

OBLICZENIA TECHNICZNE

A/ Dobór słupów.

Wyboru słupów dokonano w oparciu o dane słupów w katalog „Ocynkowane słupy i maszty oświetleniowe” Elektromontaż Rzeszów S.A.”. Zastosowano słupy uliczne wysięgnikowe jedno i dwuramienne sześciokątne typu S-80 o następujących danych:

- wysokość słupa $H = 8m$,
- wysokość wysięgnika $H_2 = 0,5m$,
- średnica mocowania oprawy (króćca) $d = 48$ lub $60mm$,
- zasięg wysięgnika $W = 1m$,
- kąt mocowania oprawy na wysięgniku – 15° ,
- masa słupa z wyposażeniem (wysięgnikiem) $m = 72kg$,
- powierzchnia zewnętrzna słupa $S = 3,5m^2$,
- średnica słupa przy stopie $D_E = 180mm$
- wymiar boku fundamentu $a = 0,3m$
- długość (głębokość) fundamentu $h = 1,5m$,
- moment przy podstawie określający wytrzymałość $M_F = 15kNm$,
- dopuszczalna powierzchnia opraw dla I strefy wiatrowej:
 - z wysięgnikiem jednoramiennym ($W=1,5m$) – $2,6m^2$,
 - z wysięgnikiem dwuramiennym ($W=1,5m$) – $2,5m^2$,
- dopuszczalna masa opraw – $20kg$,

oznaczenie słupa:

$$\frac{1/.....}{S-80}$$

B/ Bilans mocy

Moc obliczeniowa projektowanych obwodów wynosi:

- Obwód nr I
 $13 \times 100,0 = 1300,0 W$
- Obwód nr II
 $15 \times 100,0 = 1500,0 W$
- Obwód nr III
 $9 \times 100,0 = 900,0 W$
- Obwód nr IV
 $11 \times 100,0 = 1100,0 W$

C/ Dobór kabli.

Do zasilania oświetlenia pomiędzy słupami przewiduje się kable elektroenergetyczne aluminiowe o izolacji i powłoce polwinitowej $0,6/1kV$ typu YAKY – 4×35 o obciążalności $I_{dd} = 118A$ (ułożonych w ziemi przeznaczonych do eksploatacji w obwodach trójfazowych przy obciążeniu symetrycznym), natomiast do zasilania szafy oświetleniowej S-1 kabel elektroenergetyczny aluminiowy o izolacji

i powłoce polwinitowej 0,6/1kV typu YAKY – 4x120 o obciążalności $I_{dd} = 242A$ (ułożony w ziemi przeznaczony do eksploatacji w obwodach trójfazowych przy obciążeniu symetrycznym). Zasilanie szafy oświetleniowej S-2 według oddzielnego opracowania.

D/ Rezystancja uziemienia słupów.

Dla słupów projektuje się uziomy poziome z bednarki ocynkowanej 30x4mm układanej wspólnie z kablami na całej długości wykopów. W miejscach wskazanych tzn. przy słupach początkowych nr 1/I; 1/II; 1/III; 1/IV oraz końcowych nr 11/1; 11/II; 9/III i 7/IV należy uziomy poziome wzmocnić uziomami pionowymi stalowymi pomiedziowanymi Galmar z gwintem o ϕ 17,2mm o długości np. 2x3m.

Rezystancja pojedynczego uziomu przy każdym słupie nie powinna przekroczyć 5Ω oraz wartości dopuszczalnej rezystancji Z_s wykazanej w dalszym toku obliczeń.

E/ Zapotrzebowanie mocy.

Zaprojektowane obwody oświetleniowe posiadają moc:

moc zainstalowana wynosi:

- Obwód nr I

$$13 \times 100,0 = 1300,0 \text{ W}$$

$$P_z = 1,3 \text{ kW}$$

moc zapotrzebowana wynosi:

$$P_m = P_z \times k_j = 1,3 \times 1,0 = 1,3 \text{ kW}$$

- Obwód nr II

$$15 \times 100,0 = 1500,0 \text{ W}$$

$$P_z = 1,5 \text{ kW}$$

moc zapotrzebowana wynosi:

$$P_m = P_z \times k_j = 1,5 \times 1,0 = 1,5 \text{ kW}$$

- Obwód nr III

$$9 \times 100,0 = 900,0 \text{ W}$$

$$P_z = 0,9 \text{ kW}$$

moc zapotrzebowana wynosi:

$$P_m = P_z \times k_j = 0,9 \times 1,0 = 0,9 \text{ kW}$$

- Obwód nr IV

$$11 \times 100,0 = 1100,0 \text{ W}$$

$$P_z = 1,1 \text{ kW}$$

moc zapotrzebowana wynosi:

$$P_m = P_z \times k_j = 1,1 \times 1,0 = 1,1 \text{ kW}$$

H/ Prąd obciążenia.

