

Zakład Instalacyjno-Budowlany „ZEB”

Tadeusz Kwoczyński
43-450 Ustroń , ul . Świerkowa 30
tlf. 502-205-143

PROJEKT BUDOWLANY
ROZBUDOWY UKŁADU ZASILANIA
KOLEI LINOWEJ CZANTORIA
W USTRONIU

INWESTOR: Kolej Linowa „CZANTORIA” Sp. z o.o.

OBIEKT: Stacja transformatorowo-rozdzielcza 15/0,4 kV

ADRES: 43-450 Ustroń , ul. 3 Maja 130

PROJEKTOWAŁ: mgr inż. Tadeusz Kwoczyński

SPRAWDZIŁ: inż. Jerzy Polok

KWIECIEŃ ‘ 2009r

ZAWARTOŚĆ TECZKI

1. Dokumenty formalno-prawne.

- 1.1 Warunki przyłączenia do sieci nr WP/R2/O/218529/09 z dnia 27.03.2009r
- 1.2 Wypis z miejscowego planu zagospodarowania przestrzennego Miasta Ustroń
- 1.3 Odpis aktualny z Rejestru Przedsiębiorstw
- 1.4 Odpis zwykły z Księgi Wieczystej oraz
- 1.5 Postanowienie Burmistrza Miasta Ustroń o nie stwierdzeniu potrzeby przeprowadzenia oceny oddziaływania przedsięwzięcia na środowisko
- 1.6 Oświadczenie - zgoda właściciela działek na realizację inwestycji objętej projektem
- 1.7 Decyzja w/s uprawnień projektowych
- 1.8 Zaświadczenie o przynależności do Śl.O.I.I.B o nr ewid. SLK/IE/0742/01
- 1.9 Uzgodnienia branżowe:
 - a/ Wodociągi Ziemi Cieszyńskiej ,
 - b/ TPSA
 - c/ ENION S.A RD Cieszyn
 - d/ Rozdzielnia Gazu Skoczów

2. Opis techniczny.

- 2.1 Wstęp
- 2.2 Zakres opracowania
- 2.3 Stan istniejący
- 2.4 Stan projektowany
 - 2.4.1 Kablowe linie SN (15 kV)
 - 2.4.2 Kablowe linie NN (0,4 kV)
 - 2.4.3 Dobór kabla SN (15 kV)
 - 2.4.4 Dobór kabla nN (0,4 kV)
 - 2.4.5 Układanie kabli
- 2.5 Kontenerowa stacja transformatorowa
 - 2.5.1 Obsługa stacji
 - 2.5.2 Warunki gruntowe – posadowienie stacji
 - 2.5.3 Budowa stacji
 - 2.5.4 Klasyfikacja pożarowa obiektu
 - 2.5.5 Dojazd do projektowanej stacji

- 2.5.6 Dobór głowic kablowych
- 2.5.7 Rozdzielnica niskiego napięcia typu 1250 LTS 10
- 2.6 Pomiar energii elektrycznej
- 2.7 Ochrona przepięciowa
- 2.8 Ochrona środowiska
- 2.9 Uwagi końcowe
- 2.10 Informacje z zakresu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia

3. Obliczenia techniczne

- 3.1 Dane wyjściowe do obliczeń
- 3.2 Charakterystyka układu zasilania
- 3.3 Obliczenie rezystancji uziemienia
- 3.4 Sprawdzenie rezystancji uziemienia stacji transformatorowej
- 3.5 Dobór zabezpieczenia transformatora
- 3.6 Sprawdzenie obciążalności zwarciorowej
- 3.7 Sprawdzenie obciążalności długotrwałej kabla SN
- 3.8 Sprawdzenie obciążalności zwarciorowej żyły roboczej kabla SN
- 3.9 Sprawdzenie zwarciorowej żyły powrotnej kabla SN
- 3.10 Dobór przekładników prądowych SN – 15kV
- 3.11 Dobór przekładników napięciowych SN – 15kV
- 3.12 Poprawa współczynnika mocy – dobór baterii kondensatorów
- 3.13 Obliczenie skuteczności szybkiego wyłączania dla rozdzielnic nN i dobór kabla zasilającego.

4. Rysunki

- 4.1 Orientacja
- 4.2 Plan trasy projektowanych kablowych linii SN i nN
- 4.3 Schemat ideowy stacji transformatorowo-rozdzielczej Ustroń-Polana Wyciąg
- 4.4 Schemat ideowy zasilania rozdzielni „RG” Kolei Linowej „Czantoria” w Ustroniu
- 4.5 Projektowany schemat ideowy zasilania stacji transformatorowo-rozdzielczych
- 4.6 Schemat ideowy projektowanej stacji transformatorowo-rozdzielczej kontenerowej
- 4.7 Rzut poziomy projektowanej stacji 15/0,4 kV (widok z góry)
- 4.8 Elewacje projektowanej stacji transformatorowej.
- 4.9 Schemat ideowy pośredniego układu pomiarowego energii elektrycznej
- 4.10 Sposób prowadzenia kabli w wykopie

2.0. OPIS TECHNICZNY

2.1. Wstęp

Niniejszy projekt budowlano-wykonawczy budowy kontenerowej stacji transformatorowo-rozdzielczej 15/0,4 kV wraz z pośrednim pomiarem energii elektrycznej oraz kablowej linii SN i nN ma za zadanie umożliwić zasilanie urządzeń modernizowanego układu naśnieżania nartostrady i poprawić możliwości eksploatacyjne sieci i elektrycznych urządzeń rozdzielczych będących w eksploatacji Kolei Linowej „Czantoria” w Ustroniu przy ul. 3 Maja 130.

Podstawa opracowania.

Dokumentację opracowano na podstawie :

-zlecenia Inwestora

-Ustawa z dnia 07.07.1994 „Prawo Budowlane”

-warunki techniczne przyłączenia WP/R2/0/218529/09 z dnia 27.03.2009r

-uzgodnień branżowych

-aktualnie obowiązujących norm i przepisów a w tym:

- 1/ PBUE – wyd. IV zaktualizowane , Warszawa 1997r ,
- 2/ N-SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe.
Projektowanie i budowa
- 3/ PN-E – 90410: 1994 Kable elektroenergetyczne o izolacji z polietylenu
sieciowanego na napięcie znamionowe od 3,6/6kV do 18/30kV
- 4/ PN-90/E-06401 Kable elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe.
Osprzęt do kabli o nap.znam. nie przekraczającym 30 kV
- 5/ PN-IEC 60364-6-61 Sprawdzanie odbiorcze
- 6/ PN-IEC 60364-4-41 Ochrona przeciwporażeniowa
- 7/ PN-IEC 60364-4-442 Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi i łączeniowymi
- 8/ PN-IEC 60364-5-54 Uziemienia i przewody ochronne
- 9/ Kontenerowe stacje transformatorowe – katalog ZPUE z kwietnia 2007r
- 10/Katalog rozdzielnic SN i nN oraz stacji transformatorowych f-my UESA Polska

2.2 Zakres opracowania.

Projekt obejmuje:

-budowę kontenerowej stacji transformatorowo-rozdzielczej ASTW w obudowie betonowej typu ASTD,

- budowę odcinka kablowej linii 15kV na odcinku : stacja transformatorowa Ustroń-Polana Wyciąg (nr 2698) – projektowana stacja ASTW ,
- przebudowa kablowej linii 15kV zasilającej trafostację dolnej stacji wyciągu krzeselkowego na odcinku – trafostacja Ustroń-Polana Wyciąg nr 2698 – projektowana stacja ASTW ,
- przebudowa 2 kablowych linii 15kV zasilających trafostację górnej stacji wyciągu krzeselkowego na odcinku – trafostacja Ustroń-Polana Wyciąg nr 2698 – projektowana stacja ASTW ,
- budowę kablowej linii nN na odcinku – projektowana stacja ASTW – złącze kablowe przy pompowni wody układu naśnieżania ,
- układ pośredniego pomiaru energii elektrycznej pobieranej przez Kolej Linową „Czantoria” .

