

Uproszczony projekt zasilania w energię elektryczną obiektu użyteczności publicznej (część 1.)

Zasilanie stacji transformatorowej SN/nn

Podstawa opracowania

1. Zlecenie inwestora.
2. Wizja lokalna w terenie.
3. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (tekst jednolity: Dz.U. z 2022 roku poz. 1225 z późniejszymi zmianami).
4. Warunki techniczne przyłączenia wydane przez Zakład Energetyczny.
5. Norma N SEP-E 001 *Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa*.
6. Norma PN-EN 50322:2011 *Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV*.
7. Norma N SEP-E 004 *Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa*.
8. Norma PN-E 05100-1:2000 *Elektroenergetyczne linie napowietrzne. Projektowanie i budowa. Linie prądu przemiennego z przewodami roboczymi gołymi*.
9. Norma PN-EN 60865-1:2002 *Obliczanie skutków prądów zwarciovych. Część 1. Definicje i metody obliczeń*.
10. Katalogi producentów kabli oraz producentów osprzętu kablowego.

Wyciąg z warunków technicznych przyłączenia, wydanych przez OSD

Dostawa energii będzie realizowana na SN z RSN Stacji Transformatorowej Malborska. Na terenie obiektu użyteczności publicznej położonego przy ul. Szczecińskiej należy wybudować stację transformatorową o mocy umożliwiającej pokrycie mocy zapotrzebowanej przez zasilane odbiorniki energii elektrycznej. Miejszem dostawy energii będzie złącze SN wybudowane w linii ogrodzenia wraz z układem pomiarowym zużytej energii elektrycznej. Energię elektryczną do złącza kablowego SN należy doprowadzić kablem o przekroju ustalonym na podstawie obliczeń, lecz nie mniejszym niż 50 mm^2 , wyprowadzonym z wolnego pola RSN stacji transformatorowej SN/nn Malborska. Moc zwarciova na szynach RSN stacji transformatorowej wynosi $S_{ko}^+ = 50 \text{ MVA}$. Czas trwania zwarcia $T_k = 1,5 \text{ s}$. Pomiar rozliczeniowy zużytej energii należy projektować w układzie pośrednim zlokalizowanym w szafce pomiarowej zainstalowanej obok złącza kablowego SN. Resztkowy niekompensowany prąd ziemnozwarciowy w sieci SN: $I_{nkc} = 15 \text{ A}$.

Opis stanu istniejącego

W odległości 300 m od stacji transformatorowej SN/nn Malborska zlokalizowany jest obiekt użyteczności publicznej, składający się z trzech bu-

dynków: budynku biurowego; budynku garażowego oraz budynku gospodarczego. Teren obiektu jest ogrodzony. Moc zapotrzebowana przez obiekt została określona w projekcie instalacji elektrycznych obiektu, z pominięciem układu kompensacji mocy biernej:

- » budynek biurowy: $P_z = 190 \text{ kW}$; $\cos \varphi = 0,8$,
- » budynek garaży wraz ze stacją diagnostyczną: $P_z = 60 \text{ kW}$, $\cos \varphi = 0,8$.
- » budynek gospodarczy: $P_z = 15 \text{ kW}$, $\cos \varphi = 0,8$.

W związku z tym, że budowa kontenerowej lub słupowej stacji transformatorowej nie wchodzi w rachubę, w budynku garaży zostało wydzielone miejsce do instalacji przemysłowej stacji transformatorowej ICZ-E 15/0,4 kV wyposażonej w transformator o mocy 400 kVA o układzie połączeń Dy5.

