

PRACOWNIA PROJEKTOWA

„LIS” s.c.

inż. Leszek Czaja, mgr inż. Stanisław Jania
31-868 Kraków Oś. 2 Pułku Lotniczego 19/23
NIP 678-13-76-765

PROJEKT- WYKONAWCZY

Inwestor: *Gmina Myślenice
32-400 Myślenice, Rynek 8/9*

Nazwa inwestycji: *Budowa sieci elektroenergetycznej napowietrznej niskiego napięcia 0,4 kV oświetlenia ulicznego drogi powiatowej w w Głogoczowie od szkoły w kierunku Włosani.*

Adres inwestycji: *Głogoczów, gmina Myślenice
jedn. ewidencyjna Myślenice 120903_5, obr. ewidencyjny
Głogoczów 0005, dz. nr. 1079/1, 1080, 1559/2, 1554*

Kategoria obiektu: **XXVI - sieci**

Branża: *Elektryczna.*

Projektował: *mgr inż. Stanisław Jania
Specjalność instalacyjno-inżynieryjna
w zakresie sieci elektrycznych*

Sprawdził: *inż. Leszek Czaja
Specjalność instalacyjno-inżynieryjna
w zakresie sieci elektrycznych*

Data opracowania:

Listopad 2019r.

Projekt zawiera:

1. Opis techniczny
2. Obliczenia
3. Rysunki:
 - E1. Orientacja.
 - E2. Projekt zagospodarowania terenu.
 - E3. Schemat ideowy oświetlenia zasilanego ze stacji nr. 3445.
 - E4. Schemat ideowy istn. szafy oświetlenia ulicznego SON zasilanej ze stacji nr. 3445.
 - E5. Obliczenia elektryczne dla oświetlenia zasilanego ze stacji nr. 3445, obw. 1.
 - E6. Schemat ideowy oświetlenia zasilanego ze stacji nr. 3446.
 - E7. Schemat ideowy istn. szafy oświetlenia ulicznego SON zasilanej ze stacji nr. 3446.
 - E8. Obliczenia elektryczne dla oświetlenia zasilanego ze stacji nr. 3446, obw. 1.
 - E9. Karta katalogowa oprawy oświetleniowej.
 - E10. Karta katalogowa słupa oświetleniowego.
 - E11. Schemat ideowy przebudowy linii napowietrznej nN zasilanej ze stacji nr. 3445.
 - E12. Schemat ideowy przebudowy linii napowietrznej nN zasilanej ze stacji nr. 3446.

1. Opis techniczny

1.1. Dane ogólne.

Projekt niniejszy obejmuje budowę sieci elektroenergetycznej napowietrznej niskiego napięcia 0,4kV zasilającej oświetlenie uliczne wzdłuż drogi powiatowej w miejscowości Głogoczów od szkoły w kierunku Włosani.

Budowę oświetlenia ulicznego podzielono na dwie części:

- Pierwsza część oświetlenia polegać będzie na zabudowie ośmiu punktów świetlnych na projektowanych słupach energetycznych i podłączonych do istniejącego obwodu oświetleniowego zasilanego poprzez szafę oświetlenia ulicznego SON ze stacji nr. 3445.

Ten odcinek projektowanego oświetlenia wykonany będzie w części jako sieć wydzielona, a w części po istniejących lecz przebudowanych słupach sieci energetycznej TAURON.

- Druga część oświetlenia polegać będzie na zabudowie dwóch punktów świetlnych na projektowanych słupach energetycznych i podłączonych do istniejącego obwodu oświetleniowego zasilanego poprzez szafę oświetlenia ulicznego SON ze stacji nr. 3446.

Ten odcinek projektowanego oświetlenia wykonany będzie na całej długości jako sieć wydzielona wykonując jedynie powiązanie z istniejącym oświetleniem na istniejącym słupie sieci energetycznej TAURON.

Przebudowa istniejących słupów energetycznych wynikająca z dodatkowego obciążenia mechanicznego opracowana została na podstawie warunków przebudowy w.g. oddzielnego projektu.

