksymalny prąd, który popłynie w latarni ulicznej wyniesie:

$$I_B = \frac{P_Z}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{115}{230 \cdot 0,9} = 0,56A$$

Projektowany kabel musi spełniać następujące warunki:

$$I_B < I_n < I_Z$$

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

Do sprawdzenia doboru kabla przyjęto jego obciążalność przy ułożeniu w rurze ochronnej (w tym przypadku najgorsze warunki chłodzenia). Dopuszczalna obciążalność długotrwała



dla kabla YDY 3x2,5mm<sup>2</sup> wynosi Iz=31, a oprawa zabezpieczona zostanie na tabliczce bezpiecznikowej w słupie wkładką bezpiecznikową BiWts 6A, czyli

$$\begin{aligned}0,56 < 6A < 31A \\1,9 \cdot 6A < 1,45 \cdot 31A \\11,4A < 44,95A\end{aligned}$$

Warunki są spełnione

### 1.6 Sprawdzenie maksymalnego spadku napięcia

Sprawdzenia dokonano dla najdalej oddalonej oprawy. Do obliczeń przyjęto obwód nr 1, który jest najdłuższy.

Spadek napięcia liczony od St. Transformatorowej Zahorów 1 zasilającej złącze ZK1/1/2 / kabel YAKXS 4 x 120 mm<sup>2</sup> / - obw. 3-fazowy – długość l = 193 m

$$P=0,880 \times (14+14)+3,278=26,825 \text{ kW}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 27918 \cdot 193}{35 \cdot 120 \cdot 400^2} = 0,80\%$$

Spadek napięcia od ZK 3e+2P nr 1/1/2 do ZK 1a+1P nr 1/1/2

/ kabel YAKXS 4 x 70 mm<sup>2</sup> / - obw. 3-fazowy – długość ok. l = 5 m

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 3278 \cdot 5}{35 \cdot 70 \cdot 400^2} \approx 0,01\%$$

Spadek napięcia od ZK1/1/2 do SO1

/ kabel YAKXS 4 x 35 mm<sup>2</sup> / - obw. 3-fazowy – długość ok. l = 5 m

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 3278 \cdot 5}{35 \cdot 35 \cdot 400^2} \approx 0,01\%$$

Spadek napięcia od SO1 do latarni nr 1/2/10

/ kabel YAKXS 5 x 25 mm<sup>2</sup> / - obw. 3-fazowy – długość ok. l = 581 m

$$\begin{aligned}\Delta U_{\%} &= \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 1725 \cdot 581}{35 \cdot 25 \cdot 400^2} = 0,71\% \\ \Sigma \Delta U_{\%} &= 0,80 + 0,01 + 0,01 + 0,71 = 1,53 \leq 3\%\end{aligned}$$

Spadek napięcia liczony na odcinku St. Transformatorowa Zahorów 1 do ostatniej lampy w obwodzie jest mniejszy od dopuszczalnego spadku napięcia, który dla obwodów oświetleniowych wynosi 3%.

### 1.7 Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej

Sprawdzenia dokonano dla najdalej oddalonej oprawy w projektowanej SO1 na obwodzie nr 2:

transformator 100kVA – Stacja Zahorów 1

linia kablowa YAKXS 4x120 mm<sup>2</sup> – od stacji trafo Zahorów 1 do złącza ZK 3e+2P nr 1/1/2, L=193 m

linia kablowa YAKXS 4x70 mm<sup>2</sup> – od złącza ZK 3e+2P do złącza ZK 1a+1P  
nr 1/1/2 L=5m

linia kablowa /proj./ YAKXS 4x35 mm<sup>2</sup> – od złącza nr 1/1/2 do proj. szafki SO1  
L=5 m

linia kablowa /proj./ YAKXS 5x25 mm<sup>2</sup> – od SO1 do słupa nr 1/2/10 L=581 m.

