



		<b>EGZEMPLARZ</b>	
		<b>1</b>	
<b>PROJEKT TECHNICZNY</b>			
<b>Nazwa zamierzenia budowlanego:</b>	<b>Budowa kontenerowej stacji transformatorowej 15/0,4 kV wraz z odcinkiem sieci średniego napięcia SN 15 kV oraz przyłączami kablowymi niskiego napięcia nN 0,4 kV</b>		
<b>Adres i kategoria obiektu budowlanego:</b>	Wola Kopcowa, gmina Masłów Kategoria obiektu budowlanego: XXVI		
<b>Lokalizacja:</b>	Jednostka ewidencyjna: 260409_2 Masłów Obręb ewidencyjny: 0011 Wola Kopcowa Numery działek ewidencyjnych: 175/2, 540, 641/4, 547/1, 640, 642, 638/8		
<b>Inwestor:</b>	PGE Dystrybucja S.A. Oddział Skarżysko-Kamienna ul. Piłsudskiego 51, 26 – 110 Skarżysko - Kamienna		
<b>Autorzy opracowania:</b>			
<b>Opracował:</b>			
<b>Projektował:</b>	inż. Zbigniew Zieliński KL 387/93 instalacyjno inżynierska w zakresie sieci i instalacji elektrycznych	08.2025 r.	
<b>Sprawdził:</b>	mgr. inż. Piotr Polut SWK/0202/PWBE/21 instalacyjno inżynierska w zakresie sieci i instalacji elektrycznych	08.2025 r.	

## SPIS TREŚCI

1. Obliczenia .....	3
1.1 Uziemienia .....	3
1.2 Obliczenia parametrów zwarciovych.....	5
1.3 Obliczenia dla sieci niskiego napięcia.....	8
2. Technologia układania linii kablowych .....	15
3. System klucza generalnego (Master Key) .....	15
4. Rozwiązania materiałowe oraz techniczne.....	16
4.1 Zestawienie materiałów .....	16
4.2 Zestawienie materiałów telemechaniki .....	18
4.3 Materiały z demontażu .....	18
6. Uwagi końcowe .....	21

## 1. Obliczenia

### 1.1 Uziemienia

**Należy wykonać następujące uziemienia w linii SN:**

1. Uziemienie ochronne i robocze proj. stacji trafo. MZb-1\_AIR-20/630
2. Uziemienie ochronne i robocze proj. stanowiska słupowego Nr 45 typu Kgo-12/30

Należy przewidzieć uziemienia skupione wykonane z prętów uziemiających miedziowanych  $\varnothing$  16mm. Poszczególne sondy łączyć ze sobą za pomocą bednarki ocynkowanej 30x4mm. Połączenia wykonać poprzez spawanie, zgrzewanie lub za pomocą uchwytów śrubowych. połączenia zabezpieczyć przed korozją masą asfaltową (w części poziomej) wazeliną techniczną bezkwasową (w części nadziemnej).

Parametry pracy sieci SN zasilanej ze stacji GPZ Wschód podane przez PGE Dystrybucja S.A.

- prąd zwarcia trójfazowego na szynach GPZ Wschód 8,3 kA przy czasie trwania 2,0s.
- prąd zwarcia doziemnego  $I_z=300$  A (sieć skompensowana  $I_{z20\%}=60$ A)
- czas nastawy zabezpieczeń ziemnozwarciowych  $t=4$ s

Uwzględniając zapisy normy PN-EN 50341-1:2005; PN-EN 50522:2011; PN-EN-60364-4-422 oraz PN-EN-61936-1:2002 skuteczność ochrony przy dotyku pośrednim uznaje się za spełnione zostanie spełniony warunek:

$$U_E = I_E Z_E \leq 2U_{TP}(t_F)$$

przy czym przy założeniu  $Z_E = R_E$  warunek przyjmuje postać:

$$R_E \leq \frac{2U_{TP}(t_F)}{I_E}$$

gdzie:

$U_{TP}(t_F)$  – maksymalne dopuszczalne napięcie dotykowe rażeniowe zależne od czasu zwarcia  $t_F$   
dla  $t_F = 4$ s wartość  $U_{TP} = 82$ V

$I_E$  – prąd zwarcia doziemnego obliczony wg wzoru:

$$\sqrt{I_{AWSZ}^2 + (0,1 * I_C)^2}$$

- $I_{AWSZ} = 20$  A
  - $I_C = 300$  A
- dane PGE Dystrybucja S.A

$$I_E = \sqrt{20^2 + (0,1 * 300)^2} = \sqrt{400 + (30)^2} = \sqrt{400 + 900} = \sqrt{1300} = 36,1A$$

wartość  $R_E$  nie może być większa od:

$$R_E \leq \frac{2 * U_{TP}(t_F)}{I_E} = \frac{2 * 82}{36,1} = 4,54 \Omega$$

w związku z powyższym należy przyjąć, że wartość  $R_E$  powinna być nie większa niż  $4,54 \Omega$  dla proj. stacji trafo.

W zakresie doboru ochrony przed porażeniem dla stacji SN/nN ze względu na napięcia wynoszone do sieci nN musi zostać spełniony warunek:

$$R_B \leq \frac{U_F}{I_E}$$

gdzie:

$R_B$  – wypadkowa rezystancja uziemienia wszystkich połączonych równolegle układów uziomowych

(wypadkowa rezystancja wspólnego uziemienia ochronno-roboczego w stacji transformatorowej oraz uziemień przewodów PEN (PE) we wszystkich punktach linii nN tworzących sieć)

$U_F$  – napięcie zakłócenkowe dla czasu  $t_F$  przepływu prądu jednofazowego zwarcia doziemnego dla  $t_F = 4s$  wartość  $U_F = 84,5V$

$I_E$  – prąd zwarcia doziemnego –  $36,1A$

$$R_B \leq \frac{84,5}{36,1} \leq 2,34 \Omega$$

Uziemienie dla projektowanej stacji trafo MZb-1\_AIR 20/630-3 nie może przekraczać wartości  **$2,34 \Omega$**  oraz  **$4,54 \Omega$**  dla projektowanego stanowiska słupowego nr 45 typu K2g2o-12/30.

## 1.2 Obliczenia parametrów zwarciovych

### Obliczenia parametrów zwarciovych GPZ Wschód - proj. stacja transformatorowa

- moc zwarcia trójfazowego na szynach GPZ Wschód  $S_z = 224 \text{ MVA}$
- prąd zwarcia doziemnego  $I_z = 300 \text{ A}$  (sieć kompensowana  $I_{z20\%} = 60 \text{ A}$ )
- czas nastawy zabezpieczeń ziemnozwarciowych  $t_z = 2 \text{ s}$
- łączna długość projektowanej linii kablowej 3xXRUHAKXs 120/50mm<sup>2</sup>=0,688 km ( $R_L = 0,328 \Omega/\text{km}$ ,  $X_L = 0,122 \Omega/\text{km}$ )

### OBLICZENIA PARAMETRÓW ZWARCIA:

Przy następujących parametrach :

Moc zwarciova na szynach rozdzielni 15 kV (GPZ)

$$S_k = 224 \text{ MVA}$$

Napięcie międzyprzewodowe na szynach rozdzielni (GPZ)

$$U_n = 15 \text{ kV}$$

Czasy zwarcia dla zwarcia 1-faz

$$t_z(1\text{-faz}) = 2 \text{ s}$$

i 2-fazowego

$$t_z(2\text{-faz}) = 0,1 \text{ s}$$

### 1.Przeliczona na stronę 15 kV reaktancja układu $X_k$ wynosi :

$$X_k = c \cdot U_n^2 / S_k \quad \text{gdzie } c = 1,1 \quad \text{dla napięcia } U_n > 1 \text{ kV}$$

$$X_k = 1,1 \Omega$$

$$R_k = 0,1 \cdot 1,1 = 0,11 \Omega$$

Suma reaktancji wynosi :

$$\Sigma X = 1,19 \Omega$$

Suma rezystancji wynosi:

$$\Sigma R = 0,34 \Omega$$

### 2.Impedancja zwarcia wynosi :

$$Z_k = \sqrt{\Sigma R^2 + \Sigma X^2} \quad Z = 1,24 \Omega$$

### 3.Prąd początkowy zwarcia $I_k$ wyniesie :

$$I_k = 0,5 * k * U_n / Z \quad \text{dla zwarcia 2-fazowego}$$

$$I_k = k * U_n / \sqrt{3} * Z \quad \text{dla zwarcia 3-fazowego}$$

Powyższe wzory są prawdziwe przy założeniu  $Z_1=Z_2$

Większy prąd zwarcia występuje przy zwarcu 3-fazowym

$$I_k = 7,71 \text{ kA} \quad \text{dla zwarcia 3-faz}$$

$$I_k = 6,68 \text{ kA} \quad \text{dla zwarcia 2-faz}$$

#### 4. Zastępczy prąd cieplny zwarcia $I_{th}$ wyniesie:

$$I_{th} = k_c * I_k$$

gdzie  $k_c = 1,1$  w najgorszych warunkach

$$I_{th} = 8,48 \text{ kA} \quad \text{dla zwarcia 3-faz}$$

$$I_{th} = 7,35 \text{ kA} \quad \text{dla zwarcia 2-faz}$$

#### 5. Obciążalność zwarcia 1-sek wyniesie:

$$I_{thz} = I_{th} * \sqrt{t_z} = 2,68 \text{ kA} \quad \text{3-faz}$$

$$I_{thz} = \sqrt{3} * I_{th} * \sqrt{t_z} = 4,02 \text{ kA} \quad \text{2-faz}$$

#### 6. Udarowy prąd zwarcia $I_p$ :

$$R/X = 0,28$$

$$k_u = 1,02 * 0,98 * \exp z R/X = 1,44$$

$$I_p = \sqrt{2} * k_u * I_k = 15,70 \text{ kA} \quad \text{dla zwarcia 3-faz}$$

#### 1. Wytrzymałość zwarcia 1-sek żyły powrotnej dla projektowanego typu kabla wyniesie:

Projektowany kabel posiada żyłę powrotną :

$$s = 25 \text{ mm}^2$$

o wytrzymałości zwarcia 1-sek wynoszącej :

$$I_{thN} = 5,3 \text{ kA}$$

$$4,02 < 5,3 \text{ kA}$$

**Warunek wytrzymałości zwarcia 1-sek żyły powrotnej spełniony.**

#### 2. Wytrzymałość zwarcia 1-sek żyły roboczej wyniesie dla przekroju projektowanego kabla typu :

Kabel typu XRUHAKXs o przekroju :

$$s = 120 \text{ mm}^2$$

Dopuszczalna gęstość prądu zwarciovego 1-sekundowego dla najwyższej dop. temp. 250 st.C

$$j_c = 94 \text{ A/mm}^2$$

Przekrój min. żyły roboczej wyniesie:

$$S_{\min} = I_{th} / j_c \cdot t_z \cdot 10^3 = 28,5 \text{ mm}^2$$

$$28,5 < 120 \text{ mm}^2$$

**Warunek wytrzymałości zwarciovwej cieplnej żyły roboczej spełniony**

### 1.3 Obliczenia dla sieci niskiego napięcia

#### dobór mocy stacji trafo stacji MZb-1\_AIR-20/630-3

Zgodnie z warunkami przyłączenia wydanymi przez  
PGE Dystrybucja S.A. przyjęto moc zainstalowaną na poziomie  
 $P_z = 650 \text{ kW}$   
( $34 \times 11 \text{ kW} + 8 \times 11 \text{ kW} + 1 \times 6 \text{ kW} + 16 \times 11 \text{ kW} + 1 \times 6 \text{ kW} = 374 + 88 + 6 + 176 + 6 = 650 \text{ kW}$ )

Współczynnik jednoczesności przyjęto dla 60 odbiorców:  
 $k_j = 0,132$

Moc szczytowa odbiorców przyłączanych wyniesie:  
 $P_s = 650 \text{ kW} \times 0,132 = 85,80 \text{ kW}$

Moc szczytowa	$P_s =$	85,80	kW
Rezerwa mocy (20%)	$P_r =$	17,16	kW
Moc razem:	$\Sigma P =$	102,96	kW
Moc pozorna wyniesie $\Sigma P / 0,93$	$P_p =$	110,71	kVA

**dobrano jednostkę o mocy**

**160kVA**

#### obliczenia mocy szczytowej i prądów szczytowych dla proj. obwodu Nr 1 (kierunek proj. ZK-15)

Moc zainstalowana		
$P_i =$	650	kW
Ilość odbiorców składających się na moc zainstalowaną		
$n =$	60	
Współczynnik mocy wynosi		
$\cos \varphi =$	0,93	
Współczynnik jednoczesności wyniesie		
$k_j =$	0,132	
Moc szczytowa wyniesie		
$P_s =$	$P_i \cdot k_j =$	85,8 kW
Prąd szczytowy wyniesie		
$I_s =$	$P_s / (U \cdot \cos \varphi \cdot \sqrt{3}) =$	133,2 A
Proponuje się następujący amperaż bezpiecznika		
$I_b =$	160	A
Bezpiecznik w stacji dobrano NH-2/gG		160A
Bezpiecznik w proj. ZK-P NH-00/gF		50A



### Obliczenia spadków napięcia dla proj. obwodu Nr 1

nr słupa/ złącza	długość odcinka	przekrój przew.	ilość odbiorców	ilość narast.	moc kW	moc w punkcie	współcz. jednocz.	moc szczyt.	kWm PxI	dU %	
1	63	240	4	4	34	34	0,6600	22,44	1,4	0,11	
2	20	240	4	8	44	78	0,4700	36,66	0,7	0,05	
3	50	240	4	12	44	122	0,3670	44,774	2,2	0,17	
4	20	240	4	16	44	166	0,3100	51,46	1,0	0,08	
5	50	240	4	20	44	210	0,2760	57,96	2,9	0,22	
6	20	240	4	24	44	254	0,2450	62,23	1,2	0,09	
7	50	240	4	28	44	298	0,2226	66,3348	3,3	0,25	
8	21	240	4	32	44	342	0,2046	69,9732	1,5	0,11	
9	50	240	4	36	44	386	0,1884	72,7224	3,6	0,27	
10	21	240	4	40	44	430	0,1740	74,82	1,6	0,12	
11	50	240	4	44	44	474	0,1644	77,9256	3,9	0,29	
12	21	240	4	48	44	518	0,1548	80,1864	1,7	0,13	
13	50	240	4	52	44	562	0,1464	82,2768	4,1	0,31	
14	20	240	4	56	44	606	0,1392	84,3552	1,7	0,13	
15	50	240	4	60	44	650	0,1320	85,8	4,3	0,32	
łącznie	556		60	650 Spadek napięcia wynosi:						2,62 %	
Dopuszczalny spadek napięcia wynosi:										5 %	

### Spadek napięcia jest dopuszczalny

#### Obliczenia długotrwałej dopuszczalnej obciążalności kabli niskiego napięcia

Kabel YAKXS 4

x 240 mm<sup>2</sup> ułożony w ziemi w okrągłej osłonie

Sposób wykonania instalacji - typ D

Obciążalność kabla zgodnie z normą PN IEC 60364-5-523 wynosi

$$I_{dd} = 401 \text{ A}$$

Uwzględniając współczynnik poprawkowy z tytułu przyjęcia rezystywności cieplnej gruntu

