

- Teren w miejscach wykonywanych prac należy uporządkować, przywrócić do stanu pierwotnego i usunąć wszelkie zdemontowane elementy.
- Przy wykonywaniu prac należy przestrzegać zapisów zawartych w uzgodnieniach z właścicielami/zarządcami działek.

## 2.4. Obliczenia elektryczne

### Impedancja zwarcia systemu elektroenergetycznego

Na podstawie danych uzyskanych od PGE Dystrybucja S.A. Oddział Łódź przyjęto, że moc zwarcia w miejscu przyłączenia projektowanych kabli XRUHAKXS 3x1x240mm<sup>2</sup> do istniejącej sieci SN nie przekroczy  $S_{kQ}'' = 250 MVA$

$$Z_{kQ} = \frac{C_{\max} \cdot U_n^2}{S_{kQ}''} = \frac{1,1 \cdot 15000^2}{250 \cdot 10^6} = 0,99 \Omega$$

$$X_{kQ} = 0,995 \cdot Z_{kQ} = 0,995 \cdot 0,99 \approx 0,985 \Omega$$

$$R_{kQ} = 0,1 \cdot X_{kQ} = 0,1 \cdot 0,985 \approx 0,0985 \Omega$$

$Z_{kQ}$  – impedancja zastępcza w miejscu przyłączenia kabla do istniejącej sieci SN, [ $\Omega$ ]

$R_{kQ}$  – rezystancja zastępcza w miejscu przyłączenia kabla do istniejącej sieci SN, [ $\Omega$ ]

$X_{kQ}$  – reaktancja zastępcza w miejscu przyłączenia kabla do istniejącej sieci SN, [ $\Omega$ ]

$C_{\max}$  – wartość współczynnika korekcyjnego siły elektromotorycznej obwodu zwarcowego, [–]

### Elektromagnetyczna stała czasowa obwodu zwarcowego:

$$T = \frac{X_{kQ}}{\omega \cdot R_{kQ}} = \frac{0,985}{2 \cdot \pi \cdot 50 \cdot 0,0985} \approx 0,032 s$$

$$T_k = 1 s > 10T = 10 \cdot 0,032 = 0,32 s$$

W przypadku gdy  $T_k > 10T$

Można przyjąć upraszczające założenie  $I_{th} = I_{k3}''$

$$T_k > 10T \Rightarrow I_{th} = I_{k3}''$$

$T$  – elektromagnetyczna stała czasowa obwodu zwarcowego, [s]

$I_{th}$  – prąd zwarcowy cieplny zastępczy, [A]

$T_k$  – czas trwania zwarcia, [s]

### Początkowy prąd zwarcowy:

$$I_{k3}'' = \frac{S_{kQ}''}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{250 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 10^3} \approx 9,622 kA$$

$I_{k3}''$  – początkowy prąd zwarcia trójfazowego, [A]

$U_n$  – napięcie nominalne sieci, [V]

### Sprawdzenie kabli na warunki zwarcia:

- Kabel 3x XRUHAKXS 1x240mm<sup>2</sup>

$$I_{th} < I_{thr240} \Rightarrow 9,622 kA < 22,6 kA$$

Gdzie:

$I_{thr}$  – prąd zwarcowy 1-sekundowy kabla z żyłami aluminiowymi wg katalogu TELE-FONIKA dla temperatury początkowej zwarcia wynoszącej 90°C

### Sprawdzenie żył powrotnych dobranych kabli na warunki zwarcia:

$$I_{k2}'' = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot I_{k3}'' = \frac{\sqrt{3}}{2} \cdot 9,622 = 8,33 \text{ kA} < I_{dop} = 9,80 \text{ kA}$$

$I_{dop}$  – dopuszczalna wartość 1-sekundowego prądu zwarcowego [kA] wg katalogu TELE-FONIKA dla żyły powrotnej o przekroju  $50 \text{ mm}^2$

Prąd udarowy:

$$i_p = \sqrt{2} \cdot \kappa \cdot I_{k3}'' = \sqrt{2} \cdot 1,55 \cdot 9,622 \approx 21,09 \text{ kA}$$

$$\kappa = 1,02 + 0,98 \cdot \exp\left(-3 \frac{R_{kQ}}{X_{kQ}}\right) = 1,02 + 0,98 \cdot \exp\left(-3 \frac{0,0985}{0,985}\right) \approx 1,55$$

$\kappa$  – współczynnik udaru, [–]

Obciążalność prądowa długotrwała kabli:

Wg katalogu producenta TELE-FONIKA dla kabli 3x XRUHAKXS 1x240mm<sup>2</sup> przy ułożeniu w układzie trójkątnym przy uwzględnieniu współczynnika 0,85 dla ułożenia w rurach i przepustach:

$$I_{B240} = 420 \text{ A}$$

Sprawdzenie przekroju kabli:

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

$$\gamma_{sr} = \frac{\gamma_{20}}{1 + \alpha \cdot (\tau_{sr} - 20)} = \frac{35}{1 + 0,0040 \cdot (170 - 20)} = 21,88 \frac{\text{m}}{\Omega \text{ mm}^2}$$

$$k = \sqrt{\gamma_{sr} \cdot c_w \cdot \frac{\tau_{dz} - \tau_{pz}}{T_k}} = \sqrt{21,88 \cdot 2,48 \cdot \frac{250 - 90}{1}} = 93,17 \frac{\text{A}}{\text{mm}^2}$$

$$S \geq \frac{1}{k} \sqrt{\frac{I_{th}^2 \cdot T_k}{1}} = \frac{1}{93,17} \sqrt{\frac{9622^2 \cdot 1}{1}} \approx 103,27 \text{ mm}^2$$

$\gamma_{sr}$  – konduktywność średnia,  $[m / (\Omega \text{ mm}^2)]$

$\gamma_{20}$  – konduktywność w temperaturze  $20^\circ \text{C}$ ,  $[m / (\Omega \text{ mm}^2)]$

$\tau_{pz}$  – początkowa temperatura kabla podczas zwarcia (przyjmowana jako maksymalna temperatura żyły roboczej dla obciążenia długotrwałego),  $[^\circ \text{C}]$

$\tau_{dz}$  – dopuszczalna końcowa temperatura kabla podczas zwarcia wg katalogu TELE-FONIKA,  $[^\circ \text{C}]$

$\tau_{sr}$  – średnia temperatura przewodu,  $[^\circ \text{C}]$

$c_w$  – ciepło właściwe aluminium,  $[J / (cm^3 K)]$

$\alpha$  – rozszerzalność cieplna aluminium, dla aluminium  $\alpha = 0,004 [1/K]$

$T_k$  – czas trwania zwarcia, [s]

$k$  – gęstość 1-sekundowego prądu zwarcowego,  $[A / \text{mm}^2]$

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

$$S = 240 \text{ mm}^2 \geq 103,27 \text{ mm}^2$$

Kabel został dobrany prawidłowo.