Element pętli zwarciowej	L	R	X <sub>L</sub>	Z
	m	Ω	Ω	Ω
Transformator 100kVA		0,031	0,073	
kabel YAKXS 4x120mm <sup>2</sup>	193	0,238	0,080	
kabel YAKXS 4x120mm <sup>2</sup>	5	0,408	0,080	
kabel YAKXS 4x35mm <sup>2</sup>	5	0,868	0,080	
Impedancja Z1				<b>0,1681</b>
Impedancja obliczeniowa Zs1=1,25*Z1				<b>0,210</b>
kabel YAKXS 5x25mm <sup>2</sup>	581	1,142	0,080	
Impedancja Z2				<b>1,505</b>
Impedancja obliczeniowa Zs2=1,25*Z2				<b>1,881</b>
kabel YDY 3x2,5mm <sup>2</sup>	10	7,41	0,08	
Impedancja Z3				<b>1,653</b>
Impedancja obliczeniowa Zs3=1,25*Z3				<b>2,065</b>

- Obliczeniowa impedancja pętli zwarciowej przy zwarcu na tablicy w proj. SO1:

$$Z_{s1}=0,210 \Omega$$

Prąd powodujący zadziałanie wyłącznika nadprądowego S303C 16A z czasem nie dłuższym niż 5s wynosi 160A.

Prąd zwarciowy wynosi:

$$I_k = 0,8 \cdot \frac{U_f}{Z_{s1}} = 0,8 \cdot \frac{230}{0,210} = 876A$$

Minimalny prąd odłączeniowy zapewniający szybkie wyłączenie wynosi:

$$I_a=k \cdot I_n$$

$$I_a = 10 \cdot 16 = 160A$$

$$I_a \cdot Z_{s1} < U_0$$

$$160 \cdot 0,210 < 230V$$

$$33,6V < 230V$$

Warunki ochrony przeciwporażeniowej są spełnione.

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

$$Z_{s2}=1,881 \Omega$$

Zabezpieczenie obwodowe WTN-00 gG10A w rozdzielnicy SO1

Minimalny prąd odłączeniowy zapewniający szybkie wyłączenie wynosi:

$$I_a=k \cdot I_n$$

$$I_a = 7 \cdot 10 = 70A$$

$$I_a \cdot Z_{S1} < U_0$$

$$70 \cdot 1,881 < 230V$$

$$131,7V < 230V$$

Dla wkładek bezpiecznikowych zainstalowanych w szafce SO1 prąd  $I_a$  powodujący zadziałanie w czasie nie dłuższym niż 0,4 s wynosi 70A

Warunki ochrony przeciwporażeniowej są spełnione.

- Obliczeniowa impedancja pętli zwarciowej przy zwarcu w oprawie:

$$Z_{S2}=2,065 \Omega$$

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 5,7 (wkładka szybka)

$$I_a = 5,7 \cdot 6 = 34,2A$$

$$I_a \cdot Z_{S1} < U_0$$

$$34,2 \cdot 2,065 < 230V$$

$$70,62V < 230V$$

Warunki ochrony przeciwporażeniowej są spełnione.

## 2. Obliczenia dla projektowanej SO2 zasilanej ze złącza ZK2/2/1

### 2.1 Obliczenie mocy zainstalowanej

$$\text{Obwód nr 1} - 10 \times 115W = 1150W$$

Przyjęto moc całkowitą oprawy 115 W /dla źródeł o mocy 100 W

Całkowita moc opraw zasilanych z projektowanej szafki oświetleniowej wynosi 1150W w układzie 3-fazowym. Moc obliczeniowa wynosi:

$$P_{obl} = 1 \cdot 1,5 \cdot 1150 = 1725W$$

### 2.2 Dobór kabla zasilającego szafkę oświetleniową

$$I_B = \frac{P_{obl}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{1725}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 2,77A$$

Dobieram kabel YAKXS 4x35mm<sup>2</sup>, który musi spełnić następujące warunki:

$$I_B < I_n < I_Z$$

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

Dopuszczalna obciążalność długotrwała dla kabla YAKXS 4x35 wynosi  $I_Z=120 A$ .

Przyjęto zabezpieczenie przedlicznikowe nadmiarowo prądowe S303C16A

Czyli:

$$2,77A < 16A < 120A$$

$$1,45 \cdot 16A < 1,45 \cdot 120A$$

$$23,2A < 174A$$

Warunki są spełnione

### 2.3 Dobór zabezpieczeń

Projektowany obwód oświetlenia ulicznego zabezpieczyć wkładkami bezpiecznikowymi typu WT-00 gG10A zainstalowanymi w szafce oświetlenia ulicznego SO2 zlokalizowanej przy stacji transformatorowej Zahorów 2