$$1,0 \text{ K} \cdot \text{m/W} \quad K = 1,04$$

Obciążalność kabla wyniesie

$$I_{dd} = 417,04$$

Kabel ułożony pojedynczo

$$I_{dd} = 417,04 \text{ A}$$

Prąd szczytowy

$$I_s = 133,2 \text{ A}$$

$$I_s < I_b < I_{dd}$$

$$133,2 \text{ A} < 160 \text{ A} < 417,04 \text{ A}$$

$$1,6 \cdot I_b < 1,45 \cdot I_{dd}$$

$$213,12 \text{ A} < 604,71 \text{ A}$$

**Kabel dobrany prawidłowo**

## Obliczenia impedancji zwarcia obw. nr 1 z proj. stacji trafo. MZb-1\_AIR-20/630-3

### - zwarcie proj. ZK-P Nr 15

#### Impedancja transformatora

Rezystancja transformatora

$$R_t = 0,020 \, \Omega$$

Transformator

160 kVA

Reaktancja transformatora

$$X_t = 0,040 \, \Omega$$

#### Impedancja linii kablowej

Rezystancja linii kablowej

$$R_k = 0,071 \, \Omega$$

Reaktancja linii kablowej

$$X_k = 0,037 \, \Omega$$

Odcinek  
1

Odcinek 2

Odcinek  
3

Odcinek  
4

Długość

556

0,000

0,000

0,000

Przekrój

240

35,000

16,000

35,000

Suma rezystancji

$$\Sigma R = 0,162 \, \Omega$$

Suma reaktancji

$$\Sigma X = 0,114 \, \Omega$$

#### Impedancja pętli zwarcia

$$Z = 1,25 \cdot \sqrt{(\Sigma R)^2 + (\Sigma X)^2} = 0,25 \, \Omega$$

Prąd zwarciovowy

$$I_z = U_o / Z = 928,1 \, A$$

k= 5,7

Prąd wyłączalny

$$I_w = k \cdot I_b = 912,0 \, A$$

Bezpiecznik

160 A

$I_z > I_w$  -Ochrona jest skuteczna

#### Obliczenia skuteczności ochrony przed dotykiem pośrednim wg normy PN-IEC 60364-4-41

##### Układ TN-C

Wartość impedancji pętli zwarcia

$$Z_s = 0,28 \, \Omega$$

Wartość prądu powodującego samoczynne zadziałanie urządzenia wyłączającego (bezpiecznika) w czasie umownym 5 s

$$I_a = 655,2 \, A$$

Wartość napięcia

$$U_o = 230 \, V$$

$$Z_s \cdot I_a = 183,9 < U_o$$

Ochrona jest skuteczna

## Dobór stanowisk słupowych

Oznaczenie słupa: proj. nr 45 K2g2o-12/30



### Dane wektorów:

F1: siła = 2580.00 [daN], kąt = 180.00 - od naciagu przewodów 3xAFL70mm2 [110MPa]

F2: siła = 154.70 [daN], kąt = 180.00 - wypadkowa od parcia wiatru i ciężaru sadzi działająca na przewody 3xAFL70mm2

F3: siła = 164.00 [daN], kąt = 180.00 - od parcia wiatru na słup oraz osprzet bramki odłącznikowej

### Wynik:

FW: siła wypadkowa = 2898.70 [daN], pod kątem = 180.00

Dopuszczalna siła F wynosi: 3000.00 [daN] > FW - warunek spełniony

## ◆ OBLICZENIA I NASTAWY TELEMECHANIKI DLA PROJEKTU

### — GPZ Wschód\_Wola Kopcowa

#### Dane wejściowe:

- $S_k = 224 \text{ MVA}$
- $U_n = 15 \text{ kV}$
- $t_z(1f) = 2 \text{ s}$ ,  $t_z(2f) = 0.1 \text{ s}$
- $I_z = 300 \text{ A}$  ( $I_{z20\%} = 60 \text{ A}$ )
- $L_{\text{kabel}} = 0.688 \text{ km}$
- $R_L = 0.328 \Omega/\text{km}$ ,  $X_L = 0.122 \Omega/\text{km}$
- $I_{dd}$  (obciążenie max. linii) = 120 A
- Sterownik: *microBel\_SX\_3W\_131*,  $I_N$  ( $I > i I >>$ ) = 100 A,  $I_N(I_0) = 40 \text{ A}$

#### 1 ZABEZPIECZENIE NADPRĄDOWE ZWŁOCZNE $I >$

$$I_{nast} \geq \frac{k_b \cdot k_s \cdot I_{dd}}{k_p}$$
$$I_{nast} = \frac{1.2 \cdot 1 \cdot 120}{0.96} = 150 \text{ A}$$

Warunek czułości:

$$k_C = \frac{I_{zmink}}{I_{nast}} = \frac{6680}{150} = 44.5 \geq 1.5 \Rightarrow \text{spełniony}$$

#### → Nastawy:

Parametr	Wartość	W odniesieniu do $I_N$
$I >_{nast}$	150 A	1.5 $I_N$
$t >$	0.4 s	—
Działanie	Sygnalizacja	
Stabilizacja 2. harmonicznej	15%, blokada 0.1 s	—

#### 2 ZABEZPIECZENIE NADPRĄDOWE BEZZWŁOCZNE $I >>$

$$I_{nast} \geq k_b \cdot I_{zmax} = 1.2 \cdot 7710 = 9250 \text{ A}$$

Z uwagi na ograniczenia sterownika:

- maks. **6.25  $I_N$**  = 625 A (prąd pierwotny,  $6.25 \cdot 100 \text{ A}$ )
- → przyjmujemy **nastawę maksymalną dopuszczalną przez micoBel.**

→ Nastawy:

Parametr	Wartość	W odniesieniu do IN
I>>_nast	625 A	6.25 IN
t>>	0.15 s	—
Działanie	Sygnalizacja	
Stabilizacja 2. harmoniczej	15%, blokada 0.1 s	—

**3 ZABEZPIECZENIE ZIEMNOZWARCIOWE (PRĄDOWE) Io>**

$$I_{0nast} \geq \frac{k_b \cdot I_{CL}}{k_p} + \Delta I_\mu$$

gdzie:

- $I_{CL} = 0.5 \cdot I_z \cdot \frac{L}{L_{ref}} \approx 0.5 \cdot 60A \cdot 0.688 = 20.6A$
- $\Delta I_\mu = 1A$

$$I_{0nast} = \frac{1.2 \cdot 20.6}{0.95} + 1 = 27A$$

Warunek czułości:

$$k_C = \frac{(I_{CS} - I_{CL}) - \Delta I_\mu}{I_{0nast}} = \frac{(300 - 20.6) - 1}{27} = 10.3 > 2 \Rightarrow \text{spełniony}$$

→ Nastawy:

Parametr	Wartość pierwotna	W odniesieniu do IN(I0=40A)
Io>_nast	27 A	0.675 IN
t0	0.6 s	—
Działanie	Sygnalizacja	

**4 ZABEZPIECZENIE ZIEMNOZWARCIOWE KONDUKTANCYJNE Go>**

$$G_{0nast} \geq k_b \cdot \Delta Y_\mu = 1.2 \cdot 0.5 = 0.6mS$$

Sprawdzenie czułości:

$$G_{onast} \leq \frac{1000 \cdot I_{CZ}}{100 \cdot \theta_{i0} \cdot k_C} = 0.064 mS \Rightarrow \text{spełniony}$$

(stosuje się wartość konwertowaną wg wytycznych Elkomtech)

→ **Nastawy:**

Parametr	Wartość pierwotna	W sterowniku
Go>_nast	0.6 mS	1.3 mS (po konwersji)
tG	0.6 s	—
Działanie	Sygnalizacja	

#### 5 ZABEZPIECZENIA NAPIĘCIOWE U< / U>

Funkcja	Nastawa	Czas	Działanie
U<	13.5 kV (0.86 Un)	5.0 s	Sygnalizacja
U>	16.5 kV (1.05 Un)	2.0 s	Sygnalizacja

#### ◆ ZESTAWIENIE KOŃCOWE — Nastawy do wprowadzenia w microBel\_SX

Lp	Typ zabezpieczenia	Nastawa pierwotna	W odniesieniu do IN	Czas [s]	Działanie
1	Nadprądowe zwłoczne I>	150 A	1.50 IN	0.4	Sygnalizacja
2	Nadprądowe bezzwłoczne I>>	625 A	6.25 IN	0.15	Sygnalizacja
3	Ziemnozwarciowe Io>	27 A	0.675 IN	0.6	Sygnalizacja
4	Ziemnozwarciowe konduktancyjne Go>	0.6 mS (po konw. 1.3 mS)	—	0.6	Sygnalizacja
5	Podnapięciowe U<	13.5 kV (0.86 Un)	—	5.0	Sygnalizacja
6	Nadnapięciowe U>	16.5 kV (1.05 Un)	—	2.0	Sygnalizacja
—	Stabilizacja 2. harmonicznej	15% In, blok. 0.1 s	—	—	—

## 2. Technologia układania linii kablowych

Kabel ułożyć w ziemi według trasy przedstawionej na projekcie zagospodarowania terenu. Przebieg trasy linii kablowej należy wyznaczyć geodezyjnie a po wybudowaniu należy wykonać inwentaryzację geodezyjną powykonawczą.