2.3. Stan istniejący

Obecnie Przedsiębiorstwo Kolej Linowa „Czantoria” posiada w swojej eksploatacji 2 stacje transformatorowo-rozdzielcze 15/0,4 kV zasilane liniami kablowymi SN z trafostacji 15/0,4kV Ustroń-Polana Wyciąg (nr 2698) będącej w eksploatacji Zakładu Energetycznego. Istniejący układ zasilania przedstawiono na rys.nr 4.3 i 4.4.

2.4. Stan projektowany

Z powodu zwiększonego zapotrzebowania na energię elektryczną związanego głównie z koniecznością poprawy skuteczności naśnieżania trasy nartostrady oraz dla poprawienia efektywności zarządzania energią konieczna jest budowa nowej kontenerowej stacji transformatorowo-rozdzielczej 15/0,4kV ASTW w obudowie betonowej typu ASTD firmy ATLAS z transformatorem olejowym 630 kVA.

2.4.1 Kablowe linie SN (15kV)

Projektuje się przebudowę istniejących kablowych linii 15kV w następujący sposób:

- linię kablową zasilającą z pola nr1 trafostacji Polana-Wyciąg - trafostację dolnej stacji wyciągu krzeselkowego i realizowaną kablem 3*YHAKXS 120mm² odkopać w stanie beznapięciowym na odcinku ok.10m w rejonie projektowanej lokalizacji nowej stacji ASTW a następnie wprowadzić ją do pola odpływowego nr 2 ,
- dwie linie kablowe zasilające z pól nr 6 i 7 trafostacji Ustroń-Polana Wyciąg trafostację 15/0,4 kV „Stokłosica” górnej stacji wyciągu krzeselkowego i realizowaną kablami

HAKnFpa 3*25mm² odkopać w stanie beznapięciowym na odcinku około 10m w rejonie projektowanej lokalizacji nowej stacji ASTW a następnie wprowadzić je odpowiednio do pól nr 3 i 4.

-z pola nr 6 trafostacji Ustroń-Polana Wyciąg wyprowadzić linię kablową 15kV kablem 3*XUHAKXS1*120/25mm² i wprowadzić ją do pola zasilającego nr1 nowej stacji ASTW. W miejscach krzyżowania się kabla z istniejącym uzbrojeniem podziemnym oraz z drogą kabel zabezpieczyć rurą AROTA SRS Φ160 względnie DVK 160.

Wyżej wymienione prace wykonać w ścisłej współpracy i po odpowiednich uzgodnieniach z kompetentnymi służbami Rejonu Dystrybucji Cieszyn.

Roboty montażowe należy prowadzić zgodnie z niżej podanymi normami:

- N-SEP-E-004 Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe.
Projektowanie i budowa.
- PN-76/E-05125 Elektroenergetyczne linie kablowe
- PN-92/N/01255 Barwy i znaki bezpieczeństwa – Instrukcja bezpiecznej pracy w energetyce.

Trasę projektowanej i przebudowywanych linii 15kV oraz lokalizację trafostacji ASTW pokazuje rys.nr 4.2.

Lp	Dane ogólne	Dane techniczne	Uwagi
1	Rodzaj linii	kablowa	
2	Napięcie sieci po stronie SN	15kV	
3	Długość linii kablowej	L= 3*50m	
4	System ochrony przed porażeniem	uziemiać ochronne	
5	Projektowany kabel	3* XRUHAKS1*120/25mm ²	

2.4.2 Kablowe linie NN (do 1kV)

Projektuje się wykonanie 3 linii kablowych nN realizowanych kablem YAKY4*240mm² na odcinku 60m – rozdzielnia nN projektowanej stacji transformatorowo-rozdzielczej – projektowane złącze kablowe przy pompowni wody układu naśnieżania.

Kable ułożyć w wykopie o szerokości 0,6m na głębokości 0,8m na podsypce piaskowej. Po odbiorze prac zanikowych przez inspektora nadzoru , wykonaniu inwentaryzacji geodezyjnej i ułożeniu taśmy z folii kalandrowanej pcv w kolorze niebieskim wykop należy zasypać gruntem rodzimym.

Lp	Dane ogólne	Dane techniczne	Uwagi
1	Rodzaj linii	kablowa	
2	Napięcie sieci po stronie nN	0,4/0,23 kV	
3	Długość linii kablowej	L= 3*60m	
4	System ochrony przed porażeniem	zerowanie ochronne	
5	Projektowane kable	3* YAKY 4*240mm ²	

2.4.3 Dobór kabla SN – 15kV i jego charakterystyka

Dobrano kabel typu XRUHAKXS 1*120/25 mm².

Parametry projektowanej linii kablowej:

- przekrój żyły roboczej - 120 mm²
- przekrój żyły powrotnej - 25 mm²
- średnica zewnętrzna kabla - 36,1mm²
- masa kabla - 1,33kg/m
- dopuszczalna wartość siły naciągu przy układaniu – 30*przekrój znamionowy żyły roboczej 30*120=3600N
- minimalny promień gięcia – 15*średnica kabla = 41,3 mm
- najniższa dopuszczalna temperatura otoczenia przy układaniu kabla –5°C
- obciążalność długotrwała 285A (układ trójkątny) lub 320A (układ płaski)
- max. temperatury żyły dla obciążenia długotrwałego 90 °C
- max. temp.żyły roboczej przy zwarcu 5 sek. 250 °C
- max. temp.żyły powrotnej przy zwarcu 5 sek. 350 °C
- napięcie probiercze 3,5U_o/5 min
- obciążalność zwarciova żył roboczych I_z – 1sek 11,3 kA

2.4.4 Dobór kabla nN – 0,4kV i jego charakterystyka

Dobrano kabel YAKY 4*240mm² .

Parametry projektowanej linii kablowej:

- przekrój żyły roboczej - 240 mm²
- średnica zewnętrzna kabla - 55,2 mm
- masa kabla - 4,29 mm
- temperatura pracy - od -30 °C do +70 °C
- maksymalna rezystancja żyły w temp. 20 °C - 0,125 Ω/km

2.4.5 Układanie kabli

Szczegóły układania kabli podaje norma N-SEP-E-004. Kable na napięcie powyżej 1kV układać należy na głębokości 1m. Przy skrzyżowaniu z drogą dojazdową oraz istniejącym uzbrojeniem podziemnym linię kablową prowadzić w rurze ochronnej typu SRS (przez drogi) i DVK 160mm (przez rurociągi). Rury ochronne w ziemi uszczelnić dwustronnie pianką poliuretanową i zabezpieczyć taśmą DENSO.