### 2.4 Dobór linii zasilającej latarnie uliczne:

Dla projektowanego zasilania zgodnie z PN-91/E-05009/43 przy koordynacji zabezpieczeń i doborze przekrojów kabli muszą być spełnione warunki:

$$I_B < I_n < I_Z$$

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

Sprawdzenie warunków doboru zabezpieczeń:

do zasilania projektowanych latarni ulicznych dobrano kabel nN typu YAKXS 5 x 25 mm<sup>2</sup> o łącznej długości ok. l = 589 m ułożony w ziemi;

$$\text{dla kabla YAKXS 5 x 25 mm}^2 \quad I_Z = 90 \text{ A}$$

- dla projektowanego obwodu oświetleniowego

$$2,77 \text{ A} < 10 \text{ A} < 90 \text{ A} - \text{warunek spełniony}$$

Linia zasilająca proj. latarnie uliczne zabezpieczona jest w szafce oświetleniowej SO2 wkładkami bezpiecznikowymi WTN-00 gG10A. Prąd zadziałania wyznaczmy z zależności:  
 $I_2 = 1,9 \cdot I_n$ , zatem:

$$I_2 < 1,9 \cdot I_Z$$

$$1,9 \cdot 10A < 1,45 \cdot 90A$$

$$19A < 130,5A$$

Warunek spełniony

### 2.5 Sprawdzenie projektowanego przewodu YDY 3x2,5mm<sup>2</sup> w słupach.

Maksymalny prąd, który popłynie w latarni ulicznej wyniesie:

$$I_B = \frac{P_Z}{U \cdot \cos \varphi} = \frac{115}{230 \cdot 0,9} = 0,56A$$

Projektowany kabel musi spełniać następujące warunki:

$$I_B < I_n < I_Z$$

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

Do sprawdzenia doboru kabla przyjęto jego obciążalność przy ułożeniu w rurze ochronnej (w tym przypadku najgorsze warunki chłodzenia). Dopuszczalna obciążalność długotrwała dla kabla YDY 3x2,5mm<sup>2</sup> wynosi Iz=31 , a oprawa zabezpieczona zostanie na tabliczce bezpiecznikowej w słupie wkładką bezpiecznikową BiWts 6A, czyli

$$\begin{aligned}0,56 < 6A < 31A \\1,9 \cdot 6A < 1,45 \cdot 31A \\11,4A < 44,95A\end{aligned}$$

Warunki są spełnione

## 2.6 Sprawdzenie maksymalnego spadku napięcia

Spadek napięcia liczony od St. Transformatorowej Zahorów 2 zasilającej złącze ZK2/2/1 / kabel YAKXS 4 x 120 mm<sup>2</sup> / - obw. 3-fazowy – długość ok. l = 71 m

$$P=0,880 \times (14+5) + 1,725 = 26,825 \text{ kW}$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 18445 \cdot 71}{35 \cdot 120 \cdot 400^2} = 0,195\%$$

Spadek napięcia od ZK3e+2P nr 2/2/1 do ZK1a+1P nr 2/2/1

/ kabel YAKXS 4 x 70 mm<sup>2</sup> / - obw. 3-fazowy – długość ok. l = 5 m

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 1725 \cdot 5}{35 \cdot 70 \cdot 400^2} = 0,01\%$$

Spadek napięcia od ZK2/2/1 do proj. szafki oświetlenia SO2

/ kabel YAKXS 5 x 35 mm<sup>2</sup> / - obw. 3-fazowy – długość ok. l = 69 m

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 1725 \cdot 69}{35 \cdot 35 \cdot 400^2} = 0,06\%$$

Spadek napięcia od SO2 do ostatniej latarni w obwodzie nr 2/1/10

/ kabel YAKXS 5 x 25 mm<sup>2</sup> / - obw. 3-fazowy – długość ok. l = 589 m

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 1725 \cdot 589}{35 \cdot 25 \cdot 400^2} = 0,726\%$$

$$\Sigma \Delta U_{\%} = 0,195 + 0,01 + 0,06 + 0,726 = 0,99\% \leq 3\%$$

Spadek napięcia liczony na odcinku St. Transformatorowa Zahorów 2 do ostatniej lampy w obwodzie jest mniejszy od dopuszczalnego spadku napięcia, który dla obwodów oświetleniowych wynosi 3%.

## 2.7 Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej

Sprawdzenia dokonano dla najdalej oddalonej oprawy w projektowanej SO2.

