

SPIS TREŚCI

Część prawna:

1. Oświadczenie projektanta o sporządzeniu projektu zgodnie z obowiązującymi przepisami.
2. Zaświadczenie Śląskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa.
3. Uzgodnienie projektu przez TAURON Dystrybucja S.A.
4. Uzgodnienie ZPKWŚ.
5. Warunki przyłączenia do sieci dystrybucyjnej TAURON Dystrybucja S.A.
6. Protokół z narady koordynacyjnej i projekt zagospodarowania terenu.
7. Wypis z rejestru gruntów.

Część techniczna:

8. Opis techniczny.
 - przedmiot i zakres opracowania
 - podstawa opracowania
 - informacja o obszarze oddziaływania projektowanego obiektu
 - opinia geotechniczna
 - nowy układ zasilania
 - projektowana linia kablowa SN
 - skrzyżowanie z kablem SN
 - wymiana rozdzielni SN
 - rozdzielnia nN
 - rezystancja uziemienia
 - ochrona przeciwporażeniowa i przepięciowa
 - pośredni układ pomiarowo-rozliczeniowy energii elektrycznej
9. Obliczenia techniczne.
10. Zestawienie materiałów.
11. Ochrona środowiska.
12. Uwagi końcowe.
13. Informacja o planie BIOZ.
14. Plany i rysunki.
 - rys. nr 1 Projekt zagospodarowania terenu
 - rys. nr 2 Schemat zasilania i schemat stacji transformatorowej MRw 20/630-4
 - rys. nr 3 Widok proj. rozdzielnicy SN stacji MRw 20/630-4
 - rys. nr 4 Widok istn. rozdzielnicy nN stacji MRw 20/630-4
 - rys. nr 5 Schemat pośredniego układu pomiarowo-rozliczeniowego

ZAKRES OPRACOWANIA

W zakres opracowania wchodzi budowa linii kablowej 15 kV własności Kolei Linowej Czantoria w Ustroniu w związku z nowym układem zasilania:

- budowa linii kablowej 15 kV 3x XRUHAKXs 1x70/25 mm²
- wymiana rozdzielni SN w istn. kontenerowej stacji transf. typu MRw 20/630-4 15/0,4 kV
- pośredni układ pomiarowo-rozliczeniowy energii elektrycznej dla mocy umownej 500 kW

Instalacje odbiorcze od stacyjnej rozdzielni nN oraz nie wchodzi w zakres niniejszego opracowania.

PODSTAWA OPRACOWANIA

- zlecenie inwestora
- warunki przyłączenia do sieci dystrybucyjnej TAURON Dystrybucja S.A.
- Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej TAURON S.A.
- album kontenerowych stacji transformatorowych
- aktualne przepisy i normy
- uzgodnienia techniczno-prawne
- pomiary i inwentaryzacja w terenie

DANE ELEKTROENERGETYCZNE

- napięcie zasilania transformatora po stronie SN	15 kV
- napięcie wyjścia z transformatora po stronie nN	0,4 kV
- prąd zwarcia	2,6 kA; 2,6s
- prąd zwarcia doziemnego	30 A; <10s
- moc przyłączeniowa	500 kW
- moc umowna	500 kW
- współczynnik mocy	tg φ= 0,4
- moc transformatora	630 kVA
- przekładnia transformatora	15/0,4 kV
- układ pracy sieci SN	skompensowana
- układ pracy sieci nN	TN
- system ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym po stronie SN	
uziemienie ochronne	
- dodatkowa ochrona od porażień prądem elektrycznym po stronie nN	
szybkie wyłączenie zasilania zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41:2017	

Informacja o obszarze oddziaływania projektowanego obiektu

Obszar oddziaływania projektowanej inwestycji tj. sieci energetycznej kablem ziemnym SN w Ustroniu dz. nr 2161/15, 2161/21, 2161/22 obr. 0004 określono na podstawie Prawa Budowlanego, Warunków Technicznych oraz Prawa Energetycznego. Obszar oddziaływania obejmuje działki nr 2161/15, 2161/21, 2161/22 obr. 0004 Ustroń na których projektowana jest inwestycja. Wody opadowe będą odprowadzane na teren inwestora tj. dz. nr 2161/15, 2161/21, 2161/22 i nie zakłócą stosunków wodnych na sąsiednich działkach.

Opinia geotechniczna – ocena warunków gruntowo-wodnych

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012r. w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (Dz.U.2012.463 z dnia 27 kwietnia 2012r.) stwierdza się że teren objęty przedmiotową inwestycją charakteryzuje się występowaniem prostych warunków gruntowych. Po dokonaniu wykopów próbnych (odkrywek) na trasie sieci kablowej ziemnej SN stwierdza się po zdjęciu ok. 40 cm warstwy glinę pylastą i piasek pylasty z okruchami łupka. Linię kablową ziemną SN zakwalifikowano do pierwszej kategorii geotechnicznej, o statycznie wyznaczalnym schemacie obliczeniowym w prostych warunkach gruntowych. W związku z powyższym (grunty na terenie inwestycji nie są gruntami bardzo słabymi), nie zachodzi konieczność wykonania dodatkowego opracowania ustalającego geotechniczne warunki posadowienia dla przedmiotowej inwestycji.