1.2. Podstawa opracowania.

- zlecenie Inwestora,
- pełnomocnictwo inwestora do występowania w TAURON w jego imieniu,
- warunki przyłączenia nr. WP/051394/2019/O09R03 z dnia 2019-07-10 dotyczące zasilania oświetlenia ze stacji nr. 3445
- warunki przyłączenia nr. WP/051381/2019/O09R03 z dnia 2019-07-10 dotyczące zasilania oświetlenia ze stacji nr. 3446
- strona tytułowa projektu z klauzulą uzgodnienia przez TAURON Dystrybucja S.A. projektu oświetlenia ulicznego

- pismo TAURON Polska Energia. nr. TDS/NMK/2019-11-20/0000005 dotyczące uzgodnienia projektu oświetlenia ulicznego.
- warunki techniczne przebudowy sieci energetycznej polegające na wymianie części słupów energetycznych nr. TD/OKR/OME/K/WT/BK/933/2019 z dnia 23.10.2019r.
- pismo TAURON Dystrybucja S.A. nr. UZG/584/19 z dn. 19.11.2019 dotyczące uzgodnienia projektu przebudowy sieci energetycznej.
- uzgodnienie w ZUDP trasy linii napowietrznej i lokalizacji projektowanych słupów sprawa nr. 6630.398.2019 z dnia 31.10.2019r.,
- decyzja Zarządu Dróg Powiatowych w Myślenicach nr. ZDP-N-IVb-5443-101/2019 dotycząca wyrażenia zgody na umieszczenie w pasie drogowym drogi powiatowej nr. K1941 /dz. nr. 1080/ linii napowietrznej oświetlenia ulicznego.
- zgody właścicieli działek na lokalizację słupów energetycznych
- podkłady geodezyjne w skali 1:1000,
- ustalenia z lokalnymi władzami dotyczące lokalizacji punktów świetlnych,
- inwentaryzacja stanu istniejącego sieci energetycznej,
- obowiązujące normy i przepisy elektryczne.

1.3. Stan istniejący.

Obecnie wspomniana droga powiatowa nr. K1914 /dz. 1080/ posiada oświetlenie uliczne na odcinku około 300m poczynając od szkoły w kierunku Włosani, które zasilane jest z szafy SON zabudowanej w rozdzielnicy stacyjnej stacji nr. 3445 oraz oświetlenie lokalne za pomocą dwóch punktów świetlnych oddalone od wspomnianego oświetlenia o około 900,0 m które zasilane jest z szafy SON zabudowanej w rozdzielnicy stacyjnej stacji nr. 3446.

Istniejące oświetlenie zasilane jest linią napowietrzną wykonaną w części przewodami izolowanymi oraz przewodami gołymi prowadzonymi w części po słupach energetycznych, a w części jako sieć wydzielona.

1.4. Rozbudowa oświetlenia zasilanego ze stacji 3445.

Oświetlenie pierwszej części drogi powiatowej nr. K1914 w Głogoczowie /dz. nr. 1080/ wykonane będzie w ramach rozbudowy istniejącego oświetlenia zasilanego ze stacji nr. 3445 z szafą SON zlokalizowaną w rozdzielni stacyjnej nN. Rozbudowa istniejącego oświetlenia przewiduje zabudowę dwunastu stanowisk słupowych oraz przebudowę trzech istniejących słupów i zabudowę ośmiu punktów świetlnych przedłużając istniejący obwód oświetleniowy wyprowadzony z szafy SON jak to pokazano na planie sytuacyjnym. Przedłużenie istniejącego oświetlenia należy wykonać na istniejącym lecz przebudowanym słupie odporowym nr. 1 (ozn. na planie sytuacyjnym) przewodami izolowanym typu AsXSn 2x25mm².

Nowy odcinek linii należy poprowadzić w części po istniejących lecz przebudowanych słupach energetycznych oraz w części po słupach projektowanych jako sieć wydzielona.

Nowoprojektowane oświetlenie wykonano oprawami ulicznych ze źródłem LED np. oprawa uliczna LED KULER 50W, 6000K, 5500LM IP 65 (kod C82-KUL1-050BL-6K) firmy BEMKO.

Oprawy oświetleniowe mocowane będą na wysięgnikach aluminiowych jednoramiennych. Podłączenie każdej z lamp wykonać należy przewodem izolowanym giętkim LgYd 2,5mm² poprzez bezpiecznik topikowy napowietrzny oraz przewodem ASXSn 16mm² stanowiącym uziemienie.

Nowoprojektowane słupy dobrane zostały na żerdziach wirowanych typu E z posadowieniem przyjętym dla gruntu średniego. Całość projektowanej linii napowietrznej należy rozciągać z napięciem równym 30 Mpa z zastosowaniem osprzętu do sieci izolowanej.