Element pętli zwarciowej	L	R	X <sub>L</sub>	Z
	m	Ω	Ω	Ω
Transformator 100kVA		0,031	0,073	
kabel YAKXS 4x120mm <sup>2</sup>	71	0,238	0,080	
kabel YAKXS 4x70mm <sup>2</sup>	5	0,408	0,080	
kabel YAKXS 4x35mm <sup>2</sup>	69	0,868	0,080	
Impedancja Z1				<b>0,208</b>
Impedancja obliczeniowa Z <sub>s1</sub> =1,25*Z1				<b>0,260</b>
kabel YAKXS 5x25mm <sup>2</sup>	589	1,142	0,080	
Impedancja Z2				<b>1,540</b>
Impedancja obliczeniowa Z <sub>s2</sub> =1,25*Z2				<b>1,927</b>
kabel YDY 3x2,5mm <sup>2</sup>	10	7,41	0,08	
Impedancja Z3				<b>1,688</b>
Impedancja obliczeniowa Z <sub>s3</sub> =1,25*Z3				<b>2,11</b>

- Obliczeniowa impedancja pętli zwarciowej przy zwarcu na tablicy w proj. SO2:  
Z<sub>S1</sub>=0,26 Ω

Prąd powodujący zadziałanie wyłącznika nadprądowego S303C16A z czasem nie dłuższym niż 5s wynosi 160A.

Prąd zwarciowy wynosi:

$$I_k = 0,8 \cdot \frac{U_f}{Z_{S1}} = 0,8 \cdot \frac{230}{0,26} = 708A$$

Minimalny prąd odłączeniowy zapewniający szybkie wyłączenie wynosi:

$$\begin{aligned} I_a &= k \cdot I_n \\ I_a &= 10 \cdot 16 = 160A \\ I_a \cdot Z_{S1} &< U_0 \\ 160 \cdot 0,26 &< 230V \\ 36,8V &< 230V \end{aligned}$$

Warunki ochrony przeciwporażeniowej są spełnione.

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

$$Z_{S2}=1,927 \Omega$$

Zabezpieczenie obwodowe WTN-00 gG10A w rozdzielnicy SO2

Minimalny prąd odłączeniowy zapewniający szybkie wyłączenie wynosi:

$$\begin{aligned} I_a &= k \cdot I_n \\ I_a &= 7 \cdot 10 = 70A \\ I_a \cdot Z_{S1} &< U_0 \\ 70 \cdot 1,927 &< 230V \end{aligned}$$

$$134,9V < 230V$$

Dla wkładek bezpiecznikowych zainstalowanych w szafce SO2 prąd  $I_a$  powodujący zadziałanie w czasie nie dłuższym niż 0,4 s wynosi 70A

Warunki ochrony przeciwporażeniowej są spełnione.

- Obliczeniowa impedancja pętli zwarciowej przy zwarcu w oprawie:

$$Z_{S2}=2,11 \Omega$$

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 5,7 (wkładka szybka)

$$I_a = 5,7 \cdot 6 = 34,2A$$

$$I_a \cdot Z_{S1} < U_0$$

$$34,2 \cdot 2,11 < 230V$$

$$72,16V < 230V$$

Warunki ochrony przeciwporażeniowej są spełnione.

### 3. Obliczenia dla projektowanej SO3 zasilanej ze złącza ZK3/4/1

#### 3.1 Obliczenie mocy zainstalowanej

Projektowana SO3 zasilana ze złącza ZK3/4/1

Obwód nr 1 –  $18 \times 115W = 2070W$

Obwód nr 2 –  $5 \times 115W + 2 \times 150W = 875W$

Przyjęto moc całkowitą oprawy 115 W /dla źródeł o mocy 100 W

150 W /dla źródeł o mocy 150 W

Całkowita moc opraw zasilanych z projektowanej szafki oświetleniowej wynosi

$P=2945W$  w układzie 3-fazowym. Moc obliczeniowa wynosi:

$$P_{obl} = 1 \cdot 1,5 \cdot 2945 = 4417,5W$$

#### 3.2 Dobór kabla zasilającego szafkę oświetleniową

$$I_B = \frac{P_{obl}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = \frac{4417,5}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 7,08A$$

Dobieram kabel YAKXS  $4 \times 25mm^2$ , który musi spełnić następujące warunki:

$$I_B < I_n < I_Z$$

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

Dopuszczalna obciążalność długotrwała dla kabla YAKXS  $4 \times 35$  wynosi  $I_Z=120 A$ .