Dla mocy zapotrzebowanej przez poszczególne obwody prąd obciążenia wynosi:

1,7 - współczynnik prądu obciążenia uwzględniający prąd załączenia lampy.

$$I_I = 1,7 \times \frac{P_m}{U} = 1,7 \times \frac{1,3 \times 10^3}{230} = 9,61 \text{ A}$$

$$I_{II} = 1,7 \times \frac{P_m}{U} = 1,7 \times \frac{1,5 \times 10^3}{230} = 11,1 \text{ A}$$

$$I_{III} = 1,7 \times \frac{P_m}{U} = 1,7 \times \frac{0,9 \times 10^3}{230} = 6,65 \text{ A}$$

$$I_{IV} = 1,7 \times \frac{P_m}{U} = 1,7 \times \frac{1,1 \times 10^3}{230} = 8,13 \text{ A}$$

W oparciu o powyższe wyliczenia, dobrano kabel elektroenergetyczny aluminiowy o izolacji i powłoce polwinitowej 0,6/1kV typu YAKY – 4x35 o obciążalności $I_{dd} = 118 \text{ A}$ ułożony w ziemi przeznaczony do eksploatacji w obwodach trójfazowych przy obciążeniu symetrycznym.

Na podstawie powyższego zachodzi:

$$I_{dd} = 118 \text{ A} > I_{II} = 11,1 \text{ A}$$

I/ Dopuszczalny spadek napięcia – dla dłuższego odcinka (obwód nr III).

$$P_m = 0,9 \text{ kW} \quad s = 35 \text{ mm}^2 \quad l_{III} = 608 \text{ m} \quad \gamma = 33 \frac{\text{m}}{\Omega \times \text{mm}^2}$$

kabel projektowany YAKY – 4x35

$$\Delta U_{\% \text{ AsXS-2x25}} = \frac{100 \times P_{III} \times l_{III}}{\gamma \times s \times U_o^2} = \frac{100 \times 0,9 \times 10^3 \times 608}{33 \times 35 \times 230^2} = 0,89\%$$

$$\Delta U_{\%} = 0,89 \leq \Delta U_{\% \text{ dop}} = 7\%$$

J/ Ochrona przed dotykiem pośrednim.

Zgodnie z wydanymi warunkami wtp sieć pracuje w układzie TN-C. Jako system od porażenia prądem elektrycznym przyjęto samoczynne wyłączenie zasilania. Obwody oświetleniowe nr I i II są zasilane z nowej szafy oświetleniowej S-1 (SO 6579) stacji transformatorowej 20/04kV „W-152 Wodzisław R-21” z transformatorem 630kVA, natomiast obwody oświetleniowe nr III i IV są zasilane z nowej szafy oświetleniowej S-2 stacji transformatorowej 20/04kV „W-168 Wodzisław Wymiennikownia” z transformatorem 250kVA. Na podstawie roboczych uzgodnień z Działem Planowania Sieci GZE, ustalono następujące parametry do miejsca podłączenia sieci oświetleniowej:

Zasilanie szafy oświetleniowej S-1

Stacja trafo „W-152 Wodzisław R-21
630kVA
WTN1-100A/gG

Szafa oświetleniowa S-1 (SO 6579)

YAKY - 4x120
45m

$$l_{YAKY-4x120} = 45m$$

$$s = 120mm^2$$

$$\gamma = 33 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$$

$$R_{YAKY-4x120} = 0,25 \Omega/km$$

$$X_{YAKY-4x120} = 0,067 \Omega/km$$

$$R_T = 0,00381 \Omega$$

$$X_T = 0,01075 \Omega$$

$$R = 0,25 \times 0,045 = 0,0113 \Omega$$

$$X = 0,067 \times 0,045 = 0,003 \Omega$$

$$R_{zw} = 2 \times R + R_T = 2 \times 0,0113 + 0,00381 = 0,0264 \Omega$$

$$X_{zw} = 2 \times X + X_T = 2 \times 0,003 + 0,01075 = 0,0168 \Omega$$

$$Z_{zw} = \sqrt{R_{zw}^2 + X_{zw}^2} = \sqrt{0,0264^2 + 0,0168^2} = \sqrt{0,00069696 + 0,00028224} = 0,0313 \Omega$$

dopuszczalna wartość impedancji wynosi:

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a}$$

dla bezpiecznika WTN 1/gG – 100A w stacji „W-152 Wodzisław R-21” zachodzi:

$$I_b = 100A \quad i \quad t = 5s \quad \text{prąd wyłączalny } I_a = k \times I_b = 5,0 \times 100 = 500,0A$$

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a} = \frac{230}{500,0} = 0,46 \Omega$$

porównując poszczególne impedancje zachodzi

$$\underline{Z_{zw} = 0,0313 \Omega < Z_s = 0,46 \Omega .}$$

Zasilanie szafy oświetleniowej S-2

Zasilanie szafy oświetleniowej S-2 wg oddzielnego opracowania.

Zasilanie oprawy oświetleniowej na słupie

Tabliczka słupowa
wkładka topikowa Bi-WTz 6A

Oprawa oświetleniowa

YDY - 3x2,5
9m

$$l_{YDY-3x2,5} = 9m$$

$$s = 2,5mm^2$$

$$\gamma = 57 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$$

$$R_{2,5} = \frac{l}{\gamma \times s} = \frac{9}{57 \times 2,5} = 0,063\Omega$$

$$R_{zw} = 2 \times R = 2 \times 0,063 = 0,126\Omega$$

$$Z_{zw} = R_{zw} = 0,126\Omega$$

dopuszczalna wartość impedancji wynosi:

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a}$$

dla bezpiecznika o działaniu zwłocznym Bi-WTz 6A na tabliczce słupowej zachodzi:

$$I_b = 6A \quad i \quad t = 0,4s \quad \text{prąd wyłączalny } I_a = k \times I_b = 8,3 \times 6 = 49,8A$$

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a} = \frac{230}{49,8} = 4,62\Omega$$

porównując poszczególne impedancje zachodzi

$$\underline{Z_{zw} = 0,126\Omega < Z_s = 4,62\Omega .}$$

Obwód oświetleniowy nr I

Szafa oświetleniowa S-1 (SO 6579)
WTN00-32A/gF

Obwód nr I

YAKY - 4x35
531m

$$l_{YAKY-4x35} = 531m$$

$$s = 35mm^2$$

$$\gamma = 33 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$$

$$R_{YAKY-4x35} = 0,86 \Omega/km$$

$$X_{YAKY-4x35} = 0,073 \Omega/km$$

$$R = 0,86 \times 0,531 = 0,4567\Omega$$

$$X = 0,073 \times 0,531 = 0,0388\Omega$$

$$R_{zw} = 2 \times R = 2 \times 0,4567 = 0,9134\Omega$$

$$X_{zw} = 2 \times X = 2 \times 0,0388 = 0,0776\Omega$$

$$Z_{zw} = \sqrt{R_{zw}^2 + X_{zw}^2} = \sqrt{0,9134^2 + 0,0776^2} = \sqrt{0,83429956 + 0,00602176} = 0,92\Omega$$

dopuszczalna wartość impedancji wynosi:

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a}$$

dla bezpiecznika o działaniu szybkim WTN00-32/gF w szafie oświetleniowej S-1 zachodzi:

$$I_b = 32A \quad i \quad t = 5s \quad \text{prąd wyłączalny } I_a = k \times I_b = 2,5 \times 32 = 80,0A$$

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a} = \frac{230}{80,0} = 2,875\Omega$$

porównując poszczególne impedancje zachodzi

$$\underline{Z_{zw} = 0,92\Omega < Z_s = 2,875\Omega.}$$

Obwód oświetleniowy nr II

Szafa oświetleniowa S-1 (SO 6579)
WTN00-32A/gF

YAKY - 4x35
525m

Obwód nr II

$$l_{YAKY-4x35} = 525m$$

$$s = 35mm^2$$

$$\gamma = 33 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$$

$$R_{YAKY-4x35} = 0,86 \Omega/km$$

$$X_{YAKY-4x35} = 0,073 \Omega/km$$

$$R = 0,86 \times 0,525 = 0,4515\Omega$$

$$X = 0,073 \times 0,525 = 0,0383\Omega$$

$$R_{zw} = 2 \times R = 2 \times 0,4515 = 0,903\Omega$$

$$X_{zw} = 2 \times X = 2 \times 0,0383 = 0,0776\Omega$$

$$Z_{zw} = \sqrt{R_{zw}^2 + X_{zw}^2} = \sqrt{0,903^2 + 0,0776^2} = \sqrt{0,815409 + 0,00602176} = 0,91\Omega$$

dopuszczalna wartość impedancji wynosi:

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a}$$

dla bezpiecznika o działaniu szybkim WTN00-32/gF w szafie oświetleniowej S-1 zachodzi:

$$I_b = 32A \quad i \quad t = 5s \quad \text{prąd wyłączalny } I_a = k \times I_b = 2,5 \times 32 = 80,0A$$

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a} = \frac{230}{80,0} = 2,875\Omega$$

porównując poszczególne impedancje zachodzi

$$\underline{Z_{zw} = 0,91\Omega < Z_s = 2,875\Omega.}$$

Obwód oświetleniowy nr III

Szafa oświetleniowa S-2
WTN00-32A/gF

YAKY - 4x35
608m

Obwód nr III

$$l_{YAKY-4x35} = 608m$$

$$s = 35mm^2$$

$$\gamma = 33 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$$

$$R_{YAKY-4x35} = 0,86 \Omega/km$$

$$X_{YAKY-4x35} = 0,073 \Omega/km$$

$$R = 0,86 \times 0,608 = 0,5229 \Omega$$

$$X = 0,073 \times 0,608 = 0,0444 \Omega$$

$$R_{zw} = 2 \times R = 2 \times 0,5229 = 1,0458 \Omega$$

$$X_{zw} = 2 \times X = 2 \times 0,0444 = 0,0888 \Omega$$

$$Z_{zw} = \sqrt{R_{zw}^2 + X_{zw}^2} = \sqrt{1,0458^2 + 0,0888^2} = \sqrt{1,09369764 + 0,00788544} = 1,05 \Omega$$

dopuszczalna wartość impedancji wynosi:

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a}$$

dla bezpiecznika o działaniu szybkim WTN00-32/gF w szafie oświetleniowej S-2 zachodzi:

$$I_b = 32A \quad i \quad t = 5s \quad \text{prąd wyłączalny } I_a = k \times I_b = 2,5 \times 32 = 80,0A$$

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a} = \frac{230}{80,0} = 2,875 \Omega$$

porównując poszczególne impedancje zachodzi

$$\underline{Z_{zw} = 1,05 \Omega < Z_s = 2,875 \Omega .}$$

Obwód oświetleniowy nr IV

Szafa oświetleniowa S-2
WTN00-32A/gF

YAKY - 4x35
438m

Obwód nr IV

$$l_{YAKY-4x35} = 438m$$

$$s = 35mm^2$$

$$\gamma = 33 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$$

$$R_{YAKY-4x35} = 0,86 \Omega/km$$

$$X_{YAKY-4x35} = 0,073 \Omega/km$$

$$R = 0,86 \times 0,438 = 0,3767 \Omega$$

$$X = 0,073 \times 0,438 = 0,032 \Omega$$

$$R_{zw} = 2 \times R = 2 \times 0,3767 = 0,7534 \Omega$$

$$X_{zw} = 2 \times X = 2 \times 0,032 = 0,064 \Omega$$

$$Z_{zw} = \sqrt{R_{zw}^2 + X_{zw}^2} = \sqrt{0,7534^2 + 0,064^2} = \sqrt{0,56761156 + 0,004096} = 0,76 \Omega$$

dopuszczalna wartość impedancji wynosi:

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a}$$

dla bezpiecznika o działaniu szybkim WTN00-32/gF w szafie oświetleniowej S-2 zachodzi:

$$I_b = 32A \quad i \quad t = 5s \quad \text{prąd wyłączalny } I_a = k \times I_b = 2,5 \times 32 = 80,0A$$

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a} = \frac{230}{80,0} = 2,875 \Omega$$

porównując poszczególne impedancje zachodzi

$$\underline{Z_{zw} = 0,76 \Omega < Z_s = 2,875 \Omega .}$$

OBWODY OŚWIETLENIOWE W UKŁADZIE PIERŚCIENIOWYM

Obwód oświetleniowy nr I + obwód oświetleniowy nr II

Szafa oświetleniowa S-1 (SO 6579)
WTN00-32A/gF

Obwód nr I + Obwód nr II

YAKY - 4x35
531m + 35m + 525m

$$I_{YAKY-4x35} = 1091m$$

$$s = 35mm^2$$

$$\gamma = 33 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$$

$$R_{YAKY-4x35} = 0,86 \Omega/km$$

$$X_{YAKY-4x35} = 0,073 \Omega/km$$

$$R = 0,86 \times 1,091 = 0,9383 \Omega$$

$$X = 0,073 \times 1,091 = 0,0796 \Omega$$

$$R_{zw} = 2 \times R = 2 \times 0,9383 = 1,8766 \Omega$$

$$X_{zw} = 2 \times X = 2 \times 0,0796 = 0,1592 \Omega$$

$$Z_{zw} = \sqrt{R_{zw}^2 + X_{zw}^2} = \sqrt{1,8766^2 + 0,1592^2} = \sqrt{3,52162756 + 0,02534464} = 1,88 \Omega$$

