

OBLICZENIA TECHNICZNE

A/ Dobór słupów.

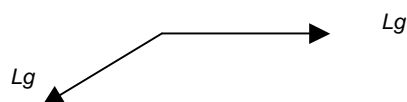
Obliczenia wykonano w oparciu o dane słupów w „Albumie Linii Napowietrznych niskiego napięcia z przewodami izolowanymi AL. 25-120 mm² Lnni” wydany przez ELPROJEKT Poznań.

- słup narożny 1N/E10.5/10 z lampą

$$a < 45m \quad f = 1,5m \quad \delta = 25MPa \quad \alpha_{Lg-Lg} = 152^\circ \quad \text{żerdź E10,5/10}$$

przewód:

- AsXS – 2x25 projektowany
- AsXS – 4x70 przewód dodatkowo uwzględniony w obliczeniach



$$F_x \geq 2F_n \cos \frac{\alpha}{2} + F_{ws} + F_p + F_l$$

gdzie:

F_x - dopuszczalne obciążenie słupa,

F_n - siła od naciągu przewodów,

F_{ws} - siła od parcia wiatru na słup i uzbrojenie działająca równolegle do siły wypadkowej obciążeń słupa,

F_p - wartość wypadkowej siły od naciągu przyłączy działająca równolegle do siły wypadkowej obciążeń słupa,

F_l - siła od parcia wiatru na lampę oświetlenia ulicznego.

$$F = 2 \times (175 + 700) \cos 76^\circ + 40 + 0 + 20 = 483,36daN$$

$$F_x = 1000daN > F = 483,36daN$$

oznaczenie słupa:

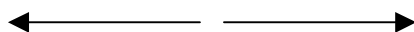
$$\frac{1}{N-10/10}$$

- słup przelotowy 2P/E-10/4,3c z lampą

$$a < 45m \quad f = 1,5m \quad \delta = 25MPa \quad \text{żerdź E-10,5/4,3c}$$

przewód:

- AsXS – 2x25 projektowany
- AsXS – 4x70 przewód dodatkowo uwzględniony w obliczeniach



$$F_x \geq F_{wp} + F_p + F_l + F_{ws}$$

gdzie:

- F_x - dopuszczalne obciążenie słupa,
- F_{wp} - siła od parcia wiatru na przewody,
- F_{px} - 50% wartości składowej prostopadłej do linii od naciągu przewodów przyłączowych,
- F_l - siła od parcia wiatru na lampę oświetlenia ulicznego,
- F_{ws} - siła od parcia wiatru na słup i uzbrojenie,

$$F = F_{wp} + F_p + F_l + F_{ws} = (18,5 + 56,4) + 0 + 20 + 34 = 128,9 daN$$

$$F_x = 430 daN > F = 128,9 daN$$

oznaczenie słupa:

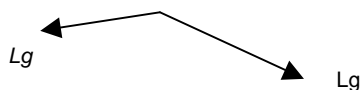
$$\frac{2}{P-10/4,3c}$$

- słup narożny 3N/E10.5/10 z lampą

$$a < 45m \quad f = 1,5m \quad \delta = 25MPa \quad \alpha_{Lg-Lg} = 156^\circ \quad \text{żerdź E10,5/10}$$

przewód:

- AsXS – 2x25 projektowany
- AsXS – 4x70 przewód dodatkowo uwzględniony w obliczeniach



$$F_x \geq 2F_n \cos \frac{\alpha}{2} + F_{ws} + F_p + F_l$$

gdzie:

- F_x - dopuszczalne obciążenie słupa,
- F_n - siła od naciągu przewodów,
- F_{ws} - siła od parcia wiatru na słup i uzbrojenie działająca równolegle do siły wypadkowej obciążeń słupa,
- F_p - wartość wypadkowej siły od naciągu przyłączy działająca równolegle do siły wypadkowej obciążeń słupa,
- F_l - siła od parcia wiatru na lampę oświetlenia ulicznego.