Kable niskiego napięcia układać na głębokości 0,9 m od powierzchni ziemi na 10 cm podsypce piasku. Przykryć 10 cm warstwą piasku i 25 cm warstwą rodzimego gruntu. Rozciągnąć folię koloru niebieskiego. Całość zasypać. Zgodnie z normą odległość pozioma pomiędzy kablami niskiego napięcia i średniego napięcia nie może być mniejsza niż 25 cm.

Powinny być spełnione następujące wymagania:

- na całej długości trasy kablowej (dotyczy kabli układanych w ziemi), należy stosować oznaczniki kablowe (opaski kablowe) rozmieszczone na kablu w odstępach nie większych niż 10 m oraz przy mufach i w miejscach charakterystycznych,

Na oznaczniakach (opaskach kablowych) należy umieścić trwałe napisy zawierające: numer ewidencyjny linii, typ kabla, znak użytkownika kabla, rok ułożenia, symbol wykonawcy oraz długość kabla. Trasa kablowa na terenach niezabudowanych powinna być oznaczona trwałymi i widocznymi oznaczniakami osadzonymi w gruncie:

- na prostym odcinku w odstępach nie większych niż 100 m,
- w miejscu zmiany kierunku ułożenia kabla oraz w miejscach skrzyżowań i zbliżeń,

Oznaczniki najlepiej wykonać jako betonowe bloczki zakotwione co najmniej 30 cm w gruncie i wystające ponad poziom gruntu na wysokość 20 cm. Na czołowej powierzchni nad gruntem oznacznik powinien zawierać wygrawerowany symbol: K-kabel

Dopuszcza się układanie taśmy uziemiającej (bednarki) razem z kablem (w jednym wykopie) przy spełnieniu następujących wymagań:

- a) głębokość wykopu musi być większa o co najmniej 10 cm w stosunku do wymaganej głębokości rowu kablowego dla danego typu kabla,
- b) taśmę stalową (bednarkę) należy ułożyć wzdłuż wykopu, zasypać warstwą piasku o grubości nie mniejszej niż 10 cm przy założeniu, że odległość od górnej warstwy piasku do powierzchni rodzimego gruntu spełnia wymagania dla danego typu kabla.

W miejscach skrzyżowania z istniejącą siecią uzbrojenia terenu oraz przejściach pod drogami, miejscami postojowymi, projektowane kable SN oraz nN chronić rurami osłonowymi typu SRS 160 oraz DVK 160, które należy umieścić zgodnie z projektem zagospodarowania terenu. Po ułożeniu kabli przywrócić teren do stanu pierwotnego. Prace w pobliżu drzew wykonać w sposób minimalizujący uszkodzenia systemu korzeniowego. W miejscach wskazanych na projekcie zagospodarowania terenu wykonać przewiertu sterowane co pozwoli na uniknięcie konieczności wycinki istniejących drzew.

Prace ziemne w pobliżu ogrodzeń wykonać po ich wcześniejszym zabezpieczeniu przed zabrudzeniem. Prace prowadzić odcinkami bądź w wykopie zabezpieczonym przed osuwaniem ziemi w celu zachowania stateczności istniejących ogrodzeń.

## 3. System klucza generalnego (Master Key)

Podstawowym elementem zamknięcia pomieszczeń i obiektów/urzędzeń elektroenergetycznych będą wkładki, które trzeba zastosować we wszystkich przypadkach, gdzie taka możliwość istnieje. Zamknięcia na kłódki należy stosować w przypadku braku możliwości zastosowania wkładki. System Master Key, to rozwiązanie umożliwiające hierarchiczny dostęp do zamknięć pomieszczeń i obiektów/urzędzeń elektroenergetycznych za pomocą jednego klucza. Poziomy dostęp należy uzgodnić w PGE Dystrybucja S.A.

#### 4. Rozwiązania materiałowe oraz techniczne

##### 4.1 Zestawienie materiałów

Przyłącze:

L.p.	Element	Typ	JM	Ilość
1.	Kabel YAKXs	4x120mm <sup>2</sup>	m	85
2.	Kabel XRUHAKXS	1x120/25mm <sup>2</sup>	m	2064
3.	Kabel YAKXs	4x240mm <sup>2</sup>	m	556
5.	Mufa przelotowa SN 12/24kV	POLJ-24/1x120-240	Kpl.	1
6.	Opaski kablowe		szt.	100
7.	Złącze kablowo pomiarowe	ZK-4/RBL/2x400A+2x160A/4P	kpl.	15
8.	Złącze kablowe	ZK-3/RBL/3x400A	Kpl.	1
9.	Wyłącznik nadmiarowo-prądowy	S 303 C 10 A	szt.	2
10.	Wyłącznik nadmiarowo-prądowy	S 303 C 20 A	szt.	58
11.	Listwa zaciskowa	LZG 4x35/16	szt.	60
12.	Bednarka ocynkowana	Fe/Zn 25x4mm	m	153
13.	Bezpiecznik	WT-00/gF 40A	szt.	3
14.	Bezpiecznik	WT-00/gF 50A	Szt.	87
15.	Zwieracz nożowy	WTZ-2 400A	szt.	87
16.	Bezpiecznik	NH-2/gF 63A	szt.	3
17.	Bezpiecznik	NH-2/gG 160A	szt.	3
18.	Folia ostrzegawcza	Kolor niebieski	m	641
19.	Folia ostrzegawcza	Kolor czerwony	m	688
20.	Piasek		m <sup>3</sup>	53,5
21.	Uziom miedziowany typu Galmar o dł. 6,0 m	(złącze)	szt.	30
22.	Rura ochronna	DVK 160	m.	133
23.	Rura ochronna	SRS 160	m	194,5
24.	Dławica czopowa	EK186/160	szt.	16
25.	Stacja transformatorowa typu <b>MZb-1_AIR 20/630-3</b> z transformatorem o mocy 160 kVA, dach płaski, rozdzielnica SN typu TPM_AIR w układzie WLL rozdzielnica nN typu RN-W z INP 1250, kontrolny układ pomiarowy z odczytem zdalnym - licznik pomiarowy Landy+gyr SMA 405CT44.0007, moduł komunikacyjny CU-E22+UMADv5R/01+ telemechanika			kpl 1
26.	Ogrodzenie stacji panelowe 3D – ocynkowane o wysokości 1,73m, RAL9005+systemowe + słupki		m	11
27.	Kostka brukowa wraz z podbudową		m <sup>2</sup>	4,5

W zestawieniu ujęto materiały podstawowe, pozostałe wg normatywu.

##### Zestawienie materiałów - nr słupa: 45 K2g2o-12/30

Typ żerdzi:

L.p.	Element	Typ	JM	Ilość
1	Żerdź strunobetonowa wirowana	E-13,5/30	szt.	1

Ustoje:

L.p.	Element	Typ	JM	Ilość
3	Połączenie skręcane do	SFP133/623	kpl.	1
4	Płyta ustojowa	U-85	szt.	1



6 Płyta fundamentu PS-200 szt. 2

Uzbrojenie:

L.p.	Element	Typ	JM	Ilość
6	Poprzecznik odporowy	PO-52	szt.	1
7	Głowice napowietrzne	POLT-24D/1XO 70-240	kpl.	2
8	Rozłącznik z uziemnikiem napowietrzny	RN-III-24/4 S	szt.	2
9	Izolator liniowy kompozytowy	SDI.90.154	szt.	6
10	Łącznik dwuuchowy płaski	BELOS 35200	szt.	6
11	Łącznik orczykowy dwurzędowy	BELOS 35200	szt.	6
12	Wieszak śrubowo-kabłąkowy	BELOS 41111A	szt.	3
13	Łącznik dwuuchowy z otworami okrągłymi, skręcony	BELOS 3532	szt.	3
14	Łącznik dwuuchowy z otworami okrągłymi, i owalnymi	BELOS 35200	szt.	3
15	Klamerka	COT 36	szt.	9
16	Kolanko ochronne 90st. R=800mm	AROT KNS 110	szt.	2
17	Konstrukcja do głowic kablowych	KG-2/1M	szt.	2
18	Końcówka kablowa Al	KA 120/12	szt.	6
19	Objemka	OB-16	szt.	2
22	Ośłona rurowa dł. 2.5m do kabla	AROT SV 110	szt.	2
21	Pokrywa izolacyjna	SP 45,3	szt.	6
22	Uchwyt śrubowo-kabłąkowy	0-188	szt.	12
24	Uchwyt pętlicowy śrubowy	BELOS 2509	szt.	6
25	Przewód	AAsXSn 70mm2	m	20,8
26	Ramka do mocowania rury	FR	szt.	6
27	Śruba oc. z nakrętką, podkładką okrągłą i sprężystą	M12x35	szt.	2
28	Śruba z nakrętką, podkładką okrągłą i sprężystą	M20x350	szt.	2
29	Śruba z nakrętką, podkładką okrągłą i sprężystą	M16x350	szt.	6
30	Taśma kablowa czarna	PER14.4	szt.	6
31	Taśma stalowa, 2x1, 20x0.7	COT 37	m	22,8
32	Uchwyt dystansowy	SO 79.6	szt.	20
35	Zestaw napędu	NRV-13,5 w.II	kpl.	2