NOWY UKŁAD ZASILANIA GÓRNEJ STACJI KOLEI LINOWEJ CZANTORIA

Istniejąca kontenerowa stacja transformatorowa SN/nN typu MRw 20/630-4 z transf. 630 kVA, zlokalizowana w górnej części stacji narciarskiej, zasilana jest dwoma kablami 15 kV typu HAKnFpa3x25 mm² wyprowadzonymi z rozdzielni SN dolnej stacji transformatorowej SN/nN typu MRw-b 20/630-7 własności KL Czantoria za pośrednim układem pomiarowo-rozliczeniowym. Ze względu na zły stan techniczny kabli 15 kV HAKnFpa 3x25 mm², w celu dostosowania urządzeń do nowego układu zasilania - istniejąca rozdzielnica SN górnej stacji transformatorowej MRw 20/630-4 zostanie wymieniona na nową zasiloną po stronie 15 kV z nowego miejsca dostarczania energii elektrycznej projektowanym kablem ziemnym SN własności KL Czantoria. Modernizacja stacji MRw 20/630-4 polega na wymianie istniejącej 3-polowej rozdzielnicy SN w konfiguracji RL,RL,RT na nową 4-polową rozdzielnicę SN w izolacji SF6 z pomiarem rozliczeniowym energii elektrycznej w konfiguracji SL,SP,ST,SL, do której doprowadzony zostanie projektowany kabel 15 kV 3x XRUHAKXs 1x70/25 mm² zgodnie z wydanymi przez TAURON Dystrybucja S.A. warunkami przyłączenia nr WP/007804/2021/O06R02. Miejsce rozgraniczenia własności urządzeń energetycznych pomiędzy OSD a KL Czantoria będą stanowić zaciski prądowe głowicy kablowej w polu nr 3 rozdzielni 15 kV stacji SN/nN TAURON Dystrybucja S.A. nr BBC21839 Ustroń Czantoria. Dodatkowo jeden z istniejących kabli 15 kV typu HAKnFpa3x25 mm² pozostanie utrzymany pod napięciem w polu liniowym SL nr 4 stacji MRw 20/630-4 zblokowanym kluczykowo z polem liniowym SL nr 1.

PROJEKTOWANA LINIA KABLOWA SN

Linię kablową 15 kV projektuje się na odcinku od istniejącej kontenerowej stacji transformatorowej TAURON Dystrybucja S.A. nr BBC21839 Ustroń Czantoria do istniejącej stacji kontenerowej stacji transformatorowej MRw 20/630-4 KL Czantoria. Projektowany odcinek należy wykonać kablem ziemnym 3x XRUHAKXs 1x70/25 mm² o całkowitej długości 98 m (długość wykopu wynosi 87 m). Kabel 15 kV zakończyć głowicami konektorowymi CTS 630A 24 kV wraz z ogranicznikami przepięć CTKSA w polu nr 3 rozdzielni 15 kV stacji SN/nN TAURON Dystrybucja S.A. oraz głowicami kablowymi POLT-24D/1XI-L12A Raychem w polu nr 1 projektowanej rozdzielni SN Rotoblok SF. Kabel wzdłuż całej trasy ułożyć w ziemi w rurach osłonowych RHDPE-k 160 w ziemi na głębokości 0,8 m w 20 cm warstwie piasku. Na górnej warstwie piasku ubić 25 cm gruntu a następnie przykryć folią z tworzywa sztucznego koloru czerwonego o grubości co najmniej 0,5 mm i szerokości nie mniejszej niż 0,4m. Wykop zasypać warstwami, które należy zagęszczać.

Na kablu założyć oznaczniki kablowe PCV z wybitymi cechami kabla:

- typ, przekrój kabla oraz napięcie znamionowe (znak fazy),
- trasa i znak wykonawcy, użytkownika,
- rok ułożenia,

W gruncie rodzimym wzdłuż trasy kabla ułożyć bednarkę uziemiającą FeZn 50x4 i podłączyć do uziemienia stacji transformatorowej MRw 20/630-4. Przed stacją transformatorową pozostawić zapasy kabla długości ok 3m – minimalny promień gięcia dla zastosowanego kabla wynosi 0,38m. W miejscach skrzyżowania z uzbrojeniem podziemnym zastosować rury ochronne typu DVR 160 Arot uszczelnione pianką montażową. Zachować odległość kabla SN min. 0,5m od fundamentów. Całość prac wykonać zgodnie z normą N SEP-E-004.

SKRZYŻOWANIE Z ISTNIEJĄCYM KABLEM SN

W miejscach skrzyżowania z uzbrojeniem podziemnym prace prowadzić pod nadzorem (wg uzgodnień lokalizacyjnych) sposobem ręcznym. Dokładne położenie skrzyżowań i zbliżeń ustalić za pomocą ręcznych przekopów kontrolnych (bez użycia sprzętu mechanicznego). Wszelkie zbliżenia i skrzyżowania projektowanej inwestycji z istniejącymi urządzeniami TAURON Dystrybucja S.A. należy wykonać zgodnie z ogólnie obowiązującymi przepisami i normami. Prace przy urządzeniach energetycznych powinny być wykonywane z zachowaniem szczególnych środków ostrożności przez pracowników posiadających odpowiednie kwalifikacje. Przed przystąpieniem do prac w pobliżu urządzeń elektroenergetycznych TAURON Dystrybucja S.A. należy uzyskać zgodę na wymagane odpłatne wyłączenia odpowiednich urządzeń energetycznych, oraz wystąpić o nadzór nad prowadzonymi robotami do Spółki TAURON Dystrybucja S.A. Oddział w Bielsku Białej. Kable elektroenergetyczne będące w kolizji poprzecznej z planowaną inwestycją należy zabezpieczyć dzielonymi rurami osłonowymi przepustów wychodzących po 0,5 m poza obiekty. Należy stosować następujące średnice rur ochronnych: dla kabli nN rury o średnicy min. 110 mm koloru niebieskiego; dla kabli SN rury o średnicy min. 160 koloru czerwonego. Miejsce skrzyżowania kabla elektroenergetycznego SN z projektowaną linią 15 kV należy zabezpieczyć dwudzielną czerwoną rurą osłonową Arot 160 A PS dł. 1,5m. Kable należy odkopać tylko do strefy ochronnej tj. folii – zabrania się odkrywania czynnych kabli energetycznych. Należy uzyskać zgodę na wymagane odpłatne wyłączenia odpowiednich urządzeń energetycznych oraz ustalić nadzór służb energetycznych. W przypadku wystąpienia niewystarczającej głębokości położenia istniejących kabli energetycznych TAURON S.A. – zgodnie z wymogami obowiązujących przepisów i norm oraz innych utrudnień technicznych (np. mufy) należy przewidzieć możliwość przełożenia kabli poprzez wykonanie wstawek kablowych. W takim przypadku należy wystąpić z wnioskiem o określenie warunków technicznych usunięcia kolizji sieci elektroenergetycznej. Całość prac wykonać zgodnie z normą N SEP-E-004.