$$F = 2 \times (175 + 700) \cos 78^\circ + 40 + 0 + 20 = 423,85 daN$$

$$F_x = 1000 daN > F = 423,36 daN$$

oznaczenie słupa:

$$\frac{3}{N-10/10}$$

- słup narożny 4N/E10.5/10 z lampą

$$a < 45m \quad f = 1,5m \quad \delta = 25MPa \quad \alpha_{Lg-Lg} = 152^\circ \quad \text{żerdź E10,5/10}$$

przewód:

- AsXS – 2x25 projektowany
- AsXS – 4x70 przewód dodatkowo uwzględniony w obliczeniach



$$F_x \geq 2F_n \cos \frac{\alpha}{2} + F_{ws} + F_p + F_l$$

gdzie:

F_x - dopuszczalne obciążenie słupa,

F_n - siła od naciągu przewodów,

F_{ws} - siła od parcia wiatru na słup i uzbrojenie działająca równoległe do siły wypadkowej obciążeń słupa,

F_p - wartość wypadkowej siły od naciągu przyłączy działająca równoległe do siły wypadkowej obciążeń słupa,

F_l - siła od parcia wiatru na lampę oświetlenia ulicznego.

$$F = 2 \times (175 + 700) \cos 76^\circ + 40 + 0 + 20 = 483,36 daN$$

$$F_x = 1000 daN > F = 483,36 daN$$

oznaczenie słupa:

$$\frac{4}{N-10/10}$$

- słup krańcowy 5K-10/10 z lampą

$$a < 45m \quad f = 1,5m \quad \delta = 25MPa \quad \text{żerdź E-10,5/10}$$

przewód:

- AsXS – 2x25 projektowany
- AsXS – 4x70 przewód dodatkowo uwzględniony w obliczeniach



$$F_x \geq F_n + F_p + F_{ws} + F_l$$

$$F = (175 + 700) + 0 + 40 + 20 = 935 daN$$

$$F_x = 1000 daN \geq F = 935 daN$$

oznaczenie słupa:

$$\frac{5}{K-10/10}$$

- słup krańcowy 6K-10/10 z lampą

Obliczenia słupa nr 6 są identyczne jak słupa nr 5

oznaczenie słupa:

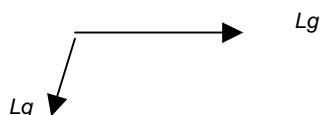
$$\frac{6}{K-10/10}$$

- słup narożny 7N/E10.5/10 z lampą

$$a < 45m \quad f = 1,5m \quad \delta = 25MPa \quad \alpha_{Lg-Lg} = 100^\circ \quad \text{żerdź E10,5/12}$$

przewód:

- AsXS – 2x25 projektowany
- AsXS – 4x70 przewód dodatkowo uwzględniony w obliczeniach



$$F_x \geq 2F_n \cos \frac{\alpha}{2} + F_{ws} + F_p + F_l$$

gdzie:

F_x - dopuszczalne obciążenie słupa,

F_n - siła od naciągu przewodów,

F_{ws} - siła od parcia wiatru na słup i uzbrojenie działająca równoległe do siły wypadkowej obciążeń słupa,

F_p - wartość wypadkowej siły od naciągu przyłączy działająca równoległe do siły wypadkowej obciążeń słupa,

F_l - siła od parcia wiatru na lampę oświetlenia ulicznego.

$$F = 2 \times (175 + 700) \cos 50^\circ + 40 + 0 + 20 = 1184,88daN$$

$$F_x = 1200daN > F = 1184,88daN$$

oznaczenie słupa:

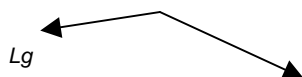
$$\frac{7}{N-10/12}$$

- słup narożny 8/N-10/10 z lampą

$$a < 45m \quad f = 1,5m \quad \delta = 25MPa \quad \alpha_{Lg-Lg} = 160^\circ \quad \text{żerdź E10,5/10}$$

przewód:

- AsXS – 2x25 projektowany
- AsXS – 4x70 przewód dodatkowo uwzględniony w obliczeniach



Lg

$$F_x \geq 2F_n \cos \frac{\alpha}{2} + F_{ws} + F_p + F_l$$

gdzie:

F_x - dopuszczalne obciążenie słupa,

F_n - siła od naciągu przewodów,

F_{ws} - siła od parcia wiatru na słup i uzbrojenie działająca równoległe do siły wypadkowej obciążeń słupa,

F_p - wartość wypadkowej siły od naciągu przyłączy działająca równoległe do siły wypadkowej obciążeń słupa,

F_l - siła od parcia wiatru na lampę oświetlenia ulicznego.

$$F = 2 \times (175 + 700) \cos 80^\circ + 40 + 0 + 20 = 363,88 \text{ daN}$$

$$F_x = 1000 \text{ daN} > F = 363,88 \text{ daN}$$

oznaczenie słupa:

$$\frac{8}{N-10/10}$$

B/ Obliczenie zwisu w połowie przęsła.

$$f = \frac{a^2 \times g}{8 \times \sigma}$$

gdzie:

a - rozpiętość przęsła [m]

g - współczynnik obciążenia mechanicznego przewodu $[\frac{kG}{m \times mm^2}]$

σ - naprężenie przewodu $[\frac{kG}{mm^2}]$

f - zwis [m]

dla przewodu AsXS – 2x25 mamy $202 \frac{kG}{km}$

$$g = \frac{0,202}{1 \times 25} = 0,008 \frac{kG}{m \times mm^2}$$

$$\sigma = 25 \frac{kG}{mm^2}$$

$a = 45m$ - długość przęsła

$$f = \frac{45^2 \times 0,008}{8 \times 25} = 0,081 \approx 0,08m$$

$$f = 0,08m < f_{\max} = 1,5m$$

C/ Bilans mocy

Moc obliczeniowa projektowanego obwodu wynosi:

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

D/ Dobór przewodów.

Do zasilania oświetlenia przewiduje się przewody AsXS – 2x25 o obciążalności $I_{dd} = 112\text{A}$, natomiast do zasilania linii energetycznej AsXS – 4x70 o obciążalności $I_{dd} = 213\text{A}$.

E/ Rezystancja uziemienia słupów.

Dla słupów projektuje się uziomy pionowe prętowe – pręty ocynkowane ϕ 5mm długości 8m połączone bednarką ocynkowaną 30x4mm. Alternatywnym wariantem jest zastąpienie pręta ocynkowanego ϕ 5mm uziomem stalowym pomiedziowanym Galmar z gwintem o ϕ 17,2mm o długości np. 2x3m + 2,4m Rezystancja pojedynczego uziomu dla rezystywności gruntu $\delta = 100\Omega\text{m}$ wyniesie $6,5\Omega$.

F/ Zapotrzebowanie mocy.

Zaprojektowany obwód oświetlenia posiada moc:

moc zainstalowana wynosi:

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

moc zapotrzebowana wynosi:

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

G/ Prąd obciążenia.

Dla mocy zapotrzebowanej $P_m = 0,9\text{kW}$ prąd obciążenia wynosi:

$$I_{obc} = 1,7 \times \frac{P_m}{U} = 1,7 \times \frac{0,9 \times 10^3}{230} = 6,65\text{A} \quad \text{prąd obciążenia uwzględniający prąd załączenia lampy.}$$

W oparciu o powyższe wyliczenia, dobrano przewód samonośny AsXS – 2x25 dla którego obciążalność długotrwała wynosi $I_{dd} = 112\text{A}$.