Typ uziomu:

L.p.	Element	Typ	JM	Ilość
36	Bednarka oc.	30x4mm	m	12
37	Bednarka stalowa-oc.	30x4mm	m	4
38	Klamerka	COT 36	szt.	8
39	Pręt stalowy oc.	fi 16mm, dł.10	szt.	2
40	Śruba oc. z nakrętką, podkładką okrągłą i sprężystą	M10x25	szt.	6
41	Taśma stalowa, 2x1, 20x0.7	COT 37	m	11,2

Ochrona przepięciowa:

L.p.	Element	Typ	JM	Ilość
42	Element	U-5	szt.	6
43	Końcówka kablowa Cu cyn.galwanicznie	do M12	szt.	12
44	Ogranicznik przepięć	POLIMD-18N	szt.	6
45	Ośłona przeciw ptakom (kpl. 3 szt.)	SP 46.3	kpl.	2
46	Przewód giętki dł. 0.5m	Lg 16mm2	szt.	6
47	Śruba z 2 nakrętkami, 2 podkł.okrągłe. i sprężyste	M12x70	szt.	6

Tablice bezpieczeństwa:

L.p.	Element	Typ	JM	Ilość
48	Klamerka	COT 36	szt.	2
49	Nit aluminiowy	fi 3mm	szt.	10
50	Tablica i znak ostrzegawczy o wym. 148x210	TO	szt.	2

51	Tablica identyfikacyjna o wym. 105x148	TID	szt.	1
52	Taśma stalowa, 2x1, 20x0.7	COT 37	m	2,8

#### 4.2 Zestawienie materiałów telemechaniki

Lp	Ilość	Oznaczenie	Producent	Numer artykułu
1.	1	Sterownik Ex-microBEL_2W._131	Elkomtech	EKT.rmicroBEL_2W_131
2.	1	Akumulator 12V 18Ah	Merawex	MER.12.V.18Ah
3.	1	Wyłącznik nadmiarowo-prądowy dwuobwodowy B6 5202	ABB	ABS B6_S202
4.	1	Wyłącznik nadmiarowo-prądowy jednoobwodowy C32 5201	ABB	ABB.C32_S201
5.	1	Styk pomocniczy 5.2C-H6R	ABB	ABB,52C_I-16R
6.	1	Zabezpieczający zacisk szeregowy - PT 4-HESI	Phoenix Contact	PHO.PT.4.HESI
7.	1	Zabezpieczający zacisk szeregowy - PT 4-HESI	Phoenix Contact	PHO.PT.4.HESI
8.	1	Zabezpieczający zacisk szeregowy - PT 4-HESI	Phoenix Contact	PHO.PT.4.HESI
9.	1	Zabezpieczający zacisk szeregowy - PT 4-HESI	Phoenix Contact	PHO.PT.4.HESI
10.	1	Zabezpieczający zacisk szeregowy - PTC 4-HESI	Phoenix Contact	PHO.PTC.4.HESI
11.	1	Lampka sygnalizacyjna ND16		ND16
12.	1	Przełącznik PHO.1.RPT.LDP.24DC.2X21	Phoenix Contact	PHO.RIF.1.RPT.LDP.24DC.2X21
13.	1	Ochronnik przepięciowy ST 30 B+C1P	SIMTEC	SIM .ST.30.B+C1P
14.	1	Wyłącznik krańcowy	PROT1ET	LI1.1P
15.	1	Przełącznik krzywkowy dwupozycyjny 4G10-55-U	Apator	APA,4G10-55-U
16.	1	Wentylator 230V AC 80x80		SF23080AT20821-16
17.	1	Gniazdo wtykowe 230VAC	BB	A38. X1174
18.	1	Zasilacz Ex-UPS24VE	Elkomtech	EKT.LJP524VE
19.	1	Antena GSM /LTE/zewnętrzna	TRANS DATA	KYZ 7.5/8/10
20.	6	Sensory napięciowe	Zelisko	SMVS-UW1001/1002
21.	6	Przekładniki prądowe	Elkomtech	Ex-DPZ PP 100
22.	1	Grzałka 50W/230V		CS-060

Uwaga: Zastosować antenę zewnętrzną GSM dookólną o odpowiednim wzmacnieniu sygnału zapewniającym poprawną łączność proj. obiektu z systemem SCADA w PGE.

Wykonanie telemechaniki obejmuje:

- prace montażowe
- konfigurację sterownika obiektowego telemechaniki
- edycję danych i uruchomienie telemechaniki w systemie nadzoru Centrum Dyspozytorskim PGE.

#### 4.3 Materiały z demontażu

1. stanowisko słupowe nr 45 typu Kbgo-2x13,5/15 z bramką odłącznikową pracująca w oparciu o rozłącznik typu RN-III-24/4, z napędem ręcznym (rozłącznik do ponownej zabudowy) kpl. 1
2. żerdź typu ZN-12 wraz z poprzecznikiem przelotowym (sł nr 45) kpl. 1

3.	przewody AFL6 70mm <sup>2</sup> (333mb)	kg	92
4.	złom metalowy	kg	45

Materiały z demontażu przekazać do RE Kielce

EN

ENERGOLINIA®  
W POZNANIU

ENSTO

str. 21

WYKONANIE 1a

WYKONANIE 2a

Wymiary w nawiasach dotyczą izolatora SDI 90. 154 (DS-15M)

9	Taśma aluminiowa	10x1x1000	-	1	0,03	
8	Łącznik orczykowy dwurzędowy	38253	BELOS	2	1,1	
7	Wieszak śrubowo-kabłkowy	41111A	BELOS	1	0,7	
		41121A			0,9	
6	Łącznik dwuuchowy z otworami okrągłymi, skręcony	3532	BELOS	2	0,6	Wykonanie 2a
				1		Wykonanie 1a
5	Łącznik dwuuchowy z otworem owalnym i okrągłym	35200	BELOS	2	0,25	Wykonanie 2a
				3		Wykonanie 1a
4	Uchwyt śrubowo-kabłkowy	2411	BELOS	1	0,27	35, 50 mm <sup>2</sup>
		2421		1	0,51	70 mm <sup>2</sup>
3	Uchwyt pętlicowy śrubowy	2508	BELOS	1	0,12	35 mm <sup>2</sup>
		2509		1	0,23	50, 70 mm <sup>2</sup>
2	Uchwyt odciągowy kabłkowy	23255	BELOS	1	0,46	Nie stosować do przewodów AFL-670 z rdzeniem jednodrutowym
1	Izolator liniowy kompozytowy	SDI 90.284 (DS-28M)	ENSTO POL	2	1,30	
		SDI 90.154 (DS-15M)			1,18	
Lp.	Wyszczególnienie		Producent Dystrybutor	Ilość [szt.]	Masa jedn. [kg]	Uwagi

AFL-6

ŁAŃCUCH ODCIĄGOWY ŁO2/2

obostrzenie 0°, 1°

Łańcuchy dla przewodów gołych. Izolatory z okuciami typu ucho widlaste i ucho płaskie

Katalog łańcuchów izolatorowych

Spis treści. Zakres opracowania

Dobór łańcuchów i izolatorów

Karty katalogowe izolatorów

Łańcuchy dla przewodów gołych. Izolatory z okuciami typu ucha owalne

Łańcuchy dla przewodów gołych. Izolatory z okuciami typu ucho widlaste i ucho płaskie