Opis techniczny

W miejscu określonym w projekcie instalacji elektrycznych budynku garaży należy zainstalować przemysłową stację transformatorową ICZ-E wyposażoną w transformatory o mocy 400 kVA o grupie połączeń Dy5. Z wolnego pola RSN stacji transformatorowej Malborska należy wyprowadzić kabel $3 \times \text{XRUHAKXS } 50/16 - 12/20$, który należy układać w rowie kablowym o głębokości 0,9 m na podsypce z piasku o grubości 10 cm. Kabel należy wprowadzić do złącza kablowego SN zainstalowanego w linii ogrodzenia obiektu użyteczności publicznej. Ze złącza kablowego należy wyprowadzić linię kablową wykonaną kablem $3 \times \text{XRUHAKXS } 50/16 - 12/20$ do zasilania transformatora zlokalizowanego w budynku garażowym. Kable należy układać w wykopach o głębokości 0,9 m na podsypce z piasku o grubości 10 cm. Po ułożeniu wszystkich projektowanych kabli należy je zasypać warstwą piasku grubości 10 cm, warstwą rodzimego gruntu o grubości 30 cm, rozłożyć wzdłuż całej trasy taśmę kablową koloru czerwonego i zasypać wykop. Na kablu projektowanych linii SN przed zasypaniem należy w odstępach co 10 m założyć opaski kablowe zawierające następujące informacje: typ kabla – rok ułożenia – długość – symbol użytkownika – symbol wykonawcy.

Rezystancja uziemienia ochronnego transformatora $R \leq 3 \Omega$. Uziemienie transformatora należy wykonać jako wspólne z uziemieniem roboczym punktu neutralnego dolnego uzwojenia transformatora. Układ pomiarowy zużytej energii elektrycznej należy zainstalować w szafce pomiarowej zlokalizowanej obok złącza kablowego SN i wykonać w układzie pośrednim, z wykorzystaniem przekładników prądowych SN typu CTS 17 15/5 A/A kl. 0.25 o mocy $S_n = 7,5 \text{ VA}$, $I_{dyn} = 25 \text{ kA}$ oraz $I_{thT1} = 20 \text{ kA}$, produkcji KPB Intra Polska Sp. z o.o. oraz przekładników napięciowych SN VTS 17 o mocy $S_n = 7,5 \text{ VA}$ i napięciach $U_{n1} = 15000 : \sqrt{3} \text{ V}$; $U_{n2} = 100 : \sqrt{3} \text{ V}$. Plan

linii kablowych przedstawia **rysunek 1**. Schemat układu zasilania przedstawia **rysunek 2**.

Obliczenia

Sprawdzenie poprawności założonej mocy transformatora:

$$\operatorname{tg}\varphi_{z1} = \operatorname{tg}\varphi_{z2} = \operatorname{tg}\varphi_{z3} = \sqrt{\frac{1}{\cos^2\varphi_z} - 1} = \sqrt{\frac{1}{0,8^2} - 1} = 0,75$$