WYMIANA ROZDZIELNI SN

W stacji transformatorowej MRw 20/630-4 w miejsce istniejącej 3-polowej rozdzielnicy należy zastosować 4-polową rozdzielnicę SN typu Rotoblok SF w konfiguracji:

- Pole liniowe typu SL2 nr 1
 - rozłącznik typu GTR SF 1 24.06.16. z uziemnikiem, napęd ręczny standardowy, blokada drzwi, tor szynowy Cu, sygnalizacja obecności napięcia, blokada kluczykowa.
- Pole pomiarowe typu SP1 nr 2
 - odłącznik GTR SF4 z uziemnikiem dolnym, napęd ręczny, blokada drzwi, tor szynowy Cu
 - przekładnik prądowy CTS 17, 20/5 A/A, I_{th}=6,3 kA, 5 VA, kl. 0,2s, leg. szt. 3;
 - przekładnik napięciowy VTS 17, 0-10 VA, kl. 0,2, leg. szt. 3;
 - podstawy bezpiecznikowe PBPM - 20 szt. 3;
 - wkładki bezpiecznikowe WBP-20/0,5A szt. 3;
 - istniejąca tablica pomiarowa,
- Pole transformatorowe typu ST2 nr 1
 - rozłącznik typu GTR SF 2V 24.06.16. z uziemnikiem dolnym, napęd ręczny zasobnikowy, blokada drzwi, tor szynowy Cu, wyzwalacz DWN, sygnalizacja obecności napięcia.
- Pole liniowe typu SL2 nr 4
 - rozłącznik typu GTR SF 1 24.06.16. z uziemnikiem, napęd ręczny standardowy, blokada drzwi, tor szynowy Cu, sygnalizacja obecności napięcia, blokada kluczykowa.

Zdemontowaną 3-polową rozdzielnicę SN ROTOBLOK należy poddać utylizacji.

ROZDZIELNIA nN

Uzupełnić główny tor prądowy do rozdzielni nN kablami 4x YKXs 1 x240 mm² pomiędzy transformatorem 630 kVA a szynoprzewodami. Prawidłowy stan po stronie nN to 4x(2xYKXs 1x240) zgodnie ze schematem zasilania rys. nr 2. Istniejące przekładniki ISN2 250/5 A/A w torze prądowym członu zasilającego rozdzielni nN należy zabezpieczyć przez zwarcie strony wtórej i pozostawić jako rezerwowe – pozostałe elementy istniejącego pomiaru półpośredniego należy zdemontować. Dostosować tablicę licznikową (listwa WAGO 847-102 + gniazdo serwisowe 230V AC+ S311B6) na uchylnej tablicy pomiarowej przystosowanej do plombowania.

Dobór kabli.

Dobór kabli średniego napięcia łączących transformator z rozdzielnicą.

- dla transformatorów 630 kVA, YHAKXS 3x70 mm².

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

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

Dobór kabla dla połączenia transformatora z rozdzielnicą nN.

- dla transformatora 630 kVA – 4x(2xYKXs 1x240 mm²).

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

$$I_{dd} \text{ YKY } 1 \times 240 = 558 \text{ A}$$

Dobór wkładek bezpiecznikowych.

Tabela zawiera zakresy prądowe wkładek topikowych, do zabezpieczania obwodów pierwotnych transformatorów o napięciu znamionowym 6 kV, 15 kV i 20 kV i znamionowym napięciu wyłączeniowym wkładki bezpiecznikowej 24 kV, czyli stosowanych w polach transformatorowych rozdzielnic SN.

Moc transformatora w [kVA]	Znamionowe napięcie transformatora w [kV]			
	6 kV	10 kV	15 kV	20 kV
	Znamionowy prąd wkładki bezpiecznikowej w [A]			
40	-	-	6,3	6,3
63	-	-	6,3	6,3
100	20	16	10	10
160	30	20	16	10
250	50 lub 63	31,5	20	16
400	80	40	30	25
630	120	63	50 lub 63	40
800	-	80	63	40 lub 50
1000		100	80	63

Dobór bezpieczników SN przeprowadza się zgodnie ze wzorem:

$$I_{bSN} \geq (2 \div 2,5) \frac{S_{NT}}{\sqrt{3}U_N}$$

S_{NT} - moc znamionowa transformatora w [kVA]

U_N - znamionowe napięcie strony górnej transformatora [kV]

I_{bSN} - prąd znamionowy wkładki bezpiecznikowej

OKREŚLENIE REZYSTANCJI UZIEMIENIA

Rezystancję uziemienia stacji SN/nN, spełniającego jednocześnie funkcję uziemienia ochronnego strony SN oraz uziemienia roboczego nN, wyznacza się z zależności:

$$R_z < 67 / I_z$$

gdzie: Jako wartość I_z należy przyjmować:

I_c – całkowity prąd pojemnościowy zwarcia doziemnego

dla sieci zasilającej napowietrznej z kompensacją prądu zwarcia doziemnego

$$I_z = 0,2 * I_c$$

Zgodnie z wytycznymi przyjęto resztkowy prąd zwarcia doziemnego $I_z = 30 \text{ A}$

$$R_z < U_d / I_z$$

gdzie: R_z – dopuszczalna wartość rezystancji uziemienia.