Łańcuchy dla linii PAS. Izolatory z okuciami typu ucha owalne

Łańcuchy dla linii PAS. Izolatory z okuciami typu ucho widlaste i ucho płaskie

Zamienniki dla łańcuchów z izolatorami LP 60/5U

## 6. Uwagi końcowe

- Wszystkie czynności związane z realizacją inwestycji należy wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami i normami, uwzględniając wymagania instytucji i osób uzgadniających;
- Zapoznać się ze wszystkimi uzgodnieniami dotyczącymi właścicieli działek oraz bezwzględnie ich przestrzegać;
- Z odpowiednim wyprzedzeniem powiadomić zainteresowane strony o przeprowadzeniu prac;
- Unikać nadmiernego zniszczenia zieleni;
- Wszystkie zastosowane materiały muszą posiadać odpowiednie zezwolenia do użytkowania oraz właściwe deklaracje zgodności i certyfikaty;
- Po zakończeniu prac doprowadzić teren do pierwotnego stanu;
- Prace prowadzić z zachowaniem zasad BHP i przeciwpożarowych;
- Wykonać inwentaryzację geodezyjną powykonawczą wybudowanych urządzeń;
- Po ułożeniu kabla, przed zasypaniem na kablu umieścić oznaczniki z podaniem typu, relacji, roku budowy i właściciela linii oraz zgłosić do odbioru kabel przed zasypaniem;
- W proj. złącza kablowym umieścić schemat jednokreskowy;
- Przed oddaniem do eksploatacji przyłącza dokonać kontrolnych pomiarów rezystancji izolacji i uziomów oraz ciągłości żył kabla;
- Przed zgłoszeniem urządzeń do odbioru technicznego wykonać pomiary elektryczne i dołączyć protokoły do dokumentacji powykonawczej;
- Po zakończeniu zgłosić do odbioru końcowego w RE Kielce;
- Numery złączy kablowych /indywidualne wg rejestru/ nadać przy zatwierdzeniu do realizacji;
- W dokumentacji powykonawczej zamieścić po 2 szt. schematów zasilania z pieczętkami powykonawczymi;
- Wszystkie projektowane elementy sieci elektroenergetycznej wykonać i wyposażyć zgodnie z "Wytocznymi do budowy systemów energetycznych w PGE Dystrybucja S.A" z dnia 04.02.2019 r. oraz z dnia 29.01.2024 r.; oraz z dnia 16.07.2025 r.
- Wszystkie zamykane obiekty/urządzenia elektroenergetyczne należy wyposażyć w system zamknięć (wkładki, kłódki) typu „Master Key” firmy ASS ABLOY Opening Solustionn Poland S.A. Poziom dostępu do urządzeń i pomieszczeń ruchu elektrycznego należy uzgodnić na etapie wykonawstwa w Rejonie Energetycznym Kielce odpowiadającym za inwestycję;
- Zabrania się stosowania oznaczników w postaci zalaminowanej kartki z nadrukiem
- W polu agregatu projektowanej stacji trafo. umieścić tabliczkę ostrzegawczą z napisem „Uwaga pod napięciem pomimo odłączenia łącznika głównego”
- Należy wykonać badania diagnostyczne ułożonych kabli napięciem wolnozmiennym VLF (Very Low Frequency) o częstotliwości nie wyższej niż 0,1 Hz zgodnie ze standardem IEEE 400.2 oraz PN-EN 60270 i PN-EN 60060-3.
- Lokalizacja projektowanych urządzeń zapewnia całodobowy dostęp dla służb PGE Dystrybucja S.A.

**Projektował: Zbigniew Zieliński**

## **7. CZĘŚĆ BUDOWLANA**

### **Zastosowanie stacji.**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest miejska stacja transformatorowa 15/0,4kV z transformatorem o mocy do 630 kVA, obudowa stacji jest złożona z elementów żelbetowych. Stacja wykonana jest wg normy PN-EN 62271-202.

Kontenerowa stacja transformatorowa typu Mzb1pp 20/630-3 jest przystosowana do współpracy z siecią kablową lub kablowo-napowietrzną średniego napięcia oraz siecią kablową niskiego napięcia. Służy do zasilania w energię elektryczną odbiorców użyteczności publicznej i przemysłowych, a w szczególności do zasilania:

- osiedli mieszkaniowych w miastach,
- parków i terenów rekreacyjnych,
- osiedli podmiejskich i wsi,
- placów budów,
- zakładów przemysłowych i warsztatów rzemieślniczych.

### **Podstawa opracowania i normy.**

1. PN-EN 62271-1: „Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza. Część 1: Postanowienia wspólne”;
2. PN-EN 62271-202: „Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza. Część 202: Stacje transformatorowe prefabrykowane wysokiego napięcia na niskie napięcie”;
3. PN-EN 62271-200: „Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza. Część 200: Rozdzielnice prądu przemiennego w osłonach metalowych na napięcie znamionowe powyżej 1kV do 52kV włącznie”;
4. PN-EN 60439-1: „Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Zestawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu.”;
5. PN-B-02481:– Grunty budowlane. Określenia, symbole, podział i opis gruntów.
6. Rozporządzenie ministra infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z dnia 15 czerwca 2002 r. Nr 75, poz. 690) z uwzględnieniem późniejszych zmian

### **Oznaczenie stacji**

Stacja została oznaczona za pomocą symboli literowo-cyfrowych

Znaczenie poszczególnych symboli jest następujące:

Mzb1 – Miejska małogabarytowa betonowa stacja transformatorowa z obsługą zewnętrzną

pp – stacja ze ścianami oddzielenia przeciwpożarowego;

20 – liczba stojąca za symbolem stacji oznaczająca znamionowe napięcie pracy

630 – liczba oznaczająca max moc transformatora w kVA

3 – cyfra określająca ilość pól rozdzielnic SN.

### **Warunki gruntowo-wodne:**

Lokalizację transformatorowych stacji kontenerowych zakłada się w terenie, gdzie nie stwierdzono występowania wody gruntowej powyżej poziomu posadowienia (w obliczeniach nie uwzględniono parcia hydrostatycznego), świeżych form osuwiskowych, spęszów zboczowych oraz innych zjawisk geodynamicznych destabilizujących podłoże budowlane.

Rozwiązanie sposobu posadowienia uwarunkowane jest zastanymi warunkami gruntowo - wodnymi w rejonie lokalizacji obiektu budowlanego. Właściwe rozpoznanie wymienionych wcześniej warunków oraz przygotowanie podłoża w miejscu posadowienia leży po stronie Inwestora. Wszelkie prace wynikające z zakresu posadowienia stacji winny być prowadzone pod nadzorem osób uprawnionych, potwierdzone stosownymi protokołami odbioru, na podstawie wcześniej wykonanych opracowań branżowych, nie będących w zakresie sprzedawcy stacji transformatorowych.

W odpowiednim doborze sposobu posadowienia i zabezpieczenia fundamentów występują rozwiązania przewidziane dla poniższych rodzajów gruntów (wg normy PN-B-02480:1986):

- a) Grunt przepuszczalny (niespoisty, sypki) – charakteryzuje się zdolnością szybkiej filtracji wody opadowej: żwiry, piaski drobno, średnio i gruboziarniste, pospółki oraz piaski pylaste.
- b) Grunt częściowo przepuszczalny – grunt będący mieszaniną gruntów przepuszczalnych i nieprzepuszczalnych, posiadający w swojej strukturze soczewki o innych właściwościach od gruntu je otaczającego; grunty o zmienionej, zaburzonej strukturze powstałe np. na skutek wcześniejszej działalności człowieka. W przypadku tego rodzaju gruntów trudno określić szybkość filtracji wody opadowej, dlatego preferuje się założenie wokół fundamentu drenażu opaskowego.
- c) Grunt nieprzepuszczalny (spoisty) – charakteryzuje się brakiem zdolności szybkiej filtracji wody opadowej, zatrzymując ją w swojej strukturze przez długi okres czasu. Do gruntów tych zalicza się ility, ility piaszczyste, ility pylaste, glinę, glinę piaszczystą, glinę pylastą, glinę piaszczystą zwięzłą, glinę pylastą zwięzłą, piasek gliniasty, pył, oraz pył piaszczysty. W tym przypadku system drenażu opaskowego jest wymagany.