Kable wprowadzone do stacji przez przepusty istniejące w wyposażeniu stacji zabezpieczyć przed wnikaniami wody rurą termokurczliwą z klejem firmy RAYCHEM zgrzewając ją na metalowym przepuszczeniu i kablu.

Kabel ułożony w wykopie na podsypce piaskowej podlega przed zasypaniem odbiorowi przez przedstawiciela ENION-u oraz inwentaryzacji geodezyjnej.

2.5 Kontenerowa stacja transformatorowa

Zgodnie z wydanymi przez ENION S.A warunkami przyłączenia projektuje się stację transformatorową składającą się z :

- obudowy betonowej ASTD firmy ATLAS o gabarytach - długość 5000 * szer. 2500* wys.2300 (zagłębioną ok.800mm w ziemi) ,
- 2szt drzwi aluminiowych 1000*2000 mm
- 2szt krat wentylacyjnych (komora transformatorowa)
- 4szt przepustu uziemiającego HD-E
- 4szt - przepusty SN
- 10szt przepustów szczelnych NN
- odpowiednich tabliczek informacyjnych na drzwiach
- kolorystyki : w/g palety BOLIX
- dachu betonowego

Stacja wyposażona będzie w rozdzielnicę sześciopolową SN typu Siemens 8DH10 w izolacji gazowej SF6 o parametrach:

- | | |
|---|---------|
| • napięcie znamionowe: | - 24 kV |
| • prąd znamionowy szyn zbiorczych | - 630 A |
| • prąd znamionowy pól liniowych | - 630 A |
| • prąd znamionowy pola transformatorowego | - 200 A |
| • prąd znamionowy 1-sekundowy | - 16 kA |
| • prąd znamionowy szczytowy | - 40 kA |

Pole nr 1, 3, 4, 5 liniowe RK wyposażone będzie w :

- rozłącznik 630A
- napęd ręczny
- uziemnik
- izolatory reaktancyjne
- uchwyty kablowe
- blokady mechaniczne napędów i osłon przedziału kablowego

Pole nr 2 pomiarowe M4 wyposażone będzie w:

- przekładniki napięciowe legalizowane kl.0,5 typu UMZ - 3 szt
- przekładniki prądowe legalizowane kl.0,5 typu IMZ ($I_{in} = \max 300 \cdot I_n$)- 3 szt

Pole nr 5 transformatorowe T wyposażone będzie w:

- rozłącznik SF6 630A (napęd ręczny wyłącznika)
- uziemnik
- izolatory reaktancyjne
- blokady mechaniczne napędów i osłon przedziału kablowego
- blokadę mechaniczną uziemnik/rozłącznik

Rozdzielnica SN wyposażona będzie w dźwignie manewrową do rozłącznika i uziemnika oraz 3 diodowe wskaźniki napięcia DSP.

Ponadto w stacji będzie rozdzielnica nN- 1250 LTS-10 prod. UESA wyposażona w:

- wyłącznik SIRCO SOCOMEC 1250A z zasilaniem od góry
- gniazdo 230VAC i oświetlenie stacji
- odpływy z rozłącznikami bezpiecznikowymi prod. EFFEN
- 10* NH2 400A z V-klemami do 240mm²
- 1* D01 16/63A dla baterii kondensatorów
- 3* rezerwa (osłonięta)
- szyny miedziane 60*10 mm²
- obejmy kablowe do odpływów zabudowanych (7 kpl)
- szyna PEN

Obok rozdzielni NN zlokalizowana będzie bateria kondensatorów w wersji szafowej

BKD 200 kVAr (200/20) z dławikami.

Tablica licznikowa z wyposażeniem zgodnym ze schematem ideowym przedstawionym na rys. nr 4.9

W komorze transformatorowej przewidziano transformator olejowy firmy ABB o mocy 630kVA ; 20/0,4kV z amortyzatorami.

W stacji transformatorowej należy zastosować wkładki bezpiecznikowe o wartości 63A po stronie średniego napięcia. Typ wkładki HH prod.SIBA.

2.5.1 Obsługa stacji.

Obsługa urządzeń średniego i niskiego napięcia odbywać się będzie wewnątrz stacji ze wspólnego korytarza obsługi. Wszystkie łączniki średniego i niskiego napięcia wyposażone są w napędy ręczne. W drzwiach do komory transformatorowej zastosowano drewniane barierki ochronne.

2.5.2 Warunki gruntowe – posadowienie stacji.

Po wykonaniu w ziemi wykopu i ułożeniu uziomu otokowego z bednarki ocynkowanej Fe-Zn 30*4mm oraz podłączeniu go do zacisków uziemiających wewnątrz stacji należy wykonać pod fundament warstwę podsypki piaskowo-żwirowej o grubości około 200mm. Powierzchnia podsypki powinna być starannie wypoziomowana i zagęszczona. Na podsypce należy ustawić misę fundamentową stacji.

Na posadowiony fundament stacji ułożyć należy pojedynczą warstwę taśmy uszczelniającej która nie powinna się nakładać na siebie , aby nie spowodować przedostawania się wody do wnętrza stacji. Na tak przygotowany fundament należy równo ustawić bryłę główną stacji a następnie dach.

2.5.3 Budowa stacji .

Projektowana stacja jest modułową prefabrykowaną konstrukcją składającą się z następujących elementów:

- obudowy betonowej wraz z komorą transformatorową ,
- fundamentu betonowego prefabrykowanego ,
- rozdzielnic SN i nN
- dachu

Betonowa podłoga stacji posiada otwory technologiczne umieszczone pod rozdzielnicami SN i nN oraz w komorze transformatora na wprowadzenie kabli. W korytarzu obsługi stacji znajduje się włącz do podziemnej części stanowiącej jednocześnie fundament i kanał kablowy. Pod komorą transformatora znajduje się szczelna misa olejowa stanowiąca wydzieloną część fundamentu stacji.

2.5.4 Klasyfikacja pożarowa obiektu

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury w dziale IV (Bezpieczeństwo pożarowe) stacje transformatorowe zaliczane są do budynków grupy PM.

Dla projektowanej stacji gęstość obciążenia ogniowego Q_d wynosi dla transformatora olejowego o mocy 630kVA - 1717,5 MJ-m²

Elementy budynku stacji posiadają klasę odporności ogniowej odpowiednio do ich klasy i nie rozprzestrzeniają ognia .

2.5.5 Dojazd do projektowanej stacji

Dojazd do projektowanej stacji transformatorowej odbywał się będzie po istniejącej drodze wewnątrzzakładowej o nawierzchni tłuczniowej . Nośność i wytrzymałość istniejącej drogi zakładowej jest wystarczająca dla transportu transformatora i prowadzenia prac eksploatacyjnych.