Na podstawie powyższego zachodzi:

$$I_{dd} = 112\text{A} > I_{obc} = 6,65\text{A}$$

H/ Dopuszczalny spadek napięcia.

$$P_m = 0,4kW \quad s = 25mm^2 \quad \gamma = 33 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$$

projektowany odcinek: przewód AsXS – 2x25

$$P_{AsXS-2x25} = 0,9kW$$

$$l_{AsXS-2x25} = 250m$$

$$\Delta U_{\% AsXS-2x25} = \frac{200 \times P_{AsXS-2x25} \times l_{AsXS-2x25}}{\gamma \times s \times U_o^2} = \frac{200 \times 0,9 \times 10^3 \times 250}{33 \times 25 \times 230^2} = 0,01\%$$

$$\Delta U_{\% AsXS-2x25} = 0,0027 \leq \Delta U_{\% dop} = 7\%$$

$$l_{YAKY-4x35} = 60m$$

$$\Delta U_{\% YAKY-4x35} = \frac{200 \times P_{YAKY-4x35} \times l_{YAKY-4x35}}{\gamma \times s \times U_o^2} = \frac{200 \times 0,9 \times 10^3 \times 60}{33 \times 35 \times 230^2} = 0,001\%$$

$$\Delta U_{\%} = \Delta U_{\% AsXS-2x25} + \Delta U_{\% YAKY-4x35} = 0,011\%$$

$$\Delta U_{\%} = 0,011\% < \Delta U_{\% dop} = 7\%$$

I/ Ochrona przed dotykiem pośrednim.

Zgodnie z wydanymi warunkami wtp sieć pracuje w układzie TN-C. Jako system od porażień prądem elektrycznym przyjęto samoczynne wyłączenie zasilania. Oświetlenie jest zasilane z szafy oświetleniowej SO-3859 zasilanej z stacji transformatorowej 20/04kV „W-029 Wilchwy ZOR 2” z transformatorem 400kVA. Występują następujące parametry zwarciove dłuższego odcinka sieci oświetleniowej:

Rozłącznik bezpiecznikowy
WTN00-25A/gG

AsXS – 2x25
242m

YAKY 4x35
60m

$$l_{AsXS-2x25} = 242m$$

$$s = 25mm^2$$

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

$$R_{AsXS-2x25} = 1,538 \Omega/km$$

$$X_{AsXS-2x25} = 0,086 \Omega/km$$

$$l_{YAKY 4x35} = 60m$$

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

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

$$R = 1,538 \times 0,242 + 0,86 \times 0,06 = 0,3722 + 0,0516 = 0,4238 \Omega$$

$$X = 0,086 \times 0,242 + 0,073 \times 0,06 = 0,021 + 0,0044 = 0,0254 \Omega$$

$$R_{zw} = 2 \times R = 2 \times 0,4238 = 0,8476 \Omega$$

$$X_{zw} = 2 \times X = 2 \times 0,0254 = 0,0508 \Omega$$

$$Z_{zw} = \sqrt{R_{zw}^2 + X_{zw}^2} = \sqrt{0,8476^2 + 0,0508^2} = \sqrt{0,71842576 + 0,00258064} = 0,85 \Omega$$

dopuszczalna wartość impedancji wynosi:

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

dla bezpiecznika WTN00-25A/gG w rozłączniku bezpiecznikowym zachodzi:

$$I_b = 25A \quad i \quad t = 5s \text{ prąd wyłączalny } I_a = k \times I_b = 4,1 \times 25 = 102,5A$$

$$Z_s = \frac{U_0}{I_a} = \frac{230}{102,5} = 2,24\Omega$$

porównując poszczególne impedancje zachodzi

$$\underline{Z_{zw} = 0,85\Omega < Z_s = 2,24\Omega .}$$

Powyższa zależność spełnia warunek poprawnej skuteczności ochrony przeciwporażeniowej prądem elektrycznym, bowiem impedancja zwarcia jest mniejsza od impedancji dopuszczalnej.