## **Posadowienie**

Posadowienie stacji polega na wykonaniu w ziemi wykopu szerokoprzestrzennego zgodnego z rysunkiem (Rys. nr B6, Rys. nr B7). W wykopie należy ułożyć uziom otokowy i podłączyć do niego przewody uziemiające, które będą podłączone do stacji. Bednarke uziemiająca usytuować w odległości ok 1 m od ścian fundamentu poniżej poziomu drenażu i zasypać ją gruntem rodzimym.

Pod fundamentem należy wykonać podsypkę piaskowo-żwirową o docelowej grubości minimum 20 cm (stan po zagęszczeniu). Grubość „poduszki” piaskowo-żwirowej musi być dostosowana do lokalnych warunków gruntowo-wodnych i lokalnej strefy przemarzania. Powierzchnia podsypki piaskowo-żwirowej musi być wypoziomowana w płaszczyźnie posadowienia stacji, a jakość przygotowania podłoża w wykopie potwierdzona w protokole odbioru.

W tak przygotowanym miejscu należy ustawić bryłę główną stacji, a następnie dach. Obsypanie fundamentu wykonywać stopniowo, zagęszczanymi 20cm warstwami gruntu filtrującego. Należy zwrócić szczególną uwagę na zasypywanie wykopu w miejscu styku ze ścianą fundamentu, aby nie przerwać wykonanej hydroizolacji powierzchni pionowych. Zachować szczególną ostrożność w miejscu wprowadzenia kabli do przepustów, gdyż zagęszczanie mechaniczne może spowodować uszkodzenie przepustów lub kabli.

Posadowienie w złożonych i skomplikowanych warunkach gruntowo – wodnych, na terenach górniczych i po górniczych zaleca się po wykonaniu odrębnego, indywidualnego opracowania przez uprawnioną jednostkę projektową, z wymaganą dokumentacją geologiczną – inżynierską, pod nadzorem budowlanym prowadzonym przez osoby do tego uprawnione.

## **Budowa stacji.**

Stacja jest modułową prefabrykowaną konstrukcją składającą się z następujących elementów:

- obudowa betonowa stacji wraz z fundamentem i komorą transformatora,
- rozdzielnice SN i nN,



- dach płaski betonowy.

Kable SN i nN z zewnątrz wprowadzone są przez otwory przepustowe umieszczone w części fundamentowej. Kabel należy wsunąć w przepust wraz z założonym gumowym wkładem uszczelniającym. Po umieszczeniu gumowego wkładu w przepuście dokręca się śruby dociskowe do oporu; nacisk elementów dociskowych wywołany dokręcaniem powoduje spęczenie gumowej wkładki uszczelniającej i wzrost średnicy zewnętrznej przepustu a co za tym idzie zamocowanie go w otworze i uszczelnienie połączenia. Stacja posiada drzwi do obsługi z zewnątrz rozdzielnic SN i nN.

Wewnętrzna powierzchnia ścian dekoracyjnie pokryta jest akrylowym tynkiem w kolorze białym. Zewnętrzna powierzchnia ścian pokryta jest tynkiem w kolorze TEXAS 2, dach w kolorze RAL8017.

Wszystkie elementy metalowe zamontowane na zewnętrznej stronie stacji wykonane są z aluminium lakierowanego proszkowo.

### Masa i gabaryty stacji

Długość [mm]	3060
Szerokość [mm]	1710
Wysokość [mm]:	
- bez dachu, z częścią fundamentową	2810
- od powierzchni gruntu z dachem betonowym	~2340
Masa [kg]:	
- obudowy (z wyposażeniem bez transformatora)	8 000
- dachu betonowego	1 900
Powierzchnia zabudowy:	5,23 m <sup>2</sup>
Kubatura zabudowy:	14,70 m <sup>3</sup>

### DANE TECHNOLOGICZNE:

- Oświetlenie – sztuczne.
- Otwory wlotowe i wylotowe żaluzyjne umieszczone w drzwiach do obsługi rozdzielnic SN i nN.
- Wentylacja grawitacyjna.
- Instalacja uziemiająca.

### DANE TECHNICZNO-MATERIAŁOWE:

- Cztery ściany wraz z częścią fundamentową - beton zbrojony wibrowany klasy C30/37 grubości 120 mm w kolorze TEXAS2.
- dach płaski betonowy w kolorze RAL 8017.
- stolarka drzwiowa –alumiowa lakierowana w kolorze RAL 7024.

**Usytuowanie stacji w stosunku do innych obiektów ze względu na bezpieczeństwo pożarowe.**  
**Wytrzymałość ogniowa obudowy stacji**

Zgodnie z Polską Normą PN-EN 62271-202:2010 [2], materiały użyte w konstrukcji stacji transformatorowej prefabrykowanej powinny posiadać minimalny poziom odporności na ogień pojawiający się wewnątrz lub na zewnątrz stacji. W wytrzymałości ogniowej uwzględniana jest tylko reakcja na ogień. Dopuszcza się rozważanie odporności na ogień, według lokalnych przepisów, co jest przedmiotem między wytwórcą i użytkownikiem.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury [6], w dziale VI („Bezpieczeństwo pożarowe”) stacje transformatorowe zaliczane są do budynków grupy PM.

Dla stacji typu Mzb1pp 20/630-3 gęstość obciążenia ogniowego  $Q_d$  wynosi:

- dla transformatora olejowego o mocy 630kVA – **3613 MJ/m<sup>2</sup>**.

- dla transformatora suchego **<500 MJ/m<sup>2</sup>**

Materiały tradycyjne używane do konstrukcji obudów stacji transformatorowych które uważane są za niepalne: beton, metal(stal, aluminium, itp.), tynk, wata szklana lub wełna mineralna.

Materiały z których jest zbudowana stacja transformatorowa nierozprzestrzeniają ognia.

Elementy obudowy posiadają klasę odporności ogniowej odpowiednio do ich klasy odporności pożarowej i nierozprzestrzeniają ognia - 3 ściany i dach – **REI 120**.

### Lokalizacja stacji

Lokalizacja stacji transformatorowej na terenie objętym miejscowym planem zagospodarowania przestrzennego może być uzgodniona poza linią zabudowy, jeśli jest przewidziany w planie teren elementarny pod stację transformatorową, a w zapisie danego terenu elementarnego jest zapis dopuszczający budowę stacji transformatorowej;

Z uwagi na zapisy mpzp. przyjętego Uchwałą Rady Mastów Nr XII/144/2019 z dnia 24 października 2021r. w sprawie miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego sołectwa Wola Kopcowa ba terenie gminy Mastów” opublikowana w Dz. U. Woj. Świąt. z dnia 31 października 2019r. poz. 4117 nie należy wykonywać opaski z kostki brukowej wzdłuż frontowej ściany stacji. Teren oznaczony w mpzp. Symbolem KD-L2 przeznaczony pod budowę i rozbudowę dróg z zakazem lokalizacji obiektów budowlanych nie związanych z potrzebami dróg.

Prefabrykowana stacja transformatorowa wraz z siecią elektroenergetyczną, może być traktowana jako obiekt liniowy, może być umiejscowiona poza liniami zabudowy jako infrastruktura techniczna – tylko w przypadku, kiedy istnieje zapis w miejscowym planie zagospodarowania przestrzennego (tylko uzgodnione budowie);

Lokalizację obiektów liniowych i sieci elektroenergetycznych reguluje również ustawa o drogach publicznych z dnia 21 marca 1985r. (Dz.U. z 2013r. Nr 260);

Przy usytuowaniu budynku na działce budowlanej powinny być zachowane odległości między budynkami i urządzeniami terenowymi oraz odległości od granic działki od zabudowy na sąsiednich działkach budowlanych, określone w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury [6], a także w przepisach odrębnych w tym higieniczno-sanitarnych, o bezpieczeństwie i higienie pracy, o ochronie przeciwpożarowej oraz o drogach publicznych.

## **CZĘŚĆ ELEKTRYCZNA**

### **Opis techniczny**

#### **Wstęp.**

Przedmiotem niniejszego opracowania jest miejska stacja transformatorowa 20kV/0,4kV z transformatorem do 630 kVA, obudowa stacji jest złożona z elementów żelbetowych. Stacja wykonana jest wg normy PN-EN 62271-202.

