

INSTALACJE ELEKTRYCZNE

Obliczenia – dobór kabli i przewodów

Obliczenia kable SN-15kV

Obciążalność długotrwała kabli.

Do istniejącego przyłącza zostaną podłączone transformatory o mocy:

- budynek B – 630kVA,
- budynek C – 630kVA,
- budynek E – 630kVA,
- budynek F – 2000kVA,
- rezerwa pod przyszłą rozbudowę – 2000kVA.

Uwzględniając powyższe spodziewana moc wyniesie 5890kVA a prąd obciążenia wyniesie :

$$I_B = \frac{S}{\sqrt{3} \times U_n} = \frac{5890000}{\sqrt{3} \times 15000} = 226,71A$$

gdzie:

S – moc pozorna spodziewanego obciążenia, w [VA],

Un – napięcie nominalne sieci, w [V].

Początkowy prąd zwarciaowy w miejscu przyłączenia kabla do istniejącej sieci elektroenergetycznej:

$$I_{k3}'' = \frac{cn_{max}}{\sqrt{3} \times Z_{kQ}} \frac{1,1 \times 15000}{\sqrt{3} \times 1,24}$$

gdzie:

Z_{kQ} – impedancja systemu elektroenergetycznego w miejscu przyłączenia linii kablowej, w [Ω], określona wzorem:

$$Z_{kQ} = \frac{c}{S_{kQ}''} \frac{n_{max}^2}{200000000} = \frac{1,1 \times 15000^2}{200000000}$$

I''_{k3} – początkowy prąd zwarcia symetrycznego, w [A],

Un – napięcie nominalne sieci, w [V],

S''_{kQ} – moc zwarciaowa określona przez Spółkę Dystrybucyjną w miejscu przyłączenia projektowanej linii kablowej do istniejącej sieci projektowanej linii kablowej, w [VA],

c_{max} – wartość współczynnika korekcyjnego siły elektromotorycznej obwodu zwarciaowego, w [-]; dla napięć o wartości większej niż 1kV dla największej wartości prądu zwarciaowego

Dobór przekroju żyły.

Doboru przekroju żyły dokonuje się z pośród szeregu przekrojów znormalizowanych dla danego typu kabla uwzględniając:

- naprężenia elektryczne w izolacji,
- naprężenia mechaniczne,
- najwyższą dopuszczalną temperaturę żył kabla przy obciążeniu długotrwałym, okresowo zmiennym, w warunkach zakłóceń i przy zwarcia.

Na podstawie danych zawartych w katalogu dobiera się kabel: NA2XS(F)2Y 1x 150mm²/50 mm² 12/20 kV o :

- prądzie zwarciovym 1-sekundowy 14,2 kA,
- napięciu U_0 / U : 12/20 kV,
- znamionowej obciążalności długotrwałej– 355A.

Uwzględniając trasę przebiegu kabla wyznaczoną w rozdziale 3.2.1-wyznaczenie trasy przebiegu kabla - należy zastosować współczynniki przeliczeniowe dla obciążalności długotrwałej.

Ze względu na konieczność zastosowania przepustu kablowego pod drogą należy uwzględnić współczynnik ułożenia kabla w rurach i przepustach wynoszący $k=0,85$.

Zatem znamionowa obciążalność długotrwała kabla NA2XS(F)2Y 1x 150mm²/50 mm² została obniżona do wartości:

$$I_z = I_{zn} \times k = 355 \times 0,85 = 301,75$$

gdzie:

I_z – wymagana dopuszczalna długotrwała obciążalność prądowa kabla, w [A],

I_{zn} – znamionowa dopuszczalna długotrwała obciążalność prądowa kabla, w [A],

k – współczynnik korekcyjny.

Dobór przekroju przewodu kabla ze względu na długotrwałą obciążalność prądową:

$$I_z \geq I_B$$

$$301,75 \geq 226,71$$

gdzie:

I_z – wymagana dopuszczalna długotrwała obciążalność prądowa kabla, w [A],

I_B – prąd spodziewanego obciążenia, w [A].

Sprawdzenie obliczeń

Sprawdzenie dobranego kabla na warunki zwarciove.

$$S \geq \frac{1}{k} \times \sqrt{\frac{I_{th}^2 \times T_k}{1}}$$

gdzie:

I_{th} – prąd zwarciovy termiczny cieplny, w [A],

T_k – czas trwania zwarcia, w [s],

k – dopuszczalna jednosekundowa gęstość prądów zwarciovyh, w [A/mm²].