$$P_z = 190 + 60 + 15 = 265 \text{ kW}$$

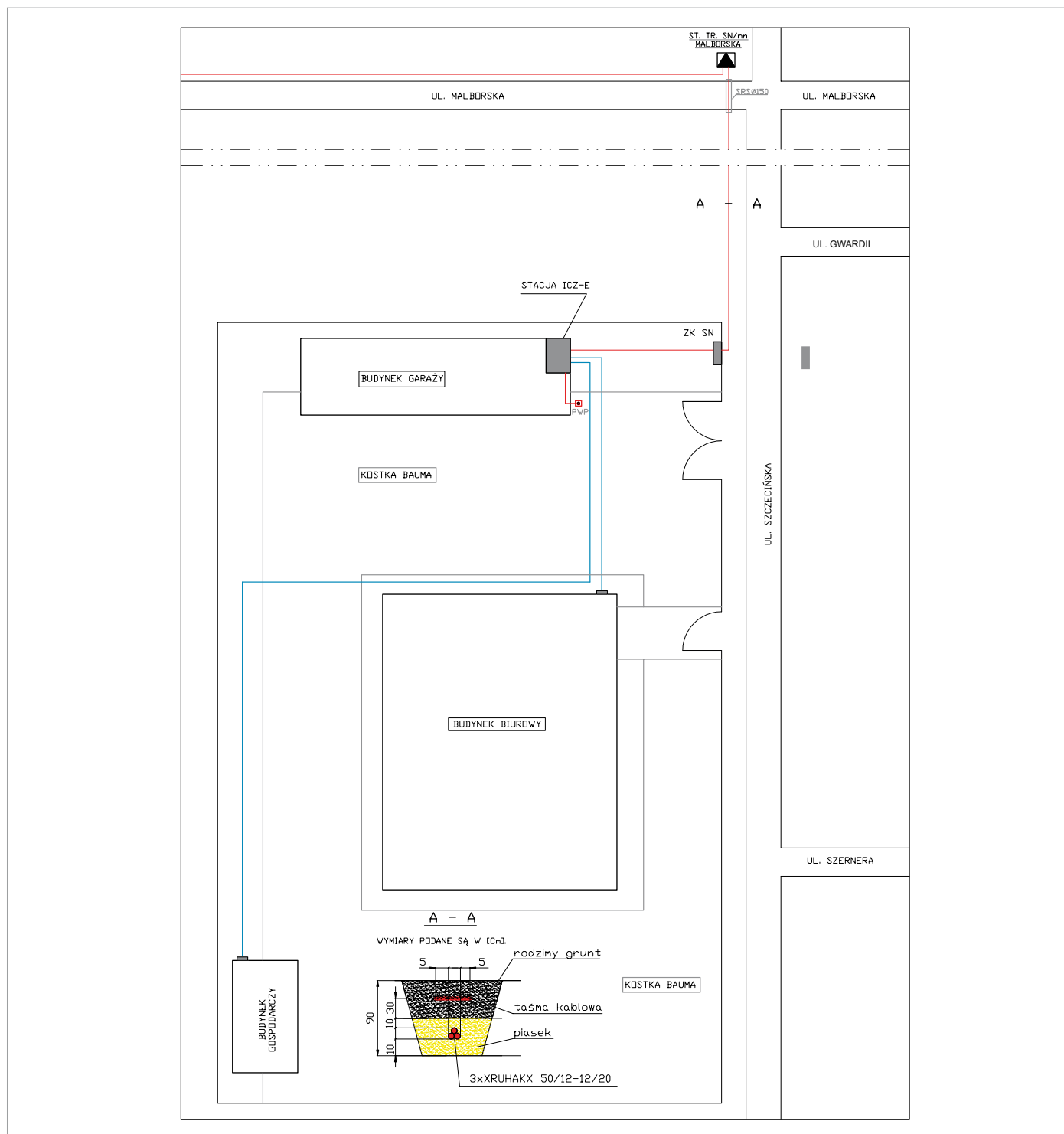
$$Q_z = P_z \cdot \operatorname{tg}\varphi_z = (190 + 60 + 15) \cdot 0,75 = 198,75 \text{ kvar}$$