#### **Dane znamionowe stacji.**

	SN	nN
Maksymalna moc transformatora	630 kVA	
Moc zainstalowanego transformatora	100 kVA	
Napięcie znamionowe	24 kV	0,69 kV
Napięcie wytrzymywane o częstotliwości sieciowej do ziemi i międzyfazowo / bezpiecznej przerwy izolacyjnej	50/60 kV	2,5 kV
Napięcie udarowe piorunowe wytrzymywane do ziemi i międzyfazowo / bezpiecznej przerwy izolacyjnej	125/145 kV	8 kV
Prąd znamionowy ciągły pól liniowych	630A	do 630 A
Prąd znamionowy ciągły pola transformatorowego	250A	1250 A
Prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany (1 s)	16 kA	25 kA
Prąd znamionowy szczytowy wytrzymywany	40 kA	55 kA
Klasyfikacja IAC stacji	AB – 20 kA - (1 s)	
Stopień ochrony	IP 43	
Klasa obudowy	10	
Maksymalna moc znamionowa transformatora	630 kVA	
Wytrzymałość dachu na obciążenia	2500 N/m <sup>2</sup>	
Wytrzymałość obudowy na udary mechaniczne	20 J (IK10)	

Dane stacji potwierdzone **Certyfikatem Nr: JSHP/44/CZ/2024.**

#### **Wypożażenie.**

Niniejszy projekt dotyczy stacji Mzb1pp 20/630-3 wyposażonej w:

- rozdzielnicę SN typu TPM AIR konfiguracja LLT.
- rozdzielnicę nN typu RN-W.

#### **Rozdzielnica średniego napięcia.**

W stacji zastosowano 3-polową rozdzielnicę SN typu TPM AIR o konfiguracji WLL (2 x pola liniowe, 1 x pole transformatorowe), produkcji ZPUE S.A. Rozdzielnica stanowi niezależny element stacji.

Wymiary rozdzielnicy SN:

- szerokość - 1055 mm

- wysokość - 1400+440 mm
- głębokość - 765mm

Połączenie rozdzielnicy z transformatorem wykonano kablem 3xXnHAKXS (1x70mm<sup>2</sup>).

Dane techniczne rozdzielnicy zostały potwierdzone:

**Certyfikatem Zgodności Nr DN/702/2025**

### **Rozdzielnica niskiego napięcia.**

Zastosowano rozdzielnicę niskiego napięcia typu RN-W produkcji ZPUE S.A. Włoszczowa.

Wymiary rozdzielnicy wynoszą:

- szerokość - 1550 mm
- wysokość - 1800 mm
- głębokość - 320 mm

W standardowym rozwiązaniu stacji zastosowano rozdzielnicę niskiego napięcia typu RN-W produkcji ZPUE S.A.

Jako rozłącznik główny zastosowano rozłącznik izolacyjny SIRCO 1250A. Rozdzielnica wyposażona jest na odpływach w rozłączniki bezpiecznikowe 400A, dodatkowo wyposażona została w rozłączniki 910A do podpięcia agregatu.

Połączenie rozdzielnicy z transformatorem wykonano kablem 4x(2xYKXS 1x240 mm<sup>2</sup>). Rozdzielnica w wykonaniu standardowym przystosowana jest do pracy w układzie TN-C.

### **Parametry rozdzielnicy:**

Napięcie znamionowe	690 V
Napięcie probiercze o częstotliwości sieciowej	2500 V
Prąd znamionowy ciągły szyn głównych	1250 A
Prąd znamionowy ciągły pól odpływowych	400A
Typ rozłącznika w polu transformatorowym	INP 1250
Prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymywany 1-sek.	25 kA
Prąd znamionowy szczytowy wytrzymywany	55 kA
Częstotliwość znamionowa	50 Hz
Stopień ochrony	IP 2X

Dane techniczne rozdzielnicy nN typu RN-W potwierdzone zostały

**Certyfikatem Nr JSHP/61/CZ/2022.**

### **Komora transformatora**

W stacji przewiduje się montaż transformatora w wykonaniu fabrycznym bez dodatkowych elementów o mocy do 630 kVA. Transformator jest wstawiany od góry po uprzednim zdjęciu dachu, po czym zabezpieczony przed przesuwaniem poprzez zablokowanie kół blokadami po przekątnej transformatora.

## **Uziemienie stacji.**

Stacja posiada uziemienie ochronne i robocze podłączone do wspólnego uziomu na zewnątrz stacji. Główna magistrala uziemiająca wewnątrz stacji składa się z części poziomej wykonanej z płaskownika ocynkowanego Fe/Zn 40x5 wewnątrz stacji.

W stacji do głównej magistrali (Rys. nr E7) podłączono:

- Rozdzielnicę SN w dwóch punktach – linką LgY 70 mm<sup>2</sup>
- Rozdzielnicę nN – bednarką Fe/Zn 30x4 [mm];
- Każdą transformatora – linką LgY 70 mm<sup>2</sup>;
- Dach stacji – linką LgY 70 mm<sup>2</sup>;
- Bryła główna, kablownia dwóch punktach – bednarką Fe/Zn 40x5 [mm];
- Futryny, drzwi, obróbki każda w dwóch punktach – linką LgY 25 mm<sup>2</sup>

Do głównej magistrali należy dołączyć przez zaciski kontrolne dwuśrubowe dwa wyprowadzenia uziemienia zewnętrznego doprowadzonego do magistrali przez otwory technologiczne umieszczone w fundamencie. Wyprowadzenie N z transformatora należy dołączyć do osobnego wyprowadzenia uziemienia zewnętrznego.

Rozdzielnica nN posiada szynę uziemiającą PEN w postaci płaskownika P 40x10.

Po połączeniu uziomu z instalacją uziemiającą stacji należy wykonać pomiar rezystancji uziemienia. Niniejszy projekt nie obejmuje uziemienia zewnętrznego stacji transformatorowej.

Projekt taki winien wykonać inwestor w zależności od warunków terenowych.

## **Ochrona przed przepięciami.**

Obudowa stacji nie będzie chroniona od bezpośrednich wyładowań atmosferycznych.

Stacja przewidziana jest do pracy w sieci wyłącznie kablowej i w większości przypadków nie jest wymagana ochrona przepięciowa urządzeń elektroenergetycznych.

Jeżeli jednak kable SN, wychodzące ze stacji powiązane będą z siecią napowietrzną, wtedy należy zastosować wariant rozdzielnic SN z ogranicznikami przepięć.

## **Instalacje elektryczne.**

Oświetlenie pomieszczeń w stacji wykonane jest źródłami żarowymi (plafonierki porcelanowe proste z kloszem szklanym 60) W zamontowanymi w ilości:

- 2 sztuki nad drzwiami do rozdzielnic SN i nN, krańcowy wyłącznik oświetlenia po prawej stronie drzwi.

Zabezpieczenia obwodów oświetlenia i gniazd w postaci wkładek bezpiecznikowych zainstalowane są w rozdzielnic nN.

Oprawy oświetleniowe zasilane są przewodami YDY 3x1.5 mm<sup>2</sup> układanymi po konstrukcji ściany w rurkach PCV.

## **Sprzęt ochronny i p. pożarowy.**

Producent nie wyposaża w sprzęt ochronny BHP stacji.

## **Obsługa stacji.**

Obsługa urządzeń rozdzielni średniego i niskiego napięcia odbywać się będzie z zewnątrz obudowy. Wszystkie rozłączniki SN wyposażone zostały w napędy silnikowe. Rozłączniki nN

wyposażone zostały w napędy ręczne. Tablicę pomiarową umieszczono nad członem odpływowym rozdzielnic.

### ***Wyniki obliczeń***

#### **Dobór kabli**

##### **Dobór kabli łączących transformator z rozdzielnicą SN**

- dla transformatorów 630 kVA, YHAKXs 3x70 mm<sup>2</sup>, dla napięcia 15kV.

$$I_{obc} = 24,2 \text{ A}$$

$$I_{dd} \text{ YHAKXS } 70 \text{ mm} = 130 \text{ A}$$

##### **Dobór kabli dla połączenia transformatora z rozdzielnicą nN.**

- dla transformatora 630 kVA – 4x(2xYKXS 1x240 mm<sup>2</sup>) dla napięcia 0,4kV.

$$I_{obc} = 909,3 \text{ A}$$

$$I_{dd} \text{ YKXS } 1 \times 240 = 644 \text{ A}$$