2.5.6 Dobór głowic kablowych

Dla podłączenia kabla do transformatora projektuje się zastosowanie głowic kablowych wewnętrznych typu TI 24-630. Drugi koniec kabla w rozdzielni 15kV zakończyć głowicą EASW 20/250. Pozostałe kable 15 kV zasilające dolną i górną stację wyciągu krzesłkowego zakończyć w rozdzielni SN głowicami kablowymi kątowymi typu CB 24/630. Projektowane głowice są produkcji NKT.

2.5.7 Rozdzielnica niskiego napięcia 1250 LTS-10

Projektuje się 10-cio polową rozdzielnicę niskiego napięcia z polem transformatorowym wyposażonym w wyłącznik typu SIRCO SOCOMEC 1250A z cewką wybijakową sterowaną wyłącznikiem pożarowym zabudowanym przy drzwiach wejściowych na zewnątrz stacji . Przewiduje się zamontowanie baterii kondensatorów typu BKD-96 i podłączenie jej do rozdzielnic nN w celu poprawy współczynnika mocy.

W komorze transformatora – transformator olejowy ustawiony na szynach jezdnym zabezpieczony przed przesuwaniem poprzez zablokowanie kół blokadami.

Komora transformatorowa oddzielona jest od pomieszczenia ruchu elektrycznego prefabrykowaną ścianką .

2.6 Pomiar energii elektrycznej

Stosownie do otrzymanych WTZ projektuje się pośredni układ pomiarowo-rozliczeniowy zaliczany do kat. B3 z przekładnikami prądowymi i napięciowymi po stronie 15kV z licznikiem w tablicy licznikowej usytuowaniem obok rozdzielnicy nN projektowanej stacji. Do pomiaru energii elektrycznej projektuje się zastosowanie elektronicznego licznika energii elektrycznej czynnej i biernej typu ZMD405CT44.0009 3*58V/100V , 5A kl. 0,5s legalizowany produkcji LANDIS+GYR – wyposażony w moduł komunikacyjny GSM CU-P22 dla transmisji danych pomiarowych „of line” do Lokalnego Systemu Pomiarowo- Rozliczeniowego (LSPR OSD).

Projektowany układ pomiarowo-rozliczeniowy należy wyposażyć w układ synchronizacji czasu DCF z synchronizacją zewnętrzną co najmniej 1 raz na dobę z synchronizatora typu US151/20/P1/230VAC. Dla oprzewodowania wtórnych obwodów prądowych należy zastosować przewody DY 2,5mm² a obwodów napięciowych DY 1,5mm².

W pobliżu tablicy licznikowej zabudować gniazdo serwisowe 230V AC.

Wszystkie połączenia wykonać zgodnie ze schematem ideowym przedstawionym na rys. nr 4.9 . W układzie pomiarowym po stronie 15 kV (pole 6) zabudować legalizowane:

-3 przekładniki napięciowe typu UMZ-17 ; $15\sqrt{3} / 0,1\sqrt{3}$ kV klasy 0,5 ; $I_{th}= 4$ kA oraz
-3 przekładniki prądowe typu IMZ-17 ; 30/5 A/A ; kl. 0,5 ; FS 5 ; $I_{th}= 4$ kA ,

2.7 Ochrona przepięciowa – uziemienie stacji

Wszystkie odbiory i linie zasilające urządzenia elektroenergetyczne Kolei Linowej „Czantoria” są liniami kablowymi , stąd nie przewiduje się stosowania ochrony przepięciowej zarówno dla eksploatowanej sieci jak i projektowanej trafostacji .

Stacja posiadać będzie uziemienie ochronne i robocze podłączone do wspólnego uziomu.

Główna magistrala uziemiająca wewnątrz stacji składa się z części poziomej wykonanej z płaskownika ocynkowanego Fe-Zn 40*5mm wewnątrz budynku.

Uziom poziomy stanowi bednarka ocynkowana 30*4mm ułożona w rowie kablowym po likwidacji odcinka kablowych linii zasilających górną stację wyciągu krzeselkowego.

Bednarkę wykonanego uziomu połączyć przez spawanie do uziomu otokowego stacji transformatorowo-rozdzielczej Ustroń-Polana Wyciąg.

Do głównej magistrali wewnątrz stacji podłączono:

- bryłę główną budynku - 2*Fe-Zn 30*4 mm
- drzwi i obróbki - 2*LY 25 mm²
- włazy - 1*LY 70 mm²

- | | |
|---------------------------|-------------------|
| -żaluzje | - 1*LY 35 mm2 |
| -dach stacji w 2 punktach | -2*LY 70 mm2 |
| -każdy transformatora | - 1*Fe-Zn 30*4 mm |
| -rozdzielnicza nN | - 2*Fe-Zn 30*4 mm |
| -rozdzielnicza SN | - 2*Fe-Zn 30*4 mm |

Główną magistralę uziemiającą należy połączyć z uziomem poziomym przez 2 złącza kontrolne dwuśrubowe . Zacisk „N” z transformatora należy połączyć osobnym wyprowadzeniem z uziomem .

Rozdzielnica nN posiada szynę uziemiającą PEN w postaci płaskownika P 50*10mm.

Szynę PEN połączyć z instalacją uziemiającą stacji a skuteczność uziemienia potwierdzić pomiarem rezystancji.

2.8 Ochrona środowiska.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Ochrony Środowiska, Zasobów Naturalnych i Leśnictwa z 13.05.1995r (Dz.U. nr 52) w sprawie „określenia rodzajów inwestycji szkodliwych dla środowiska i zdrowia ludzkiego” – elektroenergetyczne linie napowietrzne i kablowe nN nie są zaliczane do inwestycji szkodliwych .

Dla projektowanego zadania Burmistrz Miasta Ustroń wydał postanowienie a następnie decyzję o środowiskowych uwarunkowaniach zgody na realizację przedsięwzięcia stwierdzając , iż nie jest konieczne sporządzanie oceny oddziaływania inwestycji na środowisko.

2.9 Uwagi końcowe.

a/ Przed przystąpieniem do wykonania rowu kablowego i niecki pod stację transformatorową -rozdzielczą należy wykonać ręczne wykopy kontrolne celem sprawdzenia istniejącego uzbrojenia podziemnego. Na skrzyżowaniach z istniejącym uzbrojeniem linie kablowe prowadzić w rurze ochronnej PCV $\Phi 140\text{mm}$.

b/ Napotkane ewentualne uzbrojenie podziemne przy wykopie pod trafostację należy przenieść poza jej obrys.

c/ Należy stosować materiały , urządzenia i aparaturę dopuszczoną do obrotu i stosowania w trybie art.10 ustawy „Prawo Budowlane” i obowiązujących zarządzeń – w tym Rozporz.Min. Gospod. i Polityki Społecznej z dnia 12.03.2003r w sprawie zasadniczych wymagań dla sprzętu elektrycznego (Dz.U. nr 49 poz.414) oraz dyrektywy Rady Unii Europejskiej 93/68/EWG z dnia 22.07.1993r.