Na projektowanym słupie odporowym nr. 8 oraz na słupie krańcowym nr. 15 należy zainstalować odgromniki typu BOPi 0,5/5. Przy tych słupach winno być wykonane uziemienie poprzez ułożenie w ziemi ok. 20.0 m. płaskownika FeZn 25x4mm. Oporność uziemienia nie może przekraczać 10,0Ω.

1.5. Pomiar rozliczeniowy energii.

Dobudowywane 8 punktów świetlnych podpięte będzie do istniejącego układu pomiarowego 3-faz, 2-u taryfowego zlokalizowanego w rozdzielnicy stacyjnej nN stacji transformatorowej nr. 3445. Dobudowa ta wykonana będzie w ramach istniejącego przydziału mocy, który dla tej szafy wynosi 6,0kW.

1.6. Rozbudowa oświetlenia zasilanego ze stacji 3446.

Oświetlenie drugiej części drogi powiatowej nr. K1914 w Głogoczowie /dz. nr. 1080/ wykonane będzie w ramach rozbudowy istniejącego oświetlenia zasilanego ze stacji nr. 3446 z szafą SON zlokalizowaną w rozdzielni stacyjnej nN. Rozbudowa istniejącego oświetlenia przewiduje zabudowę pięciu stanowisk słupowych i zabudowę dwóch punktów świetlnych przedłużając istniejący obwód oświetleniowy wyprowadzony z szafy SON jak to pokazano na planie sytuacyjnym. Przedłużenie istniejącego oświetlenia należy wykonać na istniejącym lecz przebudowanym słupie przelotowym nr. 16 (ozn. na planie sytuacyjnym) na słupa rozgałęźnego przelotowo-krańcowego RPK-10,5/4,3 przewodami izolowanym typu AsXSn 2x25mm². Nowy odcinek linii należy poprowadzić na całej długości jako sieć wydzielona.

Nowoprojektowane oświetlenie wykonano oprawami ulicznych ze źródłem LED np. oprawa uliczna LED KULER 50W, 6000K, 5500LM IP 65 (kod C82-KUL1-050BL-6K) firmy BEMKO. Oprawy oświetleniowe mocowane będą na wysięgnikach aluminiowych jednoramiennych. Podłączenie każdej z lamp wykonać należy przewodem izolowanym giętkim LgYd 2,5mm² poprzez bezpiecznik topikowy napowietrzny oraz przewodem ASXSn 16mm² stanowiącym uziemienie.

Nowoprojektowane słupy dobrane zostały na żerdziach wirowanych typu E z posadowieniem przyjętym dla gruntu średniego. Pierwsze przęsło projektowanej linii oświetleniowej ze względu na jego długość należy rozciągać beznaciągowo z naprężeniem równym 0,5, natomiast pozostałą część z naprężeniem równym 30 Mpa z zastosowaniem osprzętu do sieci izolowanej.

Na projektowanym słupie krańcowym nr. 21 należy zainstalować odgromniki typu BOPi 0,5/5. Przy tych słupach winno być wykonane uziemienie poprzez ułożenie w ziemi ok. 20.0 m. płaskownika FeZn 25x4mm. Oporność uziemienia nie może przekraczać 10,0Ω.

1.7. Pomiar rozliczeniowy energii.

Dobudowywane 2 punkty świetlne podpięte będzie do istniejącego układu pomiarowego 3-faz, 2-u taryfowego zlokalizowanego w rozdzielnicy stacyjnej nN stacji transformatorowej nr. 3446. Dobudowa ta wykonana będzie na podstawie zwiększonego przydziału mocy z istniejących 2,0 kW do 5,0 kW.

1.8. Przebudowa sieci napowietrznej.

W związku z projektowaną częścią oświetlenia zasilanego ze stacji nr. 3445 cztery z istniejących słupów energetycznych należy zgodnie z wydanymi warunkami przebudować oraz zabudować jednego słupa w istniejącej sieci energetycznej.

Przebudowie podlegać będą słupy nr. 1, 3, 7 i 16 (ozn. na planie sytuacyjnym) dostosowując je do nowego układu sił, a zabudowa słupa w istniejącej sieci energetycznej to słup nr. 5..

1.8.1. Przebudowa słupa ozn. nr. 1.

Istniejący słup ozn. na planie sytuacyjnym nr. 1 jest słupem rozkracznym na żerdziach ŻN i pełni funkcję słupa przelotowo krańcowego.