$$S_z = \sqrt{P_z^2 + Q_z^2} = \sqrt{265^2 + 198,75^2} = 331,25 \text{ kVA}$$

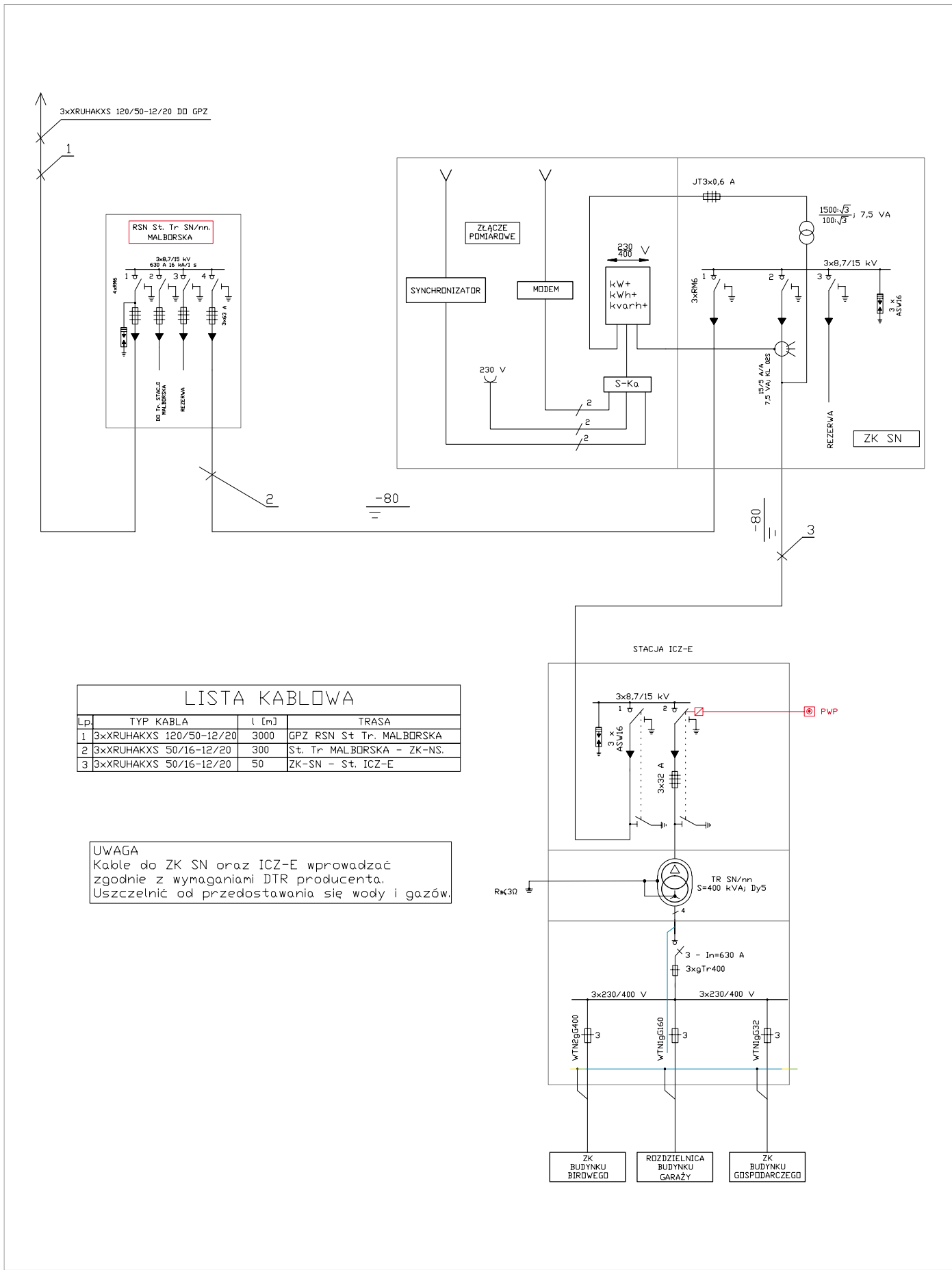
$$\Delta P_T = \Delta P_0 + \Delta P_{\text{obczn}} \cdot \left(\frac{S_z}{S_{nT}}\right)^2 = 750 + 5500 \cdot \left(\frac{331250}{400000}\right)^2 = 4521,85 \text{ W} \approx 4,53 \text{ kW}$$

$$\Delta Q_T = \Delta Q_0 + \Delta Q_{\text{obczn}} \cdot \left(\frac{S_z}{S_{nT}}\right)^2 = \frac{1,1}{100} \cdot 400 + \frac{4,5}{100} \cdot 400 \cdot \left(\frac{331250}{400000}\right)^2 = 16,75 \text{ kvar}$$

$$S_{nT} \geq \sqrt{(265 + 4,53)^2 + (198,75 + 16,75)^2} = 345 \text{ kVA} \Rightarrow S_{nT} = 400 \text{ kVA}$$



Rys. 1. Plan projektowanej linii SN rys. J. Wiatr



LISTA KABLOWA

Lp.	TYP KABLA	l [m]	TRASA
1	3xXRUHAKXS 120/50-12/20	3000	GPZ RSN St Tr. MALBORSKA
2	3xXRUHAKXS 50/16-12/20	300	St. Tr MALBORSKA - ZK-NS.
3	3xXRUHAKXS 50/16-12/20	50	ZK-SN - St. ICZ-E

UWAGA
Kable do ZK SN oraz ICZ-E wprowadzać zgodnie z wymaganiami DTR producenta. Uszczelnić od przedostawania się wody i gazów.

Rys. 2. Schemat układu zasilania w energię elektryczną obiektu użyteczności publicznej rys. J. Wiatr

Dobór zabezpieczeń transformatora:

$$I_{BT} = \frac{S_{nT}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{400000}{\sqrt{3} \cdot 15000} = 15,42 \text{ A}$$

$$I_n \geq 2 \cdot I_{BT} = 2 \cdot 15,42 = 30,84 \text{ A} \Rightarrow I_n = 32 \text{ A}$$

Zostaną przyjęte bezpieczniki VV C 10/17,5kV 32A 50N, produkcji ETI POLAM.