Powinny zatem posiadać deklarację lub certyfikat zgodności z PN lub aprobatą techniczną jeśli nie są objęte certyfikacją na znak bezpieczeństwa .

d/ Wszystkie roboty montażowe wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami PBUE , PEUE , BHP , PN i warunkami technicznymi wykonania instalacji.

e/ Całość robót wykonać zgodnie z niniejszą dokumentacją i pod nadzorem zainteresowanych stron.

2.10 Informacje z zakresu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia.

Budowa projektowanej stacji transformatorowo-rozdzielczej ma za zadanie uporządkowanie dotychczasowego sposobu zasilania obiektów Kolei Linowej „CZANTORIA” w Ustroniu oraz umożliwienie rozbudowy systemu naśnieżania nartostrady.

a/ Ponieważ budowa stacji transformatorowej powiązana jest z przebudową istniejącej sieci SN i nN należy przewidzieć następującą kolejność robót:

- wytyczyć teren pod fundament trafostacji,
- wykonać ręcznie przekopy kontrolne dla stwierdzenia braku kolizji z istniejącym uzbrojeniem podziemnym w rejonie lokalizacji stacji,
- w razie kolizji przenieść istniejące uzbrojenie poza obręb stacji ,
- wykonać wykop głębokości 0,85m pod projektowaną stację ,
- przygotować podłoże pod zabudowę stacji zgodnie z rysunkami zawartymi w dokumentacji,
- zmontować stację transformatorową ,
- wytyczyć geodezyjnie trasy projektowanych linii kablowych SN i nN.
- na projektowanych trasach kablowych zlokalizować istniejące uzbrojenie terenu,
- wykonać wykopy pod linie kablowe,
- pod nadzorem pracowników ZE i w stanie beznapięciowym odkopać istniejące kable SN , które po odcięciu z odpowiednim zapasem wprowadzić do rozdzielnicy 15kV zmontowanej trafostacji,
- wykonać geodezyjną inwentaryzację ułożonych linii kablowych,
- zasypać wykopy przywracając teren do pierwotnego wyglądu,
- wykonać badania i pomiary stacji oraz wykonanych linii kablowych,
- podłączyć linie kablowe SN i nN – uruchomić trafostację.

b/ Istniejące obiekty budowlane i infrastrukturalne.

Na terenie objętym projektem znajdują się następujące obiekty:

- stacja transformatorowo-rozdzielcza 15/0,4kV Ustroń – Polana Wyciąg ,

- budynek pompowni wody układu naśnieżania ,
- kablowe linie 15kV zasilające dolną i górną stację wyciągu krzesełkowego,
- kablowe linie nN zasilające obecnie pompę wody zasilającej , oświetlenie terenu, zasilanie pompowni wody,
- napowietrzna linia nN zasilająca budynki mieszkalne ,
- kanalizacja sanitarna i deszczowa ,
- wodociąg wody pitnej i kolektor wodny z układu naśnieżania,
- parking wewnętrzny dla sprzętu i samochodów służbowych,
- tłuczniowa droga dojazdowa
- garaże dla sprzętu naśnieżającego i przygotowującego nartostrady.

c/ Elementy potencjalnie stwarzające zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi podczas normalnej eksploatacji - ruch kołowy

d/ Zagrożenia , które mogą wystąpić podczas realizacji robót:

- głównym zagrożeniem podczas realizacji inwestycji będzie możliwość porażenia prądem podczas wykonywania wykopów kontrolnych dla lokalizacji istniejącego uzbrojenia technicznego - zwłaszcza kablowych linii 15kV,
- przygotowywania miejsc pracy w pobliżu czynnych urządzeń i linii elektroenergetycznych SN i nN,
- podczas wykonywania wykopów w miejscach skrzyżowania lub zbliżenia do istniejącego uzbrojenia technicznego,
- podczas montażu prefabrykowanej stacji transformatorowej przy użyciu ciężkiego sprzętu budowlanego (żuraw samochodowy , samochód z przyczepą niskopodwoziową).
- podczas prac rozruchowych i pomiarowych.

Dla całości zadania wykonawca robót musi opracować plan BIOZ i uzgodnić go z kompetentnymi przedstawicielami Inwestora i Rejonu Energetycznego Cieszyn.

e/ Przed przystąpieniem do prac każdorazowo kierownik robót przeprowadzi instruktaż pracowników z zakresu występujących zagrożeń na poszczególnych stanowiskach pracy i niezbędnych zabezpieczeniach koniecznych dla bezpiecznej realizacji wyznaczonych zadań. Poinstruuje o sposobach zachowania szczególnej ostrożności w miejscach , gdzie istnieje groźba utraty życia lub zdrowia i przeprowadzi szkolenie z zakresu przestrzegania przepisów BHP i udzielania pierwszej pomocy.

Prace szczególnie niebezpieczne na urządzeniach lub w pobliżu czynnych urządzeń energetycznych należy prowadzić zgodnie z zasadami obowiązującymi w RD Cieszyn

a dla części z nich uzyskać pisemne polecenie wydane przez pracownika RD posiadającego odpowiednie uprawnienia.

Wszyscy pracownicy zatrudnieni przy tej inwestycji powinni posiadać odpowiednie kwalifikacje potwierdzone aktualnymi zaświadczeniami serii „E” .

f/ Środki techniczne i organizacyjne zapobiegające niebezpieczeństwom wynikającym z wykonywania robót w strefach szczególnego zagrożenia zdrowia:

Przed przystąpieniem do robót opracować plan BIOZ zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z 23.0.2003r (Dz.U. nr 120/2003 poz.1126) , w którym winny być określone wszystkie techniczne i organizacyjne środki zapobiegające niebezpieczeństwom wyszczególnionym w pkt. „d”. jak również umożliwiające bezpieczną i sprawną komunikację i ewakuację na wypadek awarii lub innych zagrożeń.

3. Obliczenia techniczne

3.1 Dane wyjściowe do obliczeń

Napięcie sieci:

- napięcie sieci SN - 15 kV
- napięcie sieci nN - 230/420 V

Układ sieci:

- sieć SN - sieć skompensowana
- sieć nN - TN-C

Ochrona przeciwporażeniowa:

- sieć SN - uziemianie
- sieć nN - dla sieci zasilającej – samoczynne wyłączanie zasilania w/g N SEP-E-001
- dla instalacji odbiorczej samoczynne wyłączanie zasilania (wyłączniki różnicowo-prądowe)

Moc szczytowa - $P_s = 540 \text{ kW}$

3.2 Charakterystyka układu zasilania:

- moc zwarciova $S_z = 75 \text{ MVA}$ i czas trwania zwarcia : 1,5 s
- prąd zwarcia doziemnego : 30A i czas jego trwania : >10 s
- wymagany stopień skompensowania mocy biernej : $\text{tg}\varphi < 0,4$

3.3 Obliczenie rezystancji uziemienia:

Rezystancja uziemienia stacji transformatorowej powinna spełniać wymagania normy PN-E-05115 oraz PN-IEC 60364-4-442.

Normy te dopuszczają łączenie punktu neutralnego sieci z uziemieniem stacji zasilającej jeżeli napięcie uziomowe U_E spełnia warunek:

$$U_E < U_F(t_F)$$

gdzie U_F – jest napięciem uszkodzeniowym wyznaczonym z krzywej F na zamieszczonym poniżej rysunku dla czasu (t_F) trwania doziemienia.