Ze względu na wykonanie dodatkowej linii oświetlenia ulicznego przewodem izolowanym typu AsXSn 2x25mm² i zmianę układu sił słup ten należy przebudować wymieniając go na słupa odporowego na żerdzi wirowanej typu O-10,5/12.

Słup ten posadowiony będzie w terenie z zastosowaniem ustoju płytowego przyjętego dla gruntu średniego. Przepięte istniejące linie napowietrzne oraz projektowana linia oświetlenia

ulicznego wykonana przewodami izolowanymi naciągane będą z naprężeniem równym 30 MPa, a istniejące linie wykonane przewodami gołymi z naprężeniem równym 60 MPa. Szczegóły dotyczące wyposażenia i posadowienia słupa podano na rysunku nr. 2.

1.8.2. Przebudowa słupa ozn. nr. 3.

Istniejący słup ozn. na planie sytuacyjnym nr. 3 jest słupem pojedynczym na żerdzi ŻN i pełni funkcję słupa krańcowego.

Ze względu na wykonanie dodatkowej linii oświetlenia ulicznego przewodem izolowanym typu AsXSn 2x25mm² i zmianę układu sił słup ten należy przebudować wymieniając go na słupa rozgałęźnego narożno-krańcowego na żerdzi wirowanej typu RNK-10,5/10.

Słup ten posadowiony będzie w terenie z zastosowaniem ustoju płytowego przyjętego dla gruntu średniego. Przepięta istniejąca linia napowietrzna wykonana przewodami gołymi naciągana będzie z naprężeniem równym 60 MPa, a projektowana linia oświetlenia ulicznego wykonana przewodami izolowanymi z naprężeniem równym 30 MPa.

Szczegóły dotyczące wyposażenia i posadowienia słupa podano na rysunku nr. 2.

1.8.3. Przebudowa słupa ozn. nr. 7.

Istniejący słup ozn. na planie sytuacyjnym nr. 7 jest słupem pojedynczym z odciążeniem na żerdziach ŻN i pełni funkcję słupa narożnego.

Ze względu na wykonanie dodatkowej linii oświetlenia ulicznego przewodem izolowanym typu AsXSn 2x25mm² i zmianę układu sił słup ten należy przebudować wymieniając go na słupa odporowego na żerdzi wirowanej typu O-10,5/12.

Słup ten posadowiony będzie w terenie z zastosowaniem ustoju płytowego przyjętego dla gruntu średniego. Przepięta istniejąca linia napowietrzna wykonana przewodami gołymi naciągana będzie z naprężeniem równym 60 MPa, a projektowana linia oświetlenia ulicznego wykonana przewodami izolowanymi z naprężeniem równym 30 MPa.

Szczegóły dotyczące wyposażenia i posadowienia słupa podano na rysunku nr. 2.

1.8.4. Przebudowa słupa ozn. nr. 16.

Istniejący słup ozn. na planie sytuacyjnym nr. 16 jest słupem pojedynczym na żerdzi ŻN i pełni funkcję słupa przelotowego.

Ze względu na wykonanie dodatkowej linii oświetlenia ulicznego przewodem izolowanym typu AsXSn 2x25mm² i zmianę układu sił słup ten należy przebudować wymieniając go na słupa rozgałęźnego przelotowo-krańcowego na żerdzi wirowanej typu RPK-10,5/4,3.

Słup ten posadowiony będzie w terenie z zastosowaniem ustoju płytowego przyjętego dla gruntu średniego. Przepięta istniejąca linia napowietrzna wykonana przewodami izolowanymi oraz projektowana linia oświetlenia ulicznego wykonana przewodami izolowanymi naciągane będą z naprężeniem równym 30 MPa.

Szczegóły dotyczące wyposażenia i posadowienia słupa podano na rysunku nr. 2.

1.8.5. Zabudowa dodatkowego słupa ozn. nr. 5.

Ze względu na krzyżowanie się istniejącej sieci energetycznej wykonanej przewodami gołymi z projektowaną siecią oświetlenia ulicznego w miejscu krzyżujących się linii przewidzianą zabudowę słupa energetycznego przelotowego na żerdzi wirowanej typu P-10,5/2,5.

Projektowany słup posadowiony będzie w terenie z zastosowaniem ustoju płytowego przyjętego dla gruntu średniego.