Prądy zwarciovowe w RSN stacji transformatorowej Malborska (miejsce przyłączenia projektowanej linii kablowej SN) oraz dobór kabla zasilającego SN:

$$Z_{kQ}^* = \frac{c_{\max} \cdot U_n^2}{S_{kQ}} = \frac{1,1 \cdot 15000^2}{50 \cdot 10^6} = 4,95 \Omega$$

$$I_{k3}^* = \frac{S_{kQ}}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{50 \cdot 10^6}{\sqrt{3} \cdot 15000} = 1927 \text{ A}$$

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

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

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

$$X_{kQ} = 0,995 \cdot Z_{kQ} = 0,995 \cdot 4,95 = 4,92525 \Omega$$

$$R_{kQ} = 0,1 \cdot X_{kQ} = 0,1 \cdot 4,92525 = 0,492525 \Omega$$

$$\kappa = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-\frac{R_{kQ}}{X_{kQ}}} = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-\frac{0,492525}{4,92525}} \approx 1,75$$

$$I_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k3}^* = 1,75 \cdot \sqrt{2} \cdot 1927 = 4755 \text{ A}$$

$$\text{tg}\varphi = \frac{X_{kQ}}{R_{kQ}} = \frac{4,92525}{0,492525} = 10$$

$$T = \frac{\text{tg}\varphi}{\omega} = \frac{10}{2\pi \cdot 50} = 31,85 \text{ ms}$$

$$\frac{T_k}{T} = 47,1 \gg 10 \Rightarrow I_{th} = I_k^* = 1927 \text{ A}$$

$$S \geq \frac{I_{th}}{k} \cdot \sqrt{\frac{T_k}{1}} = \frac{1927}{93} \cdot \sqrt{\frac{1,5}{1}} = 25,38 \text{ mm}^2 \Rightarrow S = 50 \text{ mm}^2$$

Sprawdzenie żyły powrotnej na zwarcie dwufazowe:

$$I_{k2} = 0,033 \cdot S_{kQ}^* = 0,033 \cdot 50 = 1,65 \text{ kA} < I_{dop} = 3,5 \text{ kA}$$

Sprawdzenie dobranego kabla z warunku spadku napięcia:

$$I_B = \frac{S_z}{\sqrt{3} \cdot U_n} = \frac{334520}{\sqrt{3} \cdot 15000} = 12,9 \text{ A}$$

$$\cos\varphi_z = 0,8 \Rightarrow \sin\varphi_z = 0,6$$

$$R_1 = \frac{l}{\gamma \cdot S} = \frac{300}{33 \cdot 50} = 0,18 \Omega$$

$$X_1 = x' \cdot l = 0,1 \cdot 0,3 = 0,03 \Omega$$

$$\Delta U = \frac{\sqrt{3} \cdot I_B \cdot 100\%}{U_n} \cdot (R_1 \cdot \cos\varphi_z + X_1 \cdot \sin\varphi_z) =$$

$$= \frac{\sqrt{3} \cdot 12,9 \cdot 100}{15000} \cdot (0,18 \cdot 0,8 + 0,03 \cdot 0,6) = 0,024\% \ll 1\%$$

Zostanie przyjęty kabel 3×XRUHAKXS 50/16 – 12/20. Linia kablowa łącząca ZKL SN z transformatorem stacji SN/nn o mocy 400 kV zasilającej

obiekt wynosi około 20 m. Jest to mała odległość, przez co wyznaczone wartości spodziewanych prądów w ZK SN należy przyjąć do warunków zwarciovych występujących na górnych zaciskach transformatora.

W rzeczywistości tłumienność wnoszona przez kabel spowoduje, że będą one nieco niższe od wartości wyznaczonych na zaciskach ZK, ale dla odległości 20 m można przyjąć wartości właściwe dla ZK. Powoduje to powstanie błędu w kierunku dodatnim, czyli bezpiecznym. Podobnie nieznacznie wzrośnie spadek napięcia, ale przy odległości 20 m i wyznaczonej wartości spadku napięcia w ZK SN będzie to wartość pomijalnie mała.

