

CZĘŚĆ OPISOWA .....	3
1. Wstęp.....	3
1.1 Przedmiot opracowania .....	3
1.2 Podstawa opracowania.....	3
1.3. Zasilanie w energię elektryczną.....	3
2. OPIS ROZWIĄZAŃ TECHNICZNYCH.....	3
2.1. Układanie kabli SN .....	3
2.1.1. Zakończenie kabli średniego napięcia.....	4
2.1.2. Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej .....	4
3. Stacja transformatorowa .....	4
3.1. Typ projektowanej stacji.....	4
3.2 Budowa stacji.....	4
3.3. Wyposażenie stacji.....	4
3.3.1 Wyposażenie instalacyjne stacji.....	4
3.3.2. Rozdzielnica SN .....	5
3.3.3 Rozdzielnica nN .....	5
3.3.4. Komora transformatora.....	6
3.3.5 Kompensacja mocy biernej transformatora .....	6
3.3.6 Rozliczeniowy pomiar energii elektrycznej.....	6
3.3.7. Szafka pomiarowa.....	6
3.3.8. Sygnalizatory zwarć.....	6
3.3.9. Posadowienie stacji.....	7
3.3.10. Wytyczne budowlane dla stacji .....	7
4. Sieć kablowa średniego napięcia .....	7
4.1 Rozwiązanie projektowe.....	7
4.1.1 Zasilanie projektowanej stacji po stronie SN.....	7
4.2. Układanie kabli SN .....	7
4.3. Zakończenie kabli średniego napięcia.....	8
5. Ochrona przeciwporażeniowa i przepięciowa.....	8
5.1 Ochrona przeciwporażeniowa .....	8
5.2. Ochrona przepięciowa .....	8
5.3. Uziemienie.....	8
6. Kompensacja mocy biernej.....	8
7. Obliczenia techniczne .....	8

7.1 Dobór transformatora.....	8
7.2 Dobór zabezpieczenia transformatora .....	8
7.2.1 Stronie SN transformatora.....	8
7.2.2 Strona nN transformatora .....	9
7.3 Obliczenia rezystancji uziemienia stacji.....	9
7.4 Układ uziomowy stacji – obliczenia. ....	10
8. Dobór kabla SN .....	11
8.1. Impedancja zastępcza systemu:.....	11
8.2 Rezystancja i reaktancja linii zasilającej dla składowej zgodnej .....	11
8.3. Prąd zwarcia 3-fazowego .....	11
8.4. Prąd zwarcia 2-fazowego .....	11
8.5. Prąd udarowy.....	11
8.6 Prąd zwarciový zastępczy jednosekundowy .....	11
8.7. Sprawdzenie minimalnego przekroju kabla ze względu na warunki zwarciový .....	12
8.8. Dobór żyły powrotnej projektowanego kabla XRUHAKXS 1x120mm <sup>2</sup> .....	12
9. Dobór przekładników.....	12
9.1.Przekładniki napięciowe. ....	12
9.2 Przekładniki prądowe. ....	13
10. Sprawdzenie strat od miejsca przyłączenia do układu pomiarowego.....	14
10.1. Straty energii czynnej.....	14
10.2. Procentowe straty energii biernej indukcyjnej.....	15
10.3. Strata energii biernej pojemnościowej w linii kablowej.....	15
11. Stacja szybkiego ładowania .....	15
11.1 Zasilanie .....	16
11.2 Obliczenia techniczne .....	16
Uwagi końcowe.....	17
12. Część graficzna.....	18

## CZĘŚĆ OPISOWA

### 1. Wstęp

#### 1.1 Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest dokumentacja projektowa pn. Instalacja kontenerowej stacji transformatorowej o mocy nominalnej 630/20/0,4 kV wraz z przyłączem kablowym średniego napięcia, oraz posadowienie ładowarki elektrycznej typu PANTOGRAF o mocy min. 350kW do ładowania prądem autobusów elektrycznych, wraz z wyceną kosztorysową i przedmiarem robót. Lokalizacja inwestycji Świdnica ul. Emilii Plater dz. 325/2, 325/3

W zakres opracowania wchodzi:

- ✓ Wykopy jamiste pod fundament stacji
- ✓ Montaż uziomu otokowego i pionowego
- ✓ Posadowienie betonowego prefabrykowanego fundamentu stacji
- ✓ Posadowienie konstrukcji betonowej kontenerowej stacji transformatorowej typu MRw-bpp 20/630-3"a" na fundamencie.
- ✓ Budowa elektroenergetycznego sieci kablowej średniego napięcia
- ✓ Budowa przyłącza kablowego niskiego napięcia 0,4kV
- ✓ Budowa ładowarki elektrycznej do ładowania akumulatorów w autobusie.
- ✓ Prace ziemne i budowlane

#### 1.2 Podstawa opracowania

Dokumentację opracowano na podstawie:

- ✓ Warunki przyłączenia Tauron Dystrybucja S.A WP/109083/2021/O04/R02
- ✓ Mapy sytuacyjno –wysokościowej w skali 1:500
- ✓ Uzgodnień branżowych
- ✓ Wizji w terenie
- ✓ Ustaleń z inwestorem

Aktualnie obowiązujących normach i przepisach.

- [1] N-SEP-E-004; Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.
- [2] PN-E-05115 Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1kV
- [3] PN-IEC 60364-5-54 Uziemienia i przewody ochronne.
- [4] PN-ICE 60364 – Ochrona zapewniająca bezpieczeństwo. Ochrona przeciwporażeniowa.
- [5] Prawo Budowlane - Ustawa z dnia 07.07.1994 r. (Dz. Ust. Nr 89, poz. 144).
- [6] Rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 listopada 1998 roku, w sprawie szczegółowego zakresu i form projektu budowlanego.
- [7] PN-ICE 60364-5-523 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych dobór kabli i przewodów,
- [8] Rozporządzenie Ministra Przemysłu z dnia 08.10.1990 r. (dz. Ust. Nr 81) w sprawie warunków technicznych, jakimi powinny odpowiadać urządzenia elektroenergetyczne w zakresie ochrony przeciwporażeniowej.
- [9] Standardy techniczne nr 17/2016 Stacje transformatorowe prefabrykowane SN/nN Tauron Dystrybucja S.A wraz z załącznikami 1-4.
- [10] Katalog ZPUE Włoszczowa - Kontenerowe stacje transformatorowe
- [11] Ustawa o drogach publicznych

#### 1.3. Zasilanie w energię elektryczną.

Przewidywane zapotrzebowanie na energię elektryczną wyniesie  $P_{sz}=350kW$ . Zasilanie projektowanej stacji transformatorowej realizowane będzie przyłączem kablowym 20kV wykonanym kablem doziemnym typu XRUHAKXS 3(1x120/25mm<sup>2</sup>) z projektowanego do zabudowy przez TAURON Dystrybucja S.A. złącza kablowego ZKSN20kV przy granicy działki nr. 325 /2.

## 2. OPIS ROZWIĄZAŃ TECHNICZNYCH

### 2.1. Układanie kabli SN

Projektowane kable średniego napięcia układać zgodnie z projektowaną trasą. Kable w rowie kablowym układać na całej długości w rurze osłonowej  $\Phi$  160. Rów kablowy należy zasypać miałem kamiennym lub piaskiem ubijając ( zagęszczając) warstwami co 20cm. Przy stacji transformatorowej wykonać zapas eksploatacyjny o długości 1,5m. Na kablu nałożyć opaski adresowe w odstępach co 10m, zawierające następujące informacje ( typ kabla, rok ułożenia i symbol wykonawcy, a w stacjach kierunkowe tabliczki informacyjne). Trasa kabla na całej długości ułożenia w ziemi powinna być oznaczona folią perforowaną w kolorze czerwonym. Folia nad ułożonym kablem powinna być na wysokości nie mniejszej niż 25cm. Przed zasypaniem kabla należy wykonać niezbędne pomiary eksploatacyjne i zanikowe, a przed oddaniem do eksploatacji pomiar wyładowań niezupełnych. Rury osłonowe zabezpieczyć i uszczelnić.

Całość projektowanej linii kablowej wykonać zgodnie z wymaganiami w zakresie budowy elektroenergetycznej linii kablowej norma [1] oraz wymogami zawartymi w porozumieniu Inwestorem z poszczególnymi gestorami drogi lub posesji. Projektowaną trasę sieci elektroenergetycznej kablowej pokazano na P.Z.T rysunku E-01

### 2.1.1. Zakończenie kabli średniego napięcia

W projektowanej kontenerowej stacji transformatorowej i złączu 20kV do zakończenia kabli należy zastosować konektorowe głowice kablowe. Poniżej głowicy umieścić tabliczki informacyjne zawierające ( typ głowicy, imię i nazwisko wykonawcy, nazwę firmy wykonującą głowice, relacje kabla i długość.