Dla czasu trwania doziemienia $t_F = 10s$ $U_F(t_F) = 67 V$

Rezystancję uziemienia ochronnego stacji po stronie 15kV i jednocześnie uziemienia roboczego po stronie nN obliczono z wzoru:

$$R_z < U_d / I_z$$

gdzie:

R_z – dopuszczalna wartość rezystancji uziemienia

U_d – napięcie dopuszczalne

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

$I_z = 30 A$, $U_d = 67 V$

$R_z < 67 / 30 = 2,23 \Omega$

Dopuszczalna wartość rezystancji uziemienia stacji nie powinna przekraczać 2,23 Ω .

Wg normy PN-E-05115 punkt neutralny sieci TN niskiego napięcia można łączyć z uziomem stacji, jeżeli przy uziemieniu przewodu PEN w wielu punktach sieci spełniona jest zależność:

$$U_E < X * U_{Tp}$$

gdzie:

U_E – oznacza napięcie uziomowe

U_{Tp} – najwyższe dopuszczalne napięcie dotykowe rażeniowe zależne od czasu wyłączenia zasilania.

X – krotność, która zwykle wynosi 2

Zgodnie z otrzymanymi WTP dla czasu trwania wyłączenia równego 1,5s z załączonego poniżej wykresu wynika, że $U_{Tp} = 90 \text{ V}$

Zatem:

$$U_E < 2 * U_{Tp} = 2 * 90 \text{ V} = 180 \text{ V} < 230 \text{ V}$$

Przyjęto, że prąd uziomowy jest równy prądowi resztkowemu

$$I_E = r * I_z$$

$$I_E = 1 * 30 = 30 \text{ A}$$

gdzie:

r – współczynnik redukcyjny określający stosunek prądu uziomowego I_E do prądu zwarcia doziemnego (przy braku danych można przyjmować $r = 0,6$ dla stacji zasilanej linią kablową z sieci o punkcie neutralnym uziemionym przez rezystor, $r = 1$ w innych przypadkach)

I_E – prąd uziomowy

Rezystancja uziemienia

$$R_E = U_E / I_E$$

$$R_E = 180 / 30 = 6 \Omega$$

Wg N-SEP-E-001 dla wspólnego uziemienia muszą być spełnione 3 warunki:

1/ Warunek 1

$$R_{B1} < 5 \Omega$$

gdzie:

R_{B1} – wypadkowa rezystancji tych uziemień, których wartość nie przekracza w każdym przypadku 30Ω i znajdujących się wraz z uziemionym przewodem na obszarze koła o średnicy 200m zakreślonego dookoła stacji.

2/ Warunek 2

$$R_{B2} < R_{E1} (50 / U_o - 50) = 10 (50 / 230 - 50) = \mathbf{2,78 \Omega}$$

gdzie:

R_{B2} – wypadkowa rezystancji wszystkich uziemień punktów neutralnych i przewodów PEN linii tworzących sieć elektroenergetyczną, w których możliwe jest zwarcie doziemne z pominięciem przewodów PEN (PE).

50 – najwyższe dopuszczalne długotrwałe napięcie dotykowe w [V]

U_o – napięcie znamionowe sieci względem ziemi (wartość skuteczna) w [V]

R_{E1} – minimalna rezystancja między przewodem fazowym i ziemią odniesienia w miejscu w miejscu zwarcia w [Ω]. Jeżeli jej ustalenie jest trudne można przyjąć, że $R_{E1} = 10 [\Omega]$

3/ Warunek 3

Punkt neutralny sieci elektroenergetycznej nN i połączone z nim przewody PEN tej sieci mogą być połączone z uziemieniem urządzeń średniego napięcia, jeżeli napięcie uziomowe U_E uziomu o rezystancji wypadkowej R_{B2} występujące przy zwarcu w sieci SN nie wywoła w sieci nN zagrożenia porażeniowego.

Zagrożenie to nie wystąpi jeżeli R_{B2} spełni warunek:

$$R_{B2} < U_F / r * I''_{K1} \quad \text{czyli} \quad R_{B2} < 90 / 1 * 6 = 15 [\Omega]$$

gdzie :

$$I''_{K1} = 0,2 I_z = 0,2 * 30 = 6 [A]$$

I''_{K1} - prąd jednofazowego zwarcia doziemnego w urządzeniach SN stacji transformatorowej zasilającej sieć nN

Rezystancja uziemienia stacji spełnia warunek $R_w < R_B \quad 2,23 [\Omega] < 2,78 [\Omega]$

3.4 Sprawdzenie rezystancji uziemienia stacji transformatorowej:

W związku z dużymi rozbieżnościami rezystywności gruntu w trakcie realizacji inwestycji należy zmierzyć rezystancję uziomu stacji. Dla osiągnięcia wymaganej wartości przewiduje się ułożenie dodatkowo bednarki ocynkowanej Fe-Zn w wykopie z linią kablową nN zasilającą złącze przy budynku stacji pomp układu naśnieżania i połączenie jej z uziomem projektowanej stacji transformatorowej.

3.5 Dobór zabezpieczenia transformatora:

Prąd znamionowy po stronie SN transformatora:

$$I_n = \frac{S}{1,73 \cdot U_n} = \frac{630 \text{ kVA}}{1,73 \cdot 15 \text{ kV}} = 24,27 \text{ A}$$

Prąd wkładki bezpiecznikowej:

$$I_b > (2 - 2,5) \cdot I_n \quad I_b = 2,2 \cdot 24,27 = 53,41 \text{ [A]}$$

Dobrano do zabezpieczenia transformatora po stronie SN wkładkę typu HH 63A prod.SIBA

Prąd znamionowy po stronie nN transformatora:

$$I_n = \frac{S}{1,73 \cdot U_n} = \frac{630 \text{ kVA}}{1,73 \cdot 0,4 \text{ kV}} = 910,4 \text{ A}$$

Przewód łączący transformator z rozdzielnią nN

$$I_n < I_b = 910,4 < I_z$$

$$I_2 = k_2 \cdot I_b < 1,45 \cdot I_z$$

$$I_z = 1,6 \cdot 910,4 / 1,45 = 1004,5 \text{ A}$$

Dla połączenia transformatora z rozdzielnią nN dobrano kabel 3*(2*YKY 240mm²) + 1*YKY 240mm² o obciążalności długotrwałej jednej żyły 625A.

3.6 Sprawdzenie obciążalności zwarciowej

Obliczenie zastępczego prądu zwarciowego I_{tz} dla czasu trwania zwarcia wg WTZ

$$t_z = 10 \text{ sek}$$

$$I_{tz} = P_z \cdot 1,1 / 1,73 \cdot U = 630 \cdot 0,93 \cdot 1,1 / 1,73 \cdot 15 = 24,84 \text{ kA}$$

j_c – obciążalność zwarciowa 1sek w [A] w przeliczeniu na mm² przekroju przewodu 120mm²

$$j_c = I_{tz} \cdot (t_z)^{1/2} / S = 24,84 \cdot (1/10)^{1/2} / 120 = 65,5 \text{ A/mm}^2$$

$$j_c < j_{c \text{ dop}} \quad 65,5 < 120 \text{ A/mm}^2$$

Obciążalność zwarciova 1-sek dla kabla XRUHAKS 1*120mm² jest mniejsza od dopuszczalnej.