Wymagana rezystancja uziemienia transformatora:

Zgodnie z wymaganiami normy N SEP-E 001, w takim przypadku należy spełnić następujący warunek:

$$R_B = \frac{U_L}{I_{nkc}} = \frac{50}{15} = 3,33 \Omega \Rightarrow R_B \leq 3 \Omega$$

Uziemienie transformatora należy wykonać jako wspólne z uziemieniem punktu neutralnego dolnego uzwojenia. Ponieważ uziom zostanie wykonany jako kombinowany, rezystancje poszczególnych jego elementów wyniosą:

» pojedynczy uziom pionowy $\Phi 16$, długości 6 m (dolny koniec 7 m poniżej poziomu gruntu, a górny 1 m poniżej poziomu gruntu):

$$R_1 = 0,37 \cdot \frac{\rho}{l_u} \cdot \lg \frac{4 \cdot l_u}{d_u} = 0,37 \cdot \frac{200}{6} \cdot \lg \frac{4 \cdot 6}{0,16} \approx 27 \Omega$$

» uziom poziomy na głębokości 1 m:

$$R_2 = \frac{\rho}{2\pi \cdot l_u} \cdot 2,3 \cdot \lg \frac{l_u^2}{d_u \cdot t_u} = \frac{200}{6,28 \cdot 170} \cdot 2,3 \cdot \lg \frac{170^2}{0,15 \cdot 1} \approx 2,3 \Omega$$

» wartość wypadkowa uziemienia (10 uziomów pionowych oddalonych od siebie średnio o 20 m, połączonych taśmą FeZn 30×4 stanowiącą uziom poziomy):

$$R_W = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 \cdot \eta_2 + n \cdot R_2 \cdot \eta_1} = \frac{27 \cdot 2,3}{27 \cdot 0,6 + 10 \cdot 2,3 \cdot 0,6} = 2,07 \Omega < 2,5 \Omega$$

Warunek będzie spełniony.

Dobór przekładnika prądowego:

Przekładniki prądowe zostaną dobrane do prądu znamionowego transformatora, który jest nieco większy od spodziewanego prądu obciążenia:

$$I_{n1} = I_{BT} = 15,42 \text{ A} < I_B = 12,9 \text{ A}$$

Na podstawie obliczonego spodziewanego prądu pierwotnego przekładnika należy dobrać przekładniki 15/5 A/A:

$$1,2 \cdot 15 \text{ A} = 18 \text{ A} > 15,42 \text{ A}$$

$$R_p = \frac{l}{\gamma \cdot S} = \frac{5}{55 \cdot 2,5} = 0,37 \Omega$$

$$Z_0 = R_p + Z_{op} + R_z = 0,037 + 0,1 + 0,1 = 0,237 \Omega \Rightarrow Z_0 = 0,24 \Omega$$

$$S_n = I_{2n}^2 \cdot Z_0 = 5^2 \cdot 0,24 = 6 \text{ VA}$$

$$Z_n = \frac{S_n}{I_{2n}^2} = \frac{7,5}{5^2} = 0,3 \Omega$$

$$0,25 \cdot Z_n = 0,25 \cdot 0,3 = 0,075 \Omega \leq Z_0 \leq 1,2 \cdot Z_n = 0,36 \Omega$$

Wymagane parametry zwarciove przekładnika:

» prądy zwarciove w ZK SN:

$$R_i = \frac{l}{\gamma \cdot S} = \frac{300}{21,88 \cdot 50} = 0,275 \Omega \Rightarrow R_i = 0,28 \Omega$$

$$X_{LK} = x' \cdot l = 0,1 \cdot 0,3 = 0,03 \Omega$$

$$R_k = R_{kQ} + R_{IK} = 0,492525 + 0,28 = 0,772525 \Omega$$

$$X_k = X_{kQ} + X_{IK} = 4,92525 + 0,03 = 4,95525 \Omega$$

$$Z_k = \sqrt{(R_{kQ} + R_{IK})^2 + (X_{kQ} + X_{IK})^2} = \\ = \sqrt{0,772525^2 + 4,95525^2} = 5,01 \Omega$$

$$I_{k3}^* = \frac{c_{\max} \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_k} = \frac{1,1 \cdot 15000}{\sqrt{3} \cdot 5,01} = 1903,71 \text{ A}$$

$$\kappa = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-\frac{R_k}{X_k}} = 1,02 + 0,98 \cdot e^{-\frac{0,772525}{4,95525}} \approx 1,64$$

$$i_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_{k3}^* = 1,64 \cdot \sqrt{2} \cdot 1,91 = 4,42 \text{ kA} \Rightarrow i_p = 4,5 \text{ kA}$$