Wartość jednosekundowej gęstości zwarciovey obliczamy z następujących wzorów:

$$k = \sqrt{\gamma_{sr} \times c \frac{\tau_{dz} - \tau_{pz}}{T_k}}$$

$$\gamma_{sr} = \frac{\gamma_{20}}{1 + \alpha(\tau_{sr} - 20)}$$

$$\tau_{sr} = \frac{\tau_{pz} + \tau_{dz}}{2}$$

gdzie:

c – ciepło właściwe materiału przewodzącego (dla Al: $c = 2,48$ J/cm³K; dla Cu: $c = 3,55$ J/cm³K),

τ_{pz} – początkowa temperatura zwarcia, w [°C] (przyjmowana jako temperatura przewodu dopuszczalna długotrwale)

τ_{dz} – dopuszczalna końcowa temperatura zwarcia, w [°C]

α – współczynnik rozszerzalności metali, dla Cu, Al, Ag przyjmowany jako 0,004 [1/K],

γ_{20} – konduktywność materiału przewodzącego w temperaturze 20 °C, przyjmowane odpowiednio dla: Cu: $\gamma_{20} = 55$ [m/(Ω*mm²)], Al: $\gamma_{20} = 35$ [m/(Ω*mm²)],

T_k – czas trwania zwarcia, przyjmowany umownie dla wyznaczenia wartości k jako 1s,

γ_{sr} – konduktywność materiału przewodzącego w temperaturze τ_{sr} , w [m/(Ω*mm²)],

τ_{dz} – średnia temperatura przewodu, w [°C].

$$\tau_{sr} = \frac{90 + 250}{2} = 170^\circ C$$

$$\gamma_{sr} = \frac{35}{1 + 0,004 \times (170 - 20)} = 21,88 \frac{m}{\Omega mm^2}$$

$$k = \sqrt{21,88 \times 2,48 \frac{250 - 90}{1}} = 93,18 \frac{A}{mm^2}$$

$$S \geq \frac{1}{93,18} \times \sqrt{\frac{7682,48^2 \times 1}{1}} = 82,45 \text{ mm}^2$$

Na podstawie powyższego obliczenia parametry dobranego przekroju kabla spełniają warunki zwarciove.

Sprawdzenie dobranego kabla z warunku na spadek napięcia

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times 100}{U_n} \times I_B \times (R \times \cos \phi + X \times \sin \phi) \leq U_{dop}$$

$$R = R_l + R_{kQ}$$

$$X = X_l + X_{kQ}$$

$$X_{kQ} = 0,995 \times Z_{kQ}$$

$$R_{kQ} = 0,1 \times X_{kQ}$$

$$R_l = \frac{l}{\gamma \times s}$$

$$X_l = X' \times l$$

gdzie:

X' – jednostkowa reaktancja linii, przyjmowana dla kabli o napięciu nominalnym $U_n > 1\text{kV}$ jako: $0,1 \Omega/\text{km}$,

S – przekrój przewodu, w $[\text{mm}^2]$,

$$X_{kQ} = 0,995 \times 1,24 = 1,23 \Omega$$

$$R_{kQ} = 0,1 \times 1,23 = 0,123 \Omega$$

l – długość linii kablowej, w $[\text{km}]$.

$$R_l = \frac{44}{35 \times 150} = 0,0084 \Omega$$

$$X_l = 0,001 \times 44 = 0,044 \Omega$$

$$R = 0,123 \times 0,0084 = 0,001 \Omega$$

$$X = 1,23 + 0,044 = 0,0054 \Omega$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \times 100}{15000} \times 226,71 \times (0,001 \times 0,98 + 0,0054 \times 0,20) = 0,00054\%$$

$$\Delta U \leq U_{dop}$$

$$0,0054\% \leq 3\%$$

Warunek zachowania spadku napięcia jest zachowany.

Wyznaczenie prądu udarowego.

Prąd udarowy i_p wyznacza się na podstawie następującego wzoru:

$$i_p = \kappa \times \sqrt{2} \times I_{k3}$$

gdzie:

κ – współczynnik udaru, w [-], wyznaczany ze wzoru:

$$\kappa = 1,02 + 0,98 \times \exp\left[-3 \frac{R_{kQ}}{X_{kQ}}\right]$$

$$\kappa = 1,02 + 0,98 \times \exp\left[-3 \frac{0,123}{1,23}\right] = 1,75$$

$$i_p = 1,75 \times \sqrt{2} \times 7682,48 = 19013A$$

Udarowy prąd znamionowy wszelkich szyn i aparatów w miejscu wyznaczania prądu udarowego powinien być równy lub większy od wyznaczonego prądu i_p .

Sprawdzenie żyły powrotnej.

Dobry kabel NA2XS(F)2Y 1x 150mm²/50 mm² wyposażono w żyłę powrotną o przekroju geometrycznym 50 mm². Sprawdzenie żyły powrotnej kabla na zwarcie dwufazowe:

$$I_{kzp} = 0,033 \times S_{kQ}'' \leq I_{kzpdop}$$

$$I_{kzp} = 0,033 \times 200000000 = 6,6kA$$

Dopuszczalny prąd zwarciový żyły powrotnej kabla NA2XS(F)2Y 1x 150mm²/50 mm² kV wynosi 10kA

Dopuszczalny prąd zwarciový żyły powrotnej dobrego kabla spełnia warunek doboru