Obliczenie dopuszczalnego prądu zwarcia kabla:

$$I_{ct} = S * j_c \sqrt{1/t} = 120 * 65,5 * 0,316 = 2,49 \text{ kA} < 11,3 \text{ kA}$$

gdzie :

I_{ct} - obciążalność zwarciova w [A]

S - przekrój kabla

j_c - skuteczna wartość prądu zastępczego w [A]

t - czas trwania zwarcia

3.7 Sprawdzenie obciążalności długotrwałej kabla SN

Kabel XRUHAKXS 1*120/25mm² - 18/30 kV

$I_{dd} = 210 \text{ A}$ - kabel ułożony w trójkąt

$K_{g6} = 0,86$ ułożenie w rurach ochronnych

3.8 Sprawdzenie obciążalności zwarciovej żyły roboczej.

Dane techniczne:

$$U_n = 15 \text{ kV} , S_{zw} = 73 \text{ MVA} , t_z = 1,5 \text{ s}$$

$$X_s = 1,1 * U_n^2 / S_{zw} = 1,1 * 15^2 / 73 = 3,39 [\Omega]$$

$$X_L = 0,95 [\Omega]$$

$$X = X_s + X_L = 3,39 + 0,95 = 4,34 [\Omega]$$

$$S_{zw} = 1,1 * 15^2 / 4,34 = 57,02 \text{ MVA}$$

$$j_c = 93 \text{ A/mm}^2 \text{ dla } 150^\circ\text{C temp. granicznej przy zwarciu}$$

$$S = (I_{tz} * t_z / 93) * 10^3 = 105,81 < 120 \text{ mm}^2$$

$$I_p = S_{zw} / 3U_n = 57,02 / 3 * 15 = 1,27 \text{ kA}$$

3.9 Sprawdzenie żyły powrotnej kabla

$$I_z^2 > I_p^2 * t_z = \alpha * S_{zw} / 2 * 15 * t_z = 0,575 * 65,5 / 30 * 1,5 = 0,84 \text{ kA}$$

$$\text{dla : } t_z = 1,5 \text{ s i } \alpha = 57,5\%$$

Dopuszczalna wartość 1-sek prądu zwarcia w kA dla żyły powrotnej 25mm²

wynosi 5,3 kA > 0,84 kA

Można więc zastosować kabel z żyłą powrotną 25mm².

3.10 Dobór przekładników prądowych SN – 15 kV

$$P_{\text{poz}} = 630 \text{ kVA} * 0,93 = 585,9 \text{ kW}$$

$$I_n = \frac{P_{\text{poz}}}{1,73 * U_n}$$

$$I_n = 585,9 / 1,73 * 15000 = 24,27 \text{ [A]}$$

Dobrano przekładniki o prądzie znamionowym 30/5 A/A spełniające warunek :

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

gdzie:

$$I_{\text{obl}} = 24,27 \text{ A} ; \quad I_n = 25 \text{ A}$$

Moc rdzenia przekładnika prądowego:

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

gdzie:

S – obciążenie rdzenia

S_n - moc rdzenia

$$S = \Delta S + S_{1R}$$

gdzie:

ΔS –moc tracona na przewodach obwodów prądowych układu pomiarowo-rozliczeniowego na odcinku pomiędzy przekładnikiem prądowym a listwą zaciskową licznika.

S_{1R} – moc pobierana przez obwody prądowe licznika rozliczeniowego.

Przyjmuje się z danych katalogowych licznika ZMD 405 dla $I_n = 5 \text{ A}$, $S_{1R} = 0,125 \text{ VA}$

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

gdzie:

$I_{2n} = 5 \text{ A}$ – prąd strony wtórnej przekładnika prądowego

$L = 5 \text{ m}$ - długość przewodów łączących przekładniki prądowe z listwą zaciskową

$S = 2,5 \text{ mm}^2$ – przekrój przewodów połączeniowych

$\gamma = 55 \text{ m}/\Omega \text{ mm}^2$ – przewodność przewodów z żyłami miedzianymi

$$\Delta S = \frac{5^2 * 2 * 5}{55 * 2,5}$$

$$\Delta S = 0,185 \text{ VA}$$

$$S = 0,185 + 0,125 = 1,975 \text{ VA}$$

Sprawdzenie warunku $0,25 S_n \leq S \leq S_n$

$$0,25 * 5 \text{ VA} = 1,25 \text{ VA} \leq 1,975 \text{ VA} \leq 5 \text{ VA}$$

Dobrano przekładniki o mocy $S_n = 5 \text{ VA}$

Klasa dokładności:

Klasa dokładności przekładnika prądowego zgodnie z obowiązującą w ENION GRUPA TAURON S.A Instrukcją Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej nie może być gorsza niż 0,5. Dobrano zatem przekładniki prądowe o klasie dokładności 0,5.

Współczynnik bezpieczeństwa:

Zgodnie z w/w Instrukcją współczynnik bezpieczeństwa FS nie powinien być mniejszy niż 5.

Dobrano przekładniki prądowe , dla których FS=5

Dobór przekładników ze względu na warunki zwarciove :

Wartość początkową prądu zwarciovego obliczono z wzoru:

$$I''_{kSN} = \frac{S''_{kSN}}{U_{kSN}} \qquad I''_{kSN} = \frac{73}{\sqrt{3} * 15}$$

$$I''_{kSN} = 2,81 \text{ kA}$$

$$\text{Prąd udarowy} \quad i_u = \sqrt{2} * k_u * I''_{kSN} = \sqrt{2} * 1,8 * 2,81 = 7,13 \text{ kA}$$

przy czym :

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

Zastępczy t_z – sekundowy prąd zwarcia:

$$i_{tz} = k_c * I''_{kSN} = 1,02 * 2,81 = 2,87 \text{ kA}$$

przy czym :

dla $t = 1,5 \text{ s}$

$$k_u = f\left(\frac{I''_{kSN}}{I_n}\right)$$

$$i_{1,5s} = i_{tz} \frac{t_z}{n}$$

$$i_{1,5s} = 2,87 * \sqrt{1,5/1} = 2,87 * 1,22 = 3,51 \text{ kA}$$

Dobrano przekładniki prądowe o parametrach $I_{th} = 4\text{kA}$, $I_{dyn} = 10\text{kA}$

Zgodnie z wykonanymi obliczeniami **dobiera się przekładniki prądowe typu IMZ-17 o następujących parametrach: $U_n = 17,5 \text{ kV}$; przekładnia = 30/5 A/A ; $S_n = 5 \text{ VA}$; FS 5 klasa 0,5 ; $I_{th} = 4\text{kA}$; legalizowany .**

3.10 Dobór przekładników napięciowych.

Do pomiaru energii elektrycznej , który realizowany będzie po stronie SN zastosowano 3 przekładniki napięciowe połączone w gwiazdę o napięciu $15\sqrt{3} / 0,1\sqrt{3} \text{ kV/kV}$.