Szczegóły dotyczące wyposażenia i posadowienia słupa podano na rysunku nr. 2.

1.9. Ochrona przed porażeniem elektrycznym.

Ochronę podstawową stanowić będzie izolacja robocza przewodów, osprzętu i urządzeń elektrycznych oraz lokalizacja urządzeń poza zasięgiem. Jako system ochrony dodatkowej przyjęto SZYBKIE WYŁĄCZENIE ZASILANIA z czasem nie większym niż 5s stosując przy

oprawach zabezpieczenia bezpiecznikami topikowymi szybkimi Bi-Wts 6A. Sieć oświetleniowa pracować będzie w syst. TN-C, natomiast instalacja od gniazda bezpiecznikowego w systemie TN-S.

2. Obliczenia

2.1. Zestawienie mocy.

Rozbudowa oświetlenia zasilanego ze stacji 3445:

Obw. nr. 1	istn.	6 x 0,10 = 0,60 kW
	proj.	8 x 0,05 = 0,40 kW
razem		P. = 1,00 kW

2.2. Dobór zabezpieczeń.

- prąd obliczeniowy.

$$I_n = \frac{1000}{230 \times 0,8} = 5,4 \text{ A} \quad - \text{ przy zapalaniu: } I_R = 2,5 \times 5,4 = 13,5 \text{ A}$$

Do zabezpieczenia zalicznikowego w szafie SON stacji nr. 3445 przyjęto wyłącznik instalacyjny B20A, natomiast do zabezpieczenia przedlicznikowego istniejący wyłącznik instalacyjny C32A.

2.3. Zestawienie mocy.

Rozbudowa oświetlenia zasilanego ze stacji 3446:

Obw. nr. 1	istn.	8 x 0,10 = 0,80 kW
	proj.	2 x 0,05 = 0,10 kW
razem		P. = 0,90 kW

2.4. Dobór zabezpieczeń.

- prąd obliczeniowy obw. 1.

$$I_n = \frac{900}{230 \times 0,8} = 4,9 \text{ A} \quad - \text{ przy zapalaniu: } I_R = 2,5 \times 4,9 = 12,3 \text{ A}$$

Do zabezpieczenia zalicznikowego w szafie SON stacji nr. 3446 przyjęto wyłącznik instalacyjny B20A, natomiast do zabezpieczenia przedlicznikowego istniejący rozłącznik bezpiecznikowy RBK z wkładką WT 40A

2.5. Obliczanie rezystancji uziemienia odgromników.

Rezystancja uziomu poziomego

$$R_H = \frac{\rho}{2 * \pi * L} * \ln \frac{2 * L^2}{b * h}$$

ρ - rezystywność gruntu – przyjęto 10000 Ω cm

L – długość uziomu poziomego – przyjęto 20,0m

b – większy wymiar poprzeczny uziomu – przyjęto płaskownik FeZn 40*3mm

h – głębokość ułożenia uziomu – przyjęto 60cm

$$R_H = \frac{10000}{2 * \pi * 2000} * \ln \frac{2 * 2000^2}{4 * 60} = 8,3 [\Omega]$$

Dla uziemienia odgromników dobrano uziom poziomy wykonany z płaskownika FeZn 40x3mm o długości 20m zakopany na głębokości 60cm od poziomu terenu.

Dla tak dobrego uziomu oporność uziemienia wynosi $8,3\Omega$ co jest mniejsze od uziemienia dopuszczalnego, które wynosi 10Ω . /ochronniki/

Po wykonaniu uziemienia wartość uziomu należy sprawdzić za pomocą pomiarów.

W przypadku gdy oporność uziemienia będzie większa od wymaganej uziom należy rozbudować.

2.6. Obl. skuteczności ochrony przeciwporażeniowej oraz spadków napięcia.

Obliczenia dotyczące skuteczności ochrony przeciwporażeniowej oraz spadków napięcia przedstawiono na rysunkach nr. 4 dla oświetlenia zasilanego ze stacji nr. 3445 oraz rysunku nr. 7 dla oświetlenia zasilanego ze stacji nr. 3446.