» znamionowy prąd dynamiczny:

$$I_{\text{dyn}} \geq i_p = 4,5 \text{ kA}$$

» znamionowy krótkotrwały prąd cieplny (1-sekundowy):

$$I_{\text{thT1}} = \sqrt{\frac{I_{\text{th}}^2 \cdot T_k}{1}} = \sqrt{\frac{1904^2 \cdot 1,5}{1}} = 2332 \text{ A} \Rightarrow I_{\text{thT1}} = 2,35 \text{ kA}$$

Zostanie przyjęty przekładnik prądowy SN typu CTS 17 15/5 A/A kl. 0.2S o mocy $S_n = 7,5 \text{ VA}$, $I_{\text{dyn}} = 25 \text{ kA}$ oraz $I_{\text{thT1}} = 20 \text{ kA}$, produkcji KPB Intra Polska Sp. z o.o.

Dobór przekładników napięciowych:

$$U_{n1} = 15000 : \sqrt{3}$$

$$U_{n2} = 100 : \sqrt{3}$$

$$S_0 = 3 \cdot S_{\text{ap}} = 3 \cdot 2 = 6 \text{ VA}$$

$$S_g = 400 \text{ VA}$$

$$S_n = 7,5 \text{ VA}$$

$$0,25 \cdot S_0 = 0,25 \cdot 6 = 1,5 \text{ VA} < S_n = 7,5 \text{ VA}$$

$$\frac{S_0}{U_{n2}} = \frac{6}{\frac{100}{\sqrt{3}}} \approx 0,11 \text{ A} \leq I_{\text{nb2}} \leq \frac{S_{\text{gr}}}{k \cdot U_{2n}} = \frac{400}{1,5 \cdot \frac{100}{\sqrt{3}}} \approx 4,62 \text{ A}$$

$$R_d = R_b + R_z = 0,06 + 0,05 = 0,11 \Omega$$

$$S_p \geq \frac{l \cdot S_0}{(6,7 - R_d \cdot S_0) \cdot \gamma} = \frac{5 \cdot 6}{(6,7 - 0,11 \cdot 6) \cdot 55} \approx 0,091 \text{ mm}^2$$

gdzie:

U_{n1} – napięcie pierwotne przekładnika, w [V],

U_{n2} – napięcie wtórne przekładnika, w [V],

S_g – moc graniczna przekładnika, w [VA],

S_0 – moc obciążenia przekładnika, w [VA],

S_n – moc znamionowa przekładnika, w [VA],

S_{ap} – moc pobierana przez tor napięciowy licznika energii elektrycznej, w [VA],

I_{nb2} – prąd znamionowy zabezpieczenia instalowanego po stronie wtórnej przekładnika, w [A],

S_p – wymagany przekrój przewodu łączącego przekładniki z licznikiem zużytej energii, w [mm²],

R_b – rezystancja bezpiecznika, w [Ω],

R_z – rezystancja zestyków, w [Ω],

γ – konduktywność przewodu, w [m/(Ω·mm²)],

S – przekrój przewodu, w [mm²],

Z_n – znamionowa impedancja przekładnika, w [Ω],

l – długość przewodu lub kabla, w [m],

Z_{ap} – impedancja wejściowa licznika zużytej energii, w [Ω],

R_z – rezystancja łączy, w [Ω],

R_p – rezystancja przewodu łączącego licznik z przekładnikiem, w [Ω],

I_{BT} – spodziewany prąd obciążenia obwodu pierwotnego przekładnika prądowego, w [A],