U_d – napięcie dopuszczalne,

I_z – wartość resztkowego prądu zwarcia doziemnego w sieci zasilającej 15 kV.

$$I_z = 30 \text{ A}, U_d = 67 \text{ V}$$

$$R_z < 67 / 30 < \mathbf{2,23 \Omega}$$

Dopuszczalna rezystancja nie może przekraczać obliczonej wartości.

Jeżeli wyniki pomiarów wykazą, że wartość dopuszczalna została przekroczona, uziom należy rozbudować z zastosowaniem uziomów prętowych Galmar.

OCHRONA PRZECIWPORAŻENIOWA I PRZEPIĘCIOWA

Po stronie SN obowiązującym systemem ochrony przed porażeniem prądem elektrycznym jest uziemienie ochronne. Stacja posiada wspólne uziemienie spełniające funkcję: ochronnego, roboczego i odgromowego. Dopuszczalna rezystancja nie może przekraczać $2,23 \Omega$.

Urządzenia stacji po stronie SN ze względu na rozległą sieć kablami ziemnymi nie wymagają zabudowy dodatkowych ograniczników przepięć. Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym po stronie nN- szybkie wyłączenie zgodnie z normą PN-HD 60364-4-41:2017.

UKŁAD POMIAROWO-ROZLICZENIOWY ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej, zgodnie z warunkami przyłączenia, zrealizowany będzie w układzie pośrednim z przekładnikami prądowymi i napięciowymi po stronie 15 kV z usytuowaniem licznika w tablicy licznikowej - części rozdzielnic niskiego napięcia istniejącej stacji transformatorowej MRw 20/630-4. Układ pomiarowo-rozliczeniowy energii elektrycznej dobrano zgodnie z obowiązującą w TAURON S.A. Instrukcją Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej.

Do pomiaru energii elektrycznej projektuje się zastosować elektroniczny licznik energii elektrycznej czynnej i biernej typu ZMD405CT44.0009 3x58V/100V, 5A kl. 0,5s legalizowany, produkcji LANDIS+GYR - wyposażony w moduł komunikacyjny GSM CU-P32 dla transmisji danych pomiarowych „of line” do Lokalnego Systemu Pomiarowo-Rozliczeniowego (LSPR OSD).

W pobliżu uchylnej tablicy licznikowej przewidzieć gniazdo serwisowe 230V AC zabezpieczone wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym typu S311B6A.

Połączenia obwodów wtórnych prądowych wykonać przewodem DY 2,5 mm², natomiast napięciowych przewodem DY 1,5 mm². Połączenia elektryczne układu pomiarowego na listwie LPW Wago 847-102 wykonać zgodnie ze schematem nr 5. W układzie pomiarowym po stronie SN należy zastosować przekładniki prądowe CTS 17 20/5 A/A $I_{th} = 6,3$ kA, $S_n = 5$ VA, kl. 0,2s FS = 5 legalizowane, grawerowane; przekładniki napięciowe VTS 17 15000: $\sqrt{3}/100$: $\sqrt{3}$, $S_n = 0-10$ VA, kl. 0,2 legalizowane, grawerowane.

Charakterystyka układu zasilania:

Do obliczeń przyjęto dane zawarte w warunkach przyłączenia oraz założeniach projektowych określonych przez inwestora.

Moc przyłączeniowa : 500 kW

Planowana moc umowna: 500 kW

Napięcie pomiaru: 15 kV

Prąd zwarcia: 2,6 kA, czas trwania zwarcia 2,6 s

Prąd zwarcia doziemnego: 30 A, czas zwarcia <10 s

Dobór aparatury pomiarowej.

Dobór przekładników prądowych.

Prąd obliczeniowy odpowiadający mocy umownej wyznaczono z zależności:

$$I_{obl} = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p \cdot \cos \phi} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 15 \cdot 0,93} = 20,71 \text{ A}$$

Dobrano przekładniki o prądzie znamionowym 20/5 A/A, co zgodnie z obowiązującą w TAURON S.A. Instrukcją Ruchu i Eksploatacja Sieci Dystrybucyjnej spełnia warunek:

$$0,2 \cdot I_n \leq I_{obl} \leq 1,2 \cdot I_n$$

$$\text{gdzie: } I_{obl} = 20,71 \text{ A} \\ I_n = 20 \text{ A}$$

Moc rdzenia przekładnika prądowego:

Obciążenie rdzenia przekładnika prądowego:

$$0,25 \cdot S_n \leq S \leq S_n$$

S – obciążenie rdzenia,

S_n – moc rdzenia.

$$S = \Delta S + S_{IR}$$

gdzie: ΔS - moc tracona na przewodach obwodów prądowych układu pomiarowo-rozliczeniowego na odcinku przekładnik prądowy – listwa zaciskowa licznika.
 S_{1R} – moc pobierana przez obwody prądowe licznika rozliczeniowego.