Obciążenie uzwojenia przekładników napięciowych musi spełniać warunek:

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

gdzie:

S_n – moc rdzenia

S - obciążenie uzwojenia

$$S = S_{Ik} + S_{IR}$$

S_{Ik} – moc pobierana przez uzwojenia licznika kontrolnego ($S_{Ik} = 0$)

S_{IR} – moc pobierana przez uzwojenia licznika rozliczeniowego typu ZMD 405, która dla napięcia 58V wynosi 1,3 VA

$$S = 1,3 \text{ VA} + 0 \text{ VA} = 1,3 \text{ VA}$$

Dobrano przekładniki napięciowe o mocy uzwojenia wtórnego $S_n = 5\text{VA}$ dla których spełniony jest warunek: $0,25 * 5 = 1,25\text{VA} \leq 1,3\text{VA} \leq 5 \text{ VA}$

Klasa dokładności:

Klasa dokładności przekładnika napięciowego zgodnie z obowiązującą w ENION GRUPA TAURON S.A Instrukcją Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej nie może być gorsza niż 0,5.

Dobrano przekładniki napięciowe UMZ-17 o klasie dokładności 0,5 ; legalizowane $S_n = 5\text{VA}$; o napięciu $15\sqrt{3} / 0,1\sqrt{3} \text{ kV/kV}$.

Obliczenie spadku napięcia w obwodach napięciowych przekładnika przy obciążeniu 1,3VA:

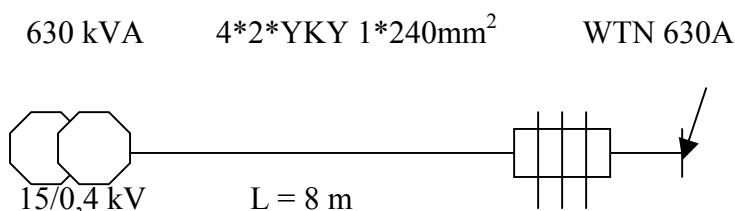
$$\Delta U = \frac{2 * S * L}{U_{2n} * \gamma * s}$$

$$\Delta U = 2 \cdot 1,3 \cdot 5 / 58 \cdot 55 \cdot 1,5 = 0,0027\%$$

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

3.13 Obliczenie skuteczności szybkiego wyłączenia zasilania w układzie sieci TNC dla rozdzielni nN:

Impedancja pętli zwarcia powinna zapewnić samoczynne wyłączenie zasilania w określonym czasie.



Przy zwarciu 3-faz na szynach rozdzielni nN:

$$Z''_{\text{kSN}} = \frac{c \cdot U_{\text{SN}}^2}{S_{\text{kSN}}}$$

$$Z''_{\text{kSN}} = 1,1 \cdot 420^2 / 585 \cdot 10^6 = 0,0033 \text{ } [\Omega]$$

$$X''_{\text{kSN}} = 0,995 \cdot Z''_{\text{kSN}} = 0,003 \text{ } [\Omega]$$

$$R''_{\text{kSN}} = 0,1 \cdot X''_{\text{kSN}} = 0,1 \cdot 0,003 = 0,0003 \text{ } [\Omega]$$

Parametry transformatora 15/0,4 kV ; 630 kVA :

$$X_{\text{T}} = 0,016 \text{ } [\Omega] \quad R_{\text{T}} = 0,0028 \text{ } [\Omega]$$

Parametry linii zasilającej rozdzielnię nN w projektowanej stacji transformatorowej:

$$R_{\text{l}} = \frac{l}{\gamma \cdot S_{\text{l}}}$$

$$R_{\text{l}} = 8 / 56 \cdot 480 = 0,00029 \text{ } [\Omega] ; \quad \text{wartość reaktancji } X_{\text{l}} - \text{ jest pomijalnie mała}$$

$$Z''_{\text{knN}} = \sqrt{(R''_{\text{kSN}} + R_{\text{T}} + R_{\text{l}})^2 + (X''_{\text{kSN}} + X_{\text{T}})^2} = 0,02 \text{ } [\Omega]$$

Wartość trójfazowego początkowego prądu zwarciovego wynosi:

$$I''_{\text{knN}} = \frac{U_{\text{nnN}}}{1,73 \cdot Z_{\text{knN}}} = \frac{420 \text{ V}}{1,73 \cdot 0,02} = 12 \text{ kA}$$

Wartość prądu udarowego:

$$i_{\text{pnN}} = \chi \cdot \sqrt{2} \cdot I''_{\text{knN}}$$

$$\chi = 1,02 + 0,98e^{-3 R_{kSN}/X_{kSN}} \quad \chi = 1,02 \quad i_{pnN} = 17,22 \text{ kA}$$

Stała czasowa trwania składowej nieokresowej prądu zwarcia wynosi:

$$\operatorname{tg} \varphi = \frac{R_{knN}}{X_{knN}} = T_{knN} * \omega$$

$$T_{knN} = R_{knN} / \omega * X_{knN} = 13,1 \text{ ms}$$

Wartość cieplna prądu zwarciovego jest równa:

$$I_{th} = I''_k * \sqrt{m + n} \quad \text{dla wyliczonej stałej czasowej przyjęto } m=0 \text{ i } n=1$$

$$I_{th} = I''_k = 12 \text{ kA}$$

$$S \geq \frac{1}{k} \sqrt{\frac{I_{th}^2 * t_w}{1}} = 230,98 \text{ mm}^2$$

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

Skuteczność ochrony rozdzielnic nN:

$$Z''_{k1} = \sqrt{(R_T + 2 R_l)^2 + X_T^2} = 0,016 [\Omega]$$

$$I''_{k1} = \frac{U_{nnN}}{\sqrt{3} * Z_{k1}} = 12,1 \text{ kA}$$

Prąd wyłączalny dla WTN 630A:

$$I_{wył} = 3,5 \text{ kA}$$

$$I_{zw} = 12,1 \text{ kA} > I_{wył} = 3,5 \text{ kA}$$

Warunek szybkiego wyłączenia jest spełniony.

Dla kabla YKY4*240mm² 1-sek obciążalność zwarciovą wynosi $k = 115 \text{ A/mm}^2$.

Czas wyłączenia mniejszy od 5 s.

Przyjęty do podłączenia rozdzielnic nN projektowanej trafostacji

kabel 4*2 YKY 1*240mm² spełnia warunek obciążalności zwarciovą.

Dobór zabezpieczeń kabla zasilającego rozdzielnię nN w stacji transformatorowej:

$$I_b = \frac{P_z * 10^3}{\sqrt{3} U_n * \cos \varphi} = \frac{400000}{1,73 * 400 * 0,93} = 620 \text{ A}$$

Spadek napięcia:

$$\Delta U_{\%} = \frac{P * l * 10^3}{U^2 * \gamma * s}$$

$$\Delta U_{\%} = 0,05\%$$

$$\Delta U_{\%} = 0,05\% < \Delta U_{\% \text{dop}} = 0,5\%$$

Przyjęto kabel zasilający

rozdzielnię nN stacji transformatorowej typu YKY4*240 w izolacji XLPE o $I_{dd} = 529 \text{ A}$.