Przyjęto zabezpieczenie przedlicznikowe S303C16 A

Czyli:

$$\begin{aligned}7,08A &< 16A < 120A \\1,45 \cdot 16A &< 1,45 \cdot 120A \\23,2A &< 174A\end{aligned}$$

Warunki są spełnione

### 3.3 Dobór zabezpieczeń

Prąd szczytowy dla projektowanego obwodu oświetleniowego nr 1 – 18 latarni drogowych (przypadek najniekorzystniejszy).

$$I_B = k_j \cdot \frac{P_{obl}}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\varphi} = 1,5 \cdot \frac{2070}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,9} = 4,98A$$

Projektowany obwód oświetlenia ulicznego zabezpieczyć wkładkami bezpiecznikowymi typu WTN-00 gL/gG o prądzie znamionowym  $I_n = 10 A$  zainstalowanymi w szafce oświetlenia ulicznego SO3 zlokalizowanej przy złączu ZK 3/4/1

### 3.4 Dobór linii zasilającej latarnie uliczne:

Dla projektowanego zasilania zgodnie z PN-91/E-05009/43 przy koordynacji zabezpieczeń i doborze przekrojów kabli muszą być spełnione warunki:

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

Sprawdzenie warunków doboru zabezpieczeń:

Do zasilania projektowanych latarni ulicznych dobrano kabel nN typu YAKXS 5x25 mm<sup>2</sup> o łącznej długości ok.  $l = 1079$  m ułożony w ziemi;

$$\text{dla kabla YAKXS } 5 \times 25 \text{ mm}^2 \qquad I_Z = 90 A$$

- dla projektowanego obwodu oświetleniowego

$$4,98 A < 10 A < 90 A - \text{warunek spełniony}$$

Linia zasilająca proj. latarnie uliczne zabezpieczona jest w szafce oświetleniowej SO3 wkładkami bezpiecznikowymi WTN-00 gG10A. Prąd zadziałania wyznaczamy z zależności:

$I_2 = 1,9 \cdot I_n$ , zatem:

$$\begin{aligned}I_2 &< 1,9 \cdot I_Z \\1,9 \cdot 10A &< 1,45 \cdot 90A \\19A &< 130,5A\end{aligned}$$

Warunek spełniony



### 3.5 Sprawdzenie projektowanego przewodu YDY 3x2,5mm<sup>2</sup> w słupach.

Maksymalny prąd, który popłynie w latarni ulicznej wyniesie:

$$I_B = \frac{P_Z}{U \cdot \cos\varphi} = \frac{115}{230 \cdot 0,9} = 0,56A$$

Projektowany kabel musi spełniać następujące warunki:

$$I_B < I_n < I_Z$$

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

Do sprawdzenia doboru kabla przyjęto jego obciążalność przy ułożeniu w rurze ochronnej (w tym przypadku najgorsze warunki chłodzenia). Dopuszczalna obciążalność długotrwała dla kabla YDY 3x2,5mm<sup>2</sup> wynosi  $I_Z=31$ , a oprawa zabezpieczona zostanie na tabliczce bezpiecznikowej w słupie wkładką bezpiecznikową BiWts 6A, czyli

$$\begin{aligned} 0,56 &< 6A < 31A \\ 1,9 \cdot 6A &< 1,45 \cdot 31A \\ 11,4A &< 44,95A \end{aligned}$$

Warunki są spełnione

### 3.6 Sprawdzenie maksymalnego spadku napięcia

Sprawdzenia dokonano dla najdalej oddalonej oprawy. Do obliczeń przyjęto obwód nr 1, który jest najdłuższy.

Spadek napięcia liczony od St. Transformatorowej Zahorów 3 zasilającej złącze ZK3/4/1 / kabel YAKXS 4x120 mm<sup>2</sup> / - obw. 3-fazowy – długość ok.  $l = 21$  m

$$P=0,880 \times (5+5)+4,417=13,217kW$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 13217 \cdot 21}{35 \cdot 120 \cdot 400^2} \approx 0,04\%$$

Spadek napięcia od ZK3e+2P nr 3/4/1 do ZK1a+1P nr 3/4/1

/ kabel YAKXS 4x70 mm<sup>2</sup> / - obw. 3-fazowy – długość ok.  $l = 5$  m

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 4417 \cdot 5}{35 \cdot 70 \cdot 400^2} \approx 0,01\%$$