Przyjmuje się : $S_{1R} = 0,125 \text{ VA}$ (dane katalogowe licznika ZMD405 dla $I_n=5\text{A}$)

$$\Delta S = I_{2n}^2 \frac{2 \cdot L}{\gamma \cdot S}$$

gdzie: $I_{2n} = 5\text{A}$ -prąd strony wtórnej przekładnika prądowego
 $L = 4 \text{ m}$ długość przewodów łączących przekładniki napięciowe z listwą zaciskową
 $S = 2,5 \text{ mm}^2$ przekrój przewodów
 $\gamma = 55 \text{ m}/\Omega \text{mm}^2$ przewodność przewodów miedzianych

$$\Delta S = 5^2 \frac{2 \cdot 4}{55 \cdot 2,5} = 1,45 \text{ VA}$$

strata mocy na zaciskach $S_z = 0,97 \text{ VA}$ ponieważ

$$S_z = I_{\text{wtórny max}}^2 \cdot R_z \cdot \text{ilość zacisków} = 24,16 \cdot 0,005 \cdot 8 = 0,97 \text{ A}$$

$$S = 1,45 + 0,125 + 0,97 = 2,54 \text{ VA}$$

Sprawdzenie warunku wyjściowego:

$$0,25 \times 5 \text{ VA} = 1,25 \text{ VA} < 2,54 \text{ VA} < 5 \text{ VA}$$

Dobiera się moc przekładnika $S_n = 5 \text{ VA}$

Klasa dokładności

Zgodnie z obowiązującą w TAURON S.A. Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej, klasa dokładności przekładnika prądowego nie może być gorsza niż 0,5 zalecana 0,2s.

Dobiera się przekładniki o klasie dokładności 0,2s.

Współczynnik bezpieczeństwa

Zgodnie z obowiązującą w TAURON S.A. Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej, współczynnik bezpieczeństwa przekładnika powinien być < 5 .

Dobiera się przekładniki o współczynniku bezpieczeństwa 5.

Dobór przekładników ze względu na warunki zwarciove.

Wartość początkowego prądu zwarciovego:

$$S_{kSN}'' = U_{nSN} \cdot I_{kSN}''$$

$$I_{kSN}'' = \frac{S_{kSN}''}{U_{nSN}} = \frac{68}{\sqrt{3} \cdot 15} = 2,6 \text{ kA}$$

Prąd udarowy:

$$i_u = \sqrt{2} \cdot k_u \cdot I_{kSN}'' = \sqrt{2} \cdot 1,8 \cdot 2,6 = 6,6 \text{ kA}$$

$$k_u = f\left(\frac{R}{X}\right) = 1,8$$

Zastępczy t_z –sekundowy prąd zwarcia:

$$i_{t_z} = k_c \cdot I_{kSN}'' = 1,02 \cdot 2,6 = 2,65 \text{ kA}$$

$$\text{dla } t = 1 \text{ s:}$$

$$k_c = f\left(\frac{I_{kSN}''}{I_n}\right) \cdot t_z$$

$$i_{t=2,6\text{s}} = i_{t_z} \cdot \sqrt{\frac{t_z}{n}} = 2,65 \cdot \sqrt{\frac{2,6}{1}} = 4,27 \text{ kA}$$

Dobiera się przekładniki o parametrach:

$$I_{th} = 6,3 \text{ kA}, I_{dyn} = 16 \text{ kA}$$

Na podstawie obliczeń dobiera się przekładniki prądowe typu CTS 17 o parametrach:

Un = 17,5 kV

przekładnia 20/5 A/A

Sn = 5 VA

kl. 0,2s

FS 5

I_{th} = 6,3 kA

legalizowany

grawerowany

Dobór przekładników napięciowych.

Pomiar energii elektrycznej będzie się odbywał na napięciu 15 KV. Do pomiaru energii elektrycznej zastosowano przekładniki napięciowe połączone w gwiazdę o napięciu $15/\sqrt{3}/0,1/\sqrt{3}$ kV/kV. Obciążenie uzwojenia przekładników napięciowych musi spełniać warunek:

$$0,25 \cdot S_n \leq S \leq S_n$$

S – obciążenie uzwojenia,

S_n – moc rdzenia

$$S = S_{1K} + S_{1R} + S_{mod}$$

gdzie: S_{1K} - moc pobierana przez obwody napięciowe licznika kontrolnego (brak pomiaru kontrolnego).
 S_{1R} – moc pobierana przez obwody napięciowe licznika rozliczeniowego. Pobór mocy przez obwody napięciowe licznika ZMD 405 dla napięcia znamionowego 58V wynosi 1,3 VA.
 S_{mod} – moc pobierana przez modem wynosi 5,4 VA.

$$S = 1,3 \text{ VA} + 0 \text{ VA} + 5,4 \text{ VA} = 6,7 \text{ VA}$$

$$0,25 \times 10 \text{ VA} = 2,5 \text{ VA} < 6,7 \text{ VA} < 10 \text{ VA}$$

Dobiera się przekładniki napięciowe o mocy uzwojenia wtórnego S_n=0-10 VA.

Klasa dokładności

Zgodnie z obowiązującą w TAURON S.A. Instrukcją Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej, klasa dokładności przekładnika napięciowego musi wynosić 0,5.

Dobiera się przekładniki napięciowe typu VTS 17 15000: $\sqrt{3}/100$: $\sqrt{3}$, S_n = 0-10VA, kl. 0,2 legalizowane, grawerowane.

Spadek napięcia w obwodach napięciowych.

Obciążenie przekładnika wynosi 1,3 VA.

Spadek napięcia w obwodach napięciowych wyniesie:

$$\Delta U = \frac{2 \cdot S \cdot L}{U_{2n} \cdot \gamma \cdot s} = \frac{2 \cdot 1,3 \text{ VA} \cdot 5 \text{ m}}{58 \text{ V} \cdot 54 \text{ m} / \Omega \text{ mm}^2 \cdot 1,5 \text{ mm}^2} = 0,0027\%$$

$$\Delta U < \Delta U_{\text{dop}} = 0,5\%$$

Licznik energii elektrycznej.