I_{n1} – znamionowy prąd pierwotny przekładnika prądowego, w [A],

I_{n2} – znamionowy prąd wtórny przekładnika prądowego, w [A],

I_{thT1} – jednosekundowy prąd cieplny przekładnika prądowego, w [kA],

I_{dyn} – prąd dynamiczny przekładnika prądowego, w [kA],

I_{th} – prąd zwarciove cieplny, w [kA],

I_{BT} – spodziewany prąd obciążenia transformatorów, w [A],

I_k^* – początkowy prąd zwarcia, w [kA],

T – elektromagnetyczna stała czasowa obwodu zwarciovego, w [s],

x' – jednostkowa reaktancja linii elektroenergetycznej, w [Ω/km] (dla linii kablowej SN: $x' = [0,1 \Omega/\text{km}]$),

i_p – zwarciove prąd udarowy, w [kA],

κ – współczynnik udaru, w [-],

S_{kQ}^* – moc zwarciove, w [MV],

Z_{kQ} – impedancja zwarciove zastępcza Systemu Elektroenergetycznego, w [Ω],

τ_{pz} – początkowa temperatura zwarcia, w [K],

τ_{dz} – dopuszczalna temperatura zwarcia, w [K],

T_k – czas trwania zwarcia, w [s],

c – ciepło właściwe żyły przewodzącej przewodu lub kabla, w [J/(cm³·K)],

k – jednosekundowa gęstość prądu zwarciovego, w [A/mm²],

α – temperaturowy współczynnik rezystancji, w [K⁻¹],

U_L – napięcie dotykowe dopuszczalne, w [V],

$\eta_1; \eta_2$ – współczynniki wykorzystania uziomów, w [-] (J. Strzałka, J. Strojny, *Projektowanie urządzeń elektroenergetycznych*, UWND AGH, Kraków 2008),

l_u – długość uziomu, w [m],

d_u – średnica uziomu, dla uziomu poziomego połowa szerokości, w [m],

t_u – głębokość ułożenia uziomu poziomego, w [m],

ρ – rezystywność gruntu, w [Ω·m].

Przyjęty został przekładnik napięciowy SN typu VTS17 o mocy 7,5 VA na napięcie pierwotne $15000 : \sqrt{3} \text{ V}$ oraz napięcie wtórne $100 : \sqrt{3} \text{ V}$, produkcji KPB Intra Polska Sp. z o.o. z bezpiecznikiem topikowym JT 0,6 A oraz kabel YKY 4x1,5.

Uwagi końcowe

- Ochrona przeciwporażeniowa przy uszkodzeniu – uziemienie.
- Rezystancja uziemienia stacji transformatorowej nie może przekraczać 3 Ω.
- Przy pracach budowlanych związanych z budową linii kablowej w miejscach uzbrojenia terenu roboty należy wykonywać ręcznie, w porozumieniu oraz pod nadzorem użytkowników poszczególnych elementów uzbrojenia terenu.
- Po ułożeniu kabla, przed jego zasypaniem, rury osłonowe należy uszczelnić od przedostawania się wody i poddać całość linii kablowych inwentaryzacji geodezyjnej.
- Żyły powrotne poszczególnych kabli należy uziemić na obu końcach.
- Instalację ZK SN należy wykonać zgodnie z DTR producenta.
- Po wykonaniu linii kablowych należy wykonać badania odbiorcze.



ELEKTROBUD



**INNOWACYJNA
PRZEMYSŁOWA
OBUDOWA
TRANSFORMATORA
ICZ-E
2500 kVA**

Produkt dostarczany według indywidualnego projektu jest wykonywany według niżej wymienionych norm oraz dokumentów normatywnych polskich i międzynarodowych:

PN-EN 62271-202 p 6.2

Próby sprawdzające poziom izolacji obudowie prefabrykowanej, strona nn.

PN-EN 62271-202 p 6.5

Próby nagrzewania głównych komponentów umieszczonych w obudowie prefabrykowanej.

PN-EN 62271-202 p 6.6

Próby zdolności przewodzenia przez obwody główne uziemiające prądów znamionowego szczytowego i znamionowego krótkotrwałego wytrzymywanego.

PN-EN 62271-202 p 6.7

Sprawdzenia stopnia ochrony

PN-EN 62271-202 p 6.101

Sprawdzenie wytrzymałości obudowy prefabrykowanej na narażenia mechaniczne.

PN-EN 62271-202 p 6.10

Sprawdzenie obwodów pomocniczych i sterowniczych.