dopuszczalna wartość impedancji wynosi:

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a}$$

dla bezpiecznika o działaniu szybkim WTN00-32/gF w szafie oświetleniowej S-1 zachodzi:

$$I_b = 32A \quad i \quad t = 5s \quad \text{prąd wyłączalny } I_a = k \times I_b = 2,5 \times 32 = 80,0A$$

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a} = \frac{230}{80,0} = 2,875 \Omega$$

porównując poszczególne impedancje zachodzi

$$\underline{Z_{zw} = 1,88\Omega < Z_s = 2,875\Omega .}$$

Obwód oświetleniowy nr III + obwód oświetleniowy nr IV

Szafa oświetleniowa S-2
WTN00-32A/gF

Obwód nr III + Obwód nr IV

YAKY - 4x35
608m + 145m + 438m

$$l_{YAKY-4x35} = 1191m$$

$$s = 35mm^2$$

$$\gamma = 33 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$$

$$R_{YAKY-4x35} = 0,86 \Omega/km$$

$$X_{YAKY-4x35} = 0,073 \Omega/km$$

$$R = 0,86 \times 1,191 = 1,0286\Omega$$

$$X = 0,073 \times 1,191 = 0,0869\Omega$$

$$R_{zw} = 2 \times R = 2 \times 1,0286 = 2,0572\Omega$$

$$X_{zw} = 2 \times X = 2 \times 0,0869 = 0,1738\Omega$$

$$Z_{zw} = \sqrt{R_{zw}^2 + X_{zw}^2} = \sqrt{2,0572^2 + 0,1738^2} = \sqrt{4,23207184 + 0,03020644} = 2,06\Omega$$

dopuszczalna wartość impedancji wynosi:

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a}$$

dla bezpiecznika o działaniu szybkim WTN00-32/gF w szafie oświetleniowej S-2 zachodzi:

$$I_b = 32A \quad i \quad t = 5s \quad \text{prąd wyłączalny } I_a = k \times I_b = 2,5 \times 32 = 80,0A$$

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a} = \frac{230}{80,0} = 2,875\Omega$$

porównując poszczególne impedancje zachodzi

$$\underline{Z_{zw} = 2,06\Omega < Z_s = 2,875\Omega .}$$

Z uwagi na możliwość pracy obwodów oświetleniowych w układzie pierścieniowym (obwód nr I + obwód nr II, obwód nr III + obwód nr IV), zachodzi potrzeba aby te same zabezpieczenia w szafach oświetleniowych gwarantowały poprawną ochronę przeciwporażeniową. Taka gwarancja istnieje tylko przy zastosowaniu wkładek topikowych o szybkiej charakterystyce czasowo-prądowej czyli wkładki WTN00-32/gF. W projekcie sprawdzono również wkładki topikowe WTN00-32/gG, które zapewniały skuteczną ochronę przeciwporażeniową jedynie dla indywidualnych obwodów. W przypadku pracy w pierścieniu nie gwarantowały skutecznej ochrony przeciwporażeniowej. Tok obliczeń z udziałem wkładek WTN00-32/gG nie został umieszczony w niniejszym projekcie.

W podsumowaniu analizując powyższe obliczenia stwierdzamy, że w każdym przypadku impedancja zwarciova Z_{zw} jest mniejsza od impedancji dopuszczalnej Z_s co jest gwarancją poprawnej skuteczności ochrony przeciwporażeniowej prądem elektrycznym.

Z uwagi na brak danych dotyczących obwodów istniejących, w projekcie nie przedstawiono żadnych obliczeń w tym zakresie. Jednakże po zakończeniu wydłużenia kabli, należy przeprowadzić pomiary kontrolne pozwalające na sprawdzenie poprawnej skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.

Budowa oświetlenia terenu wokół garaży przy ulicy Leszka w Wodzisławiu Śl.