W układzie pomiarowo-rozliczeniowym zastosować licznik ZMD405CT44.0009 Landis+Gyr – licznik czterokwadrantowy, wielotaryfowy, napięcie 3x58V/100V, 5A, kl. 0,5S, legalizowany.

W pobliżu tablicy licznikowej należy przewidzieć gniazdo serwisowe 230V AC zabezpieczone wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym typu S311B6A.

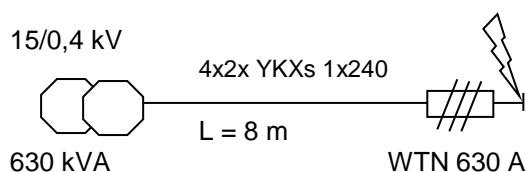
Zestawienie materiałów:

Materiał	Ilość	Producent
Licznik ZMD405CT44.0009 3x58/100V, 5A, kl. 0,5S, legalizowany + moduł GSM CU-P32 + antena GSM	dostawa TAURON	Landis+gyr Dialog
Przekładnik prądowy CTS 17 20/5 A/A I _{th} = 6,3 kA , S _n = 5VA, kl. 0,2s FS = 5, legalizowany, grawerowany	3 szt.	KPB Intra Polska
Przekładnik napięciowy VTS 17 15000: √3/100: √3, S _n = 0-10VA, kl. 0,2 legalizowany, grawerowany	3 szt.	KPB Intra Polska
Listwa LPW WAGO 847-102	1 szt.	WAGO
YKSYFty 7x2,5 na uchwytych kablowych	4 m	Telefonika
YKSYFty 7x1,5 na uchwytych kablowych	5 m	Telefonika
Uchwyty kablowe THPG	20 szt.	---
Gniazdo serwisowe 230 V AC +S311B6A	1 kpl.	Legrand
Uchylna tablica licznikowa przystosowana do plombowania	1 kpl.	

Obliczenie skuteczności szybkiego wyłączenia zasilania w układzie sieci TN:

Impedancja pętli zwarcia i charakterystyki czasowo-prądowe urządzeń wyłączających powinny zapewnić samoczynne wyłączenie zasilania w określonym czasie.

$$Z_s \cdot I_{\text{wyl}} \leq U_o$$



Zwarcie trójfazowe na szynach rozdzielni nN:

$$Z_{kSN}'' = \frac{c \cdot U_{nSN}^2}{S_{kSN}} = \frac{1,1 \cdot 420^2}{68 \cdot 10^6} = 0,0028 \Omega$$

$$X_{kSN}'' = 0,995 \cdot Z_{kSN}'' = 0,0028 \Omega$$

$$R_{kSN}'' = 0,1 \cdot X_{kSN}'' = 0,00028 \Omega$$

Impedancja obwodu zwarcioviego:

Parametry transformatora 15/0,4 kV 630 kVA:

$$X_T = 0,016 \Omega \quad R_T = 0,0028 \Omega$$

Parametry zwarciovie linii zasilającej RG:

$$R_l = \frac{l_l}{\gamma \cdot S_l} = \frac{8}{68 \cdot 480} = 0,00024 \Omega$$

wartość reaktancji pomijalnie mała.

$$Z_{knN}'' = \sqrt{(R_{kSN}'' + R_T + R_l)^2 + (X_{kSN}'' + X_T)^2} = 0,015 \Omega$$

Wartość trójfazowego, początkowego prądu zwarcioviego:

$$I_{knN}'' = \frac{U_{nnN}}{\sqrt{3} \cdot Z_{knN}''} = \frac{420}{\sqrt{3} \cdot 0,015} = 16 \text{ kA}$$

Wartość prądu udarowego:

$$i_{pnN} = \chi \cdot \sqrt{2} \cdot I_{knN}''$$

$$\chi = 1,02 + 0,98e^{-3 \frac{R_{knN}}{X_{knN}}}$$

$$\chi = 1,02$$

$$i_{pnN} = 23,27 \text{ kA}$$

Stała czasowa trwania składowej nieokresowej prądu zwarcia wynosi:

$$\frac{R_{knN}}{X_{knN}} = \tan \varphi = T_{knN} \cdot \omega$$

$$T_{knN} = \frac{R_{knN}}{\omega \cdot X_{knN}} = 13,1 \text{ ms}$$

Wartość prądu zwarcowego cieplnego jest równa:

$$I_{th} = I_k'' \cdot \sqrt{m+n}$$

Dla tak małej stałej czasowej można przyjąć współczynnik m=0 i n=1

$$I_{th} = I_k'' = 16 \text{ kA}$$

$$k = 115 \text{ A/mm}^2$$

$$S \geq \frac{1}{k} \cdot \sqrt{\frac{I_{th}^2 \cdot t_w}{1}} = 307,97 \text{ mm}^2$$

$$t_w = 4,9 \text{ s}$$

Skuteczność ochrony rozdzielnic nN:

$$Z_{k1}'' = \sqrt{(R_T + 2 \cdot R_l)^2 + X_T^2} = 0,016 \Omega$$

$$I_{k1}'' = \frac{0,8 \cdot U_{nnN}}{\sqrt{3} \cdot Z_{k1}''} = 12,13 \text{ A}$$

Prąd wyłączalny dla WTN 630 A:

$$I_{wył} = 3,5 \text{ kA}$$

$$I_{zw} = 12,13 \text{ kA} > I_{wył} = 3,5 \text{ kA}$$

Warunek szybkiego wyłączenia jest spełniony. Dla kabla YKXs 1x240 mm² jednosekundowa obciążalność zwarcowa wynosi k= 115A/mm². Czas wyłączenia mniejszy od 5s. Przyjęty kabel 4x2xYKXs 1x240 mm² w izolacji XLPE spełnia warunek obciążalności zwarcowej.