### 2.1.2. Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej

Pomiar rozliczeniowy energii elektrycznej będzie wykonany jako pośredni po stronie 20kV. Układ pomiarowy będzie wyposażony w licznik elektroniczny umożliwiający dwukierunkowy pomiar energii czynnej i biernej w czterech kwadrantach. Licznik będzie umożliwiał rejestrowanie i przechowywanie w pamięci pomiarów mocy czynnej w okresach od 15 do 60 minut przez co najmniej 63 dni kalendarzowych i automatyczne zamykanie okresu rozliczeniowego. Układ pomiarowy będzie wyposażony w układ synchronizacji czasu (co najmniej raz na dobę) oraz będzie zapewniał transmisję GPRS danych pomiarowych do TAURON POMIARY. Wszystkie urządzenia członu zasilającego oraz pomiarowego muszą być przystosowane do plombowania. Projektuje się przekładniki prądowe z uzwojeniem pierwotnym dzielonym. Tablica licznikowa będzie wykonana w standardzie TAURON Oddział w Wałbrzychu. Tablica licznikowa TL zostanie zamontowana w pomieszczeniu rozdzielnic SN. Dostęp do pomieszczenia do stacji będzie możliwy przez całą dobę.

## 3. Stacja transformatorowa

### 3.1. Typ projektowanej stacji

Przedmiotem niniejszego opracowania jest kontenerowa stacja transformatorowa 20/0,4kV z transformatorem o mocy 400kVA.

Kontenerowa stacja transformatorowa typu MRw-bpp20/630-3, jest przystosowana do współpracy z siecią kablową lub kablono-napowietrzną średniego napięcia oraz siecią kablową niskiego napięcia. Służy do zasilania w energię elektryczną odbiorców użyteczności publicznej i przemysłowych.

#### *Oznaczenie stacji*

Stacja została oznaczona za pomocą symboli literowo-cyfrowych. Znaczenie poszczególnych symboli jest następujące:

- MRw – Miejska małogabarytowa stacja transformatorowa z wewnętrznym korytarzem obsługi;
- bpp – betonowa ze ścianami oddzielenia przeciwpożarowego;
- 20 - symbol oznaczająca znamionowe napięcie pracy;
- 630 – symbol oznaczający max moc transformatora w kVA;
- 3 – liczba oznaczająca ilość pól rozdzielnic SN.

### 3.2 Budowa stacji.

Projektowana stacja transformatorowa kontenerowa wykonana jest z elementów prefabrykowanych wyposażona w trzy ściany i dach (betonowa płyta stropowa) wykonane, jako ściany oddzielenia przeciwpożarowego. Klasa odporności ogniowej elementów oddzielenia przeciwpożarowego, tj.: trzech ścian - REI 120 oraz płyty betonowej stropowej – nie mniej niż REI 60.

Podłoga w stacji jest betonowa z otworami technologicznymi (umieszczonymi pod rozdzielnicą SN i nN oraz w komorze transformatora) na wprowadzenie kabli.

W korytarzu obsługi stacji znajduje się właz do podziemnej części stanowiącej jednocześnie fundament i kanał kablowy.

Pod komorą transformatora znajduje się szczelna misa olejowa, którą stanowi wydzielona część fundamentu stacji.

Kable SN i nN z zewnątrz wprowadzone są przez otwory przepustowe umieszczone w części fundamentowej.

Stacja posiada drzwi wejściowe do korytarza obsługi SN i nN oraz do komory transformatora.

W ścianie frontowej oraz drzwiach komory transformatora znajdują się otwory wentylacyjne z żaluzjami i wentylatorem zapewniającymi odpowiednie chłodzenie transformatora.

Obiekt wykonany jest jako zespół trzech przestrzennych prefabrykowanych elementów żelbetowych, montowanych na placu budowy składający się z:

- Fundamentu z otworami technologicznymi na wejścia kablowe.
- Korpusu obudowy z otworami technologicznymi
- Dachy betonowego zbrojonego wraz z nałożonym lekkim dachem dwuspadowym z blachodachówki.