2.7. Obliczenia mechaniczne słupów.

-proj. słup odporowy 1/O-10,5/12

Siły wzdłuż przewodów istn. linii izolowanej głównej obw. nr. 1

$$F_1 = 4 \times 70 \times 3,0 + 1 \times 25 \times 3,0 = 915 \text{ daN.}$$

Siły wzdłuż przewodów istn. linii izolowanej głównej obw. nr. 2

$$F_2 = 4 \times 70 \times 3,0 = 840 \text{ daN.}$$

Siły wzdłuż przewodów istn. linii gołej głównej obw. nr. 1

$$F_3 = 4 \times 35 \times 6,0 = 840 \text{ daN.}$$

Siły wzdłuż przewodów istn. linii izolowanej głównej obw. nr. 2

$$F_4 = 4 \times 70 \times 3,0 = 840 \text{ daN.}$$

Kąt pomiędzy siłami $F_{1,2}$ i $F_{3,4}$ wynosi 178°

Siły wzdłuż przewodów istn. linii gołej odgałęźnej obw. nr. 1

$$F_5 = 4 \times 25 \times 6,0 = 600 \text{ daN.}$$

Kąt pomiędzy siłami $F_{1,2}$ i F_5 wynosi 75°

Siły wzdłuż przewodów projektowanej linii ośw. izolowanej

$$F_6 = 2 \times 25 \times 3,0 = 150 \text{ daN.}$$

Kąt pomiędzy siłami $F_{1,2}$ i F_6 wynosi 152°

Siły wypadkowa działająca na słupai

$$F_w = 715 \text{ daN} \text{ mniejsza od siły dopuszczalnej } F_d = 1200 \text{ daN.}$$

-proj. słup rozgałęźny narożno-krańcowy 3/RNK-10,5/10

Siły wzdłuż przewodów istn. linii gołej odgałęźnej obw. nr. 1

$$F_1 = 4 \times 25 \times 6,0 = 600 \text{ daN.}$$

Siły wzdłuż przewodów projektowanej linii ośw. izolowanej

$$F_2 = F_3 = 2 \times 25 \times 3,0 = 150 \text{ daN.}$$

Kąt pomiędzy siłami F_1 i F_2 wynosi 86°

Kąt pomiędzy siłami F_1 i F_3 wynosi 279°

Siły wypadkowa działająca na słupai

$$F_w = 633 \text{ daN} \text{ mniejsza od siły dopuszczalnej } F_d = 1000 \text{ daN.}$$

-proj. słup przelotowy 5/P-10,5/2,5

Istniejąca linia wykonana przewodami gołymi - zawieszenie przelotowe

Proj. linia oświetleniowa wykonana przewodami izolowanymi - zawieszenie przelotowe

Siły wypadkowa działająca na słupai

$$F_w = 0 \text{ daN.}$$

-proj. słup odporowy 7/O-10,5/12

Siły wzdłuż przewodów istn. linii gołej odgałęźnej obw. nr. 2

$$F_1 = F_2 = 4 \times 25 \times 6,0 = 600 \text{ daN.}$$

Kąt pomiędzy siłami F_1 i F_2 wynosi 238°

Siły wzdłuż przewodów projektowanej linii ośw. izolowanej

$$F_3 = F_4 = 2 \times 25 \times 3,0 = 150 \text{ daN.}$$

Kąt pomiędzy siłami F_1 i F_3 wynosi 54°

Kąt pomiędzy siłami F_1 i F_4 wynosi 242°

Siły wypadkowa działająca na słupai

$$F_w = 600 \text{ daN mniejsza od siły dopuszczalnej } F_d = 1200 \text{ daN.}$$

-proj. słup rozgałęźny przelotowo-krańcowy 16/RPK-10,5/4,3

Siły wzdłuż przewodów istn. linii izolowanej głównej obw. nr. 2

$$F_1 = F_2 = 4 \times 25 \times 3,0 = 300 \text{ daN.}$$

Kąt pomiędzy siłami F_1 i F_2 wynosi 180°

Siły wzdłuż przewodów istn. linii izolowanej oświetl.

$$F_3 = 2 \times 25 \times 3,0 = 150 \text{ daN.}$$

Kąt pomiędzy siłami F_1 i F_3 wynosi 180°

Siły wzdłuż przewodów projektowanej linii ośw. izolowanej

$$F_4 = 2 \times 25 \times 0,5 = 25 \text{ daN.}$$

Kąt pomiędzy siłami F_1 i F_4 wynosi 118°

Kąt pomiędzy siłami F_1 i F_4 wynosi 242°

Siły wypadkowa działająca na słupai

$$F_w = 163 \text{ daN mniejsza od siły dopuszczalnej } F_d = 430 \text{ daN.}$$