Dobór zabezpieczeń kabla zasilającego rozdzielnicę nN stacji transformatorowej:

$$I_b = \frac{P_z \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot U_n \cdot \cos \phi} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 400 \cdot 0,93} = 776 A$$

Spadek napięcia:

$$\Delta U_{\%} = \frac{P \cdot l \cdot 10^5}{\gamma \cdot S \cdot U^2} = 0,05\%$$

$$\Delta U_{\%} < \Delta U_{dop}$$

Zgodnie z PN HD 60364-5-523, jako kabel zasilający rozdzielnicę nN stacji transformatorowej, przyjęto kabel typu 2xYKXs 1x240 mm² w izolacji XLPE o I_{dd}=529 A.

Sprawdzenie doboru kabla 15 kV:

Wartość początkowego prądu zwarcowego:

$$S_{kSN}'' = 1,1 \cdot U_{nSN} \cdot I_{kSN}''$$

$$I_{kSN}'' = 2,6 kA$$

Wartość prądu I_{sz} po stronie 15 kV:

$$I_{sz} = \frac{630}{\sqrt{3} \cdot 15} = 24,27 A$$

Istniejący kabel 15 kV XUHAKXS 1x70 mm² spełnia warunki zwarcowe (czas trwania zwarcia 2,6 s) oraz posiada wymaganą wytrzymałość prądową długotrwałą.

WARTOŚĆ WKŁADKI BEZPIECZNIKOWEJ SN TRANSFORMATORA:

Znamionowy prąd przyjętego transformatora 400 kVA po stronie SN:

$$I_{SN} = \frac{S_{NT}}{\sqrt{3} \cdot U_N} = \frac{500}{\sqrt{3} \cdot 15} = 19,26 A$$

Znamionowy prąd wkładki bezpiecznikowej:

$$I_{bSN} = 2 \cdot 19,26 = 38,53 A$$

Przyjmuje się wkładkę **63 A**.

ZESTAWIENIE MATERIAŁÓW PODSTAWOWYCH

a) Rozdzielnia SN:

W stacji wymienić istn. rozdzielnię na 4-polową rozdzielnicę SN o konfiguracji:

- Pole liniowe typu SL2 nr 1
rozłącznik typu GTR SF 1 24.06.16. z uziemnikiem, napęd ręczny standardowy, blokada drzwi, tor szynowy Cu, sygnalizacja obecności napięcia, blokada kluczykowa.
- Pole pomiarowe typu SP1 nr 2
 - odłącznik z uziemnikiem dolnym, napęd ręczny, blokada drzwi, tor szynowy Cu
 - przekładnik prądowy CTS 17, 20/5 A/A, $I_{th}=6,3$ kA, 5 VA, kl. 0,2s, leg. szt. 3;
 - przekładnik napięciowy VTS 17, 0-10 VA, kl. 0,2, leg. szt. 3;
 - podstawy bezpiecznikowe PBPM - 20 szt. 3;
 - wkładki bezpiecznikowe WBP-20/0,5A szt. 3;
- Pole transformatorowe typu ST2 nr 3
rozłącznik typu GTR SF 2V 24.06.16. z uziemnikiem dolnym, napęd ręczny zasobnikowy, blokada drzwi, tor szynowy Cu, wyzwalacz DWN, sygnalizacja obecności napięcia.
- Pole liniowe typu SL2 nr 4 (blokada kluczykowa z polem nr 1)
rozłącznik typu GTR SF 1 24.06.16. z uziemnikiem, napęd ręczny standardowy, blokada drzwi, tor szynowy Cu, sygnalizacja obecności napięcia, blokada kluczykowa.

b) Rozdzielnia nN:

- dostosowanie tablicy licznikowej (listwa WAGO 847-102 + gniazdo serwisowe 230V AC+ S311B6 uchylna tablica pomiarowa przystosowana do plombowania) kpl. 1
- uzupełnienie toru prądowego nN kablami YKXs 1x240 mm² 16 m
- końcówki kablowe K 240/12 Cu 8 szt.

c) Pomiar pośredni (wg oddzielnego zestawienia)

- Licznik ZMD405CT44.0009 3x58/100V, 5A, kl. 0,5S, legalizowany + moduł GSM CU-P32 -----
- Przekładnik prądowy CTS 17 20/5 A/A $I_{th}=6,3$ kA, $S_n = 5$ VA, kl. 0,2s FS = 5, grawerowany szt. 3
- Przekładnik napięciowy VTS 17 15000: $\sqrt{3}/100$: $\sqrt{3}$, $S_n = 0-10$ VA, kl. 0,2 grawerowany szt. 3

2. Linia kablowa SN:

- kabel XRUHAKXs 1x70/25 mm² 15 kV 294 m
- folia kablowa czerwona 90 m
- głowice kablowe POLT-24D/1XI-L12A (Raychem) kpl. 1
- głowice konektorowe CTS 630A 24 kV 25-70 EGA kpl. 1
- ograniczniki przepięć CTKSA 18 kV 10kA\PL kpl. 1
- końcówki kablowe szt. 3
- oznaczniki kablowe + opaski szt.16
- słupek betonowy „K” szt. 2
- rura osłonowa RHDPE-k 160/12,5 czerwona 90 m
- bednarka Fe-Zn 50x4 mm 60 m
- piasek 3,5 m³

UWAGI KOŃCOWE

Przed przystąpieniem do prac należy zlecić uprawnionym geodetom wytyczenie projektowanej linii kablowej SN. Wszystkie prace na czynnych urządzeniach elektroenergetycznych TAURON Dystrybucja S.A. należy prowadzić pod nadzorem pracownika Jednostki Terenowej w Wiśle Region SN i nN Cieszyn i zgłosić na 14 dni przed rozpoczęciem prac. Do odbioru technicznego dostarczyć powykonawczy plan geodezyjny wybudowanych urządzeń energetycznych.