Spadek napięcia od ZK3/4/1 do proj. szafki oświetlenia SO3

/ kabel YAKXS 4x35 mm<sup>2</sup> / - obw. 3-fazowy – długość ok.  $l = 8$  m

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 3105 \cdot 8}{35 \cdot 35 \cdot 400^2} \approx 0,01\%$$

Spadek napięcia od proj. SO3 do ostatniej latarni obwodu nr 3/1/18

/ kabel YAKXS 5x25 mm<sup>2</sup> / - obw. 3-fazowy – długość ok.  $l = 1079$  m

$$\Delta U_{\%} = \frac{100 \cdot P \cdot l}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = \frac{100 \cdot 3105 \cdot 1079}{35 \cdot 25 \cdot 400^2} = 2,39\%$$

$$\Sigma \Delta U_{\%} = 0,04 + 0,01 + 0,01 + 2,39 = 2,45 \leq 3\%$$

Spadek napięcia liczony na odcinku St. Transformatorowa Zahorów 3 do ostatniej lampy w obwodzie jest mniejszy od dopuszczalnego spadku napięcia, który dla obwodów oświetleniowych wynosi 3%.

### 3.7 Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej

Sprawdzenia dokonano dla najdalej oddalonej oprawy w projektowanej SO3 w obwodzie nr 1.

Element pętli zwarciowej	L	R	X <sub>L</sub>	Z
	m	Ω	Ω	Ω
Transformator 100kVA		0,031	0,073	
kabel YAKY 4x120mm <sup>2</sup>	21	0,238	0,080	
kabel YAKXS 4x70mm <sup>2</sup>	5	0,408	0,080	
kabel YAKXS 4x35mm <sup>2</sup>	8	0,868	0,080	
Impedancja Z1				<b>0,0886</b>
Impedancja obliczeniowa Zs1=1,25*Z1				<b>0,111</b>
kabel YAKXS 5x25mm <sup>2</sup>	1079	1,142	0,080	
Impedancja Z2				<b>2,54</b>
Impedancja obliczeniowa Zs2=1,25*Z2				<b>3,17</b>
kabel YDY 3x2,5mm <sup>2</sup>	10	7,41	0,080	
Impedancja Z3				2,68
Impedancja obliczeniowa Zs3=1,25*Z3				<b>3,35</b>

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

$$Z_{s1}=0,111 \Omega$$

Prąd powodujący zadziałanie wyłącznika nadprądowego S303C16A z czasem nie dłuższym niż 5s wynosi 160A.

Prąd zwarciowy wynosi:

$$I_k = 0,8 \cdot \frac{U_f}{Z_{s1}} = 0,8 \cdot \frac{230}{0,111} = 1657A$$

Minimalny prąd odłączeniowy zapewniający szybkie wyłączenie wynosi:

$$I_a = k \cdot I_n$$

$$I_a = 10 \cdot 16 = 63A$$

$$I_a \cdot Z_{s1} < U_0$$

$$160 \cdot 0,111 < 230V$$

$$17,76V < 230V$$

Warunki ochrony przeciwporażeniowej są spełnione.

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

$$Z_{S2}=3,17 \Omega$$

Zabezpieczenie obwodowe WTN-00 gG10A w szafce oświetleniowej SO3

Minimalny prąd odłączeniowy zapewniający szybkie wyłączenie wynosi:

$$\begin{aligned} I_a &= k \cdot I_n \\ I_a &= 7 \cdot 10 = 70A \\ I_a \cdot Z_{S1} &< U_0 \\ 70 \cdot 3,17 &< 230V \\ 221,9V &< 230V \end{aligned}$$

Dla wkładek bezpiecznikowych zainstalowanych w szafce SO3 prąd  $I_a$  powodujący zadziałanie w czasie nie dłuższym niż 0,4 s wynosi 70A

Warunki ochrony przeciwporażeniowej są spełnione.

Obliczeniowa impedancja pętli zwarciowej przy zwarcu w oprawie:

$$Z_{S2}=3,35 \Omega$$

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 5,7 (wkładka szybka)

$$\begin{aligned} I_a &= 5,7 \cdot 6 = 34,2A \\ I_a \cdot Z_{S1} &< U_0 \\ 34,2 \cdot 3,35 &< 230V \\ 114,57V &< 230V \end{aligned}$$

Warunki ochrony przeciwporażeniowej są spełnione.