Przy wykonywaniu prac budowlano-montażowych należy stosować wyroby dopuszczone do obrotu i stosowania w budownictwie zgodnie z prawem Budowlanym Dz.U. nr 89 z 25.08.1994r. W miejsce materiałów i wyrobów wykorzystanych w niniejszym opracowaniu można stosować wyroby innych producentów, o takich samych parametrach technicznych, które zostały dopuszczone do stosowania na terenie TAURON Dystrybucja S.A.

Budowę prowadzić zgodnie z zatwierdzoną dokumentacją, obowiązującymi przepisami, Polskimi Normami, przepisami BHP z zachowaniem wszystkich warunków podanych w uzgodnieniach jednostek opiniujących oraz właścicieli terenu.

Prace prowadzić zgodnie ze szczegółowymi wytycznymi zawartymi w uzgodnieniach branżowych. O terminie rozpoczęcia prac każdorazowo powiadomić właściwych użytkowników uzbrojenia terenu. Roboty budowlane w miejscu kolizji z innymi sieciami prowadzić pod nadzorem dysponentów tych sieci. W przypadku odkrycia kolizji z niezainwentaryzowaną siecią uzbrojenia podziemnego fakt ten zgłosić niezwłocznie użytkownikowi uzbrojenia w celu dokonania dalszych ustaleń. O terminie rozpoczęcia prac każdorazowo powiadomić właścicieli terenu na których będą prowadzone.

Przed zasypaniem ułożonego kabla po zakończeniu wszystkich prac montażowych należy powiadomić Jednostkę Terenową w Wiśle Region SN i nN Cieszyn w celu spisania protokołu robót zanikowych.

Do odbioru technicznego należy dostarczyć 3 egz. inwentaryzacji powykonawczej wybudowanych urządzeń energetycznych wykonanej przez uprawnioną jednostkę geodezyjną.

Wszystkie prace prowadzone na czynnych urządzeniach elektroenergetycznych prowadzić pod nadzorem pracownika Jednostki Terenowej w Wiśle Region SN i nN Cieszyn.

Prace oraz wyłączenia pracujących urządzeń energetycznych należy zgłosić z 14 dniowym wyprzedzeniem w Jednostce Terenowej w Wiśle Region SN i nN Cieszyn.

Po zakończeniu prac teren uporządkować i doprowadzić do stanu pierwotnego.

INFORMACJA DOTYCZĄCA BEZPIECZEŃSTWA I OCHRONY ZDROWIA:

1. Zakres robót:

- Budowa linii kablowej 15 kV dla zasilania istniejącej stacji transformatorowej KL Czantoria.

Kolejność prowadzenia robót:

- wytyczenie trasy linii kablowej,
- przygotowanie miejsca pracy,
- wykopy,
- ułożenie kabla,
- montaż osprzętu,
- zasypanie wykopu i przywrócenie terenu do stanu pierwotnego,
- porządkowanie terenu, pomiary, odbiór linii SN
- podłączenie linii SN.

2. Wykaz istniejących obiektów budowlanych:

Obecnie przez teren objęty opracowaniem przebiega linia kablowa 15 kV, oraz linie kablowe nN. Na planie zagospodarowania oznaczono przebieg kanalizacji.

3. Elementy zagospodarowania terenu, które mogą stwarzać zagrożenie bezpieczeństwa i zdrowia ludzi (w przypadku normalnej eksploatacji):

- brak,

4. Przewidywane zagrożenia występujące podczas realizacji robót

Podczas prowadzenia prac budowlanych związanych z montażem linii kablowej SN mogą wystąpić zagrożenia wynikające z technologii prowadzenia prac. Największym zagrożeniem przy tego typu pracach jest porażenie prądem elektrycznym. Porażenie prądem elektrycznym może nastąpić w momencie:

- przygotowania miejsca pracy w pobliżu czynnych urządzeń energetycznych,
- wykonywania prac na czynnych urządzeniach (sieci kablowe) (**wymagany plan BIOZ**),
- podczas wykonywania wykopów w miejscach skrzyżowania i zbliżenia do istniejących elementów uzbrojenia podziemnego (**wymagany plan BIOZ**),

5. Prowadzenie instruktażu pracowników przed przystąpieniem do realizacji robót szczególnie niebezpiecznych:

- zgodnie z odwołanymi w tym zakresie prac przepisami BHP,
- prace szczególnie niebezpieczne na urządzeniach lub w pobliżu urządzeń energetycznych należy prowadzić zgodnie z zasadami obowiązującymi w TAURON Dystrybucja S.A. (dla określonych robót wymagane jest pisemne polecenie wydane przez pracownika RD Cieszyn, posiadającego odpowiednie uprawnienia). Pracownicy pracujący przy budowie urządzeń energetycznych powinni posiadać odpowiednie kwalifikacje. Kierownik budowy ma obowiązek przedstawić zagrożenia wynikające w czasie prowadzenia prac budowlanych i sposobach zachowania szczególnej ostrożności w miejscach, gdzie istnieje groźba utraty życia lub zdrowia i przygotować instruktaż na temat przestrzegania przepisów bhp oraz udzielania pierwszej pomocy.

6. Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót budowlanych w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia lub w ich sąsiedztwie.

Przed przystąpieniem do wykonywania robót należy opracować "plan BIOZ" zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 23.06.2003 (Dz. U. nr 120/2003 poz. 1126), w którym winny być określone techniczne i organizacyjne środki zapobiegające niebezpieczeństwom wyszczególnionym w pkt. 4 jak również umożliwiające bezpieczną i sprawną komunikację i ewakuację na wypadek awarii lub innych zagrożeń.