Kolorystykę stacji: dach RAL7035, elewacja ścian budynku RAL7035, drzwi RAL7037, cokolik RAL7031, ściany wewnętrzne kolor biały dobrać zgodnie z zaleceniem inwestora : elewacja ścian RAL 9006, stolarka (dach, żaluzje, drzwi, wentylacja, rynny spustowe i zbierająca pozioma) RAL9007

Kontenerowe stacje przewożone są na miejsce zainstalowania jako kompletnie wyposażone.

Po usytuowaniu wymagają jedynie podłączenia kabli SN i nn, instalacji uziemiającej oraz wstawienia i podłączenia transformatora.

### 3.3. Wyposażenie stacji.

#### 3.3.1 Wyposażenie instalacyjne stacji.

Stacja wyposażona jest w następujące instalacje wewnętrzne:

*Instalacja oświetleniowa* – stacja posiada dwa obwody instalacji elektrycznej, obwód oświetlenia stacji i gniazd wtykowych jednofazowych.

*Uziemienie stacji* – zatopione w ścianach elementy uziemiające. Wszystkie elementy metalowe połączone są do zbrojenia konstrukcyjnego. Wewnątrz stacji należy zamontować złącza kontrolne uziemiazenia kontrolnego i roboczego.

*Urządzenia wentylacyjne* – wentylacja ma charakter konwekcyjny poprzez specjalne kratki rozmieszczone w drzwiach w bezpośrednim otoczeniu transformatora i wentylatorów nawiewnych.

### 3.3.2. Rozdzielnica SN

Rozdzielnica SN przeznaczona jest do rozdziału energii i zbudowana z przedziałów złożonych z pól umieszczonych w obudowie metalowej i stanowiące niezależne moduły.

Rozdzielnice te wyposażone są w aparaturę łączeniową z gazem izolacyjnym SF6.

W opracowaniu oparto się na rozdzielnicę modułowej SN typu Rotoblok SF Włoszczowa wyposażonej w:

- pole liniowe,
- pole transformatorowe.
- pole pomiarowe

#### Parametry techniczne rozdzielnic SN

Lp.	Nazwa parametru technicznego	Wymagana wartość
1.	Napięcie znamionowe	24 kV
2.	Znamionowe napięcie wytrzymywane krótkotrwałe o częstotliwości sieciowej doziemne i międzybiegunowe	50 kV
3.	Znamionowe napięcie wytrzymywane udarowe piorunowe doziemne i międzybiegunowe	125 kV
4.	Znamionowe napięcie wytrzymywane krótkotrwałe o częstotliwości sieciowej wzdłuż przerwy izolacyjnej	60 kV
5.	Znamionowe napięcie wytrzymywane udarowe piorunowe wzdłuż przerwy izolacyjnej	145 kV
6.	Prąd znamionowy szyn zbiorczych rozdzielnic	630 A
7.	Prąd znamionowy pól rozłącznikowych	630 A
8.	Prąd znamionowy pól wyłącznikowych	200 ÷ 630 A
9.	Prąd znamionowy pól rozłączniko -bezpiecznikowych	200 A
10.	Prąd znamionowy krótkotrwałe wytrzymywany szyn zbiorczych i uziemnika, wyłącznika, rozłącznika w polu dla czasu trwania zwarcia 1 sekunda.	min. 16 kA
11.	Prąd znamionowy szczytowy wytrzymywany (dynamiczny)	40 kA
12.	Odporność rozdzielnic na wewnętrzne zwarcie łukowe na szynach zbiorczych i przedziale kablowym.	min. IAC-AFL 16 kA/1s8
13.	Stopień ochrony obudowy	nie mniej niż IP 3X
14.	Średnia wartość wilgotności względnej mierzona w okresie 24 h	≤ 95%
15.	Minimalna temperatura otoczenia	-25 0C
16.	Odporność obudowy na uderzenia mechaniczne	IK07
17.	Klasa rozłącznika	M1, E2

### 3.3.3 Rozdzielnica nN

W projekcie zastosowano dwie rozdzielnice nN typ ZR-W zbudowanej z panelu zasilającego i obwodowego. Pole zasilające stanowi rozłącznik o prądzie znamionowym 1250A. W członie odpływowym projektuje się sześć bezpiecznikowych rozłączników listwowych o prądzie znamionowym 400A.

#### Parametry techniczne rozdzielnic nN

Lp.	Nazwa parametru technicznego	Wymagana wartość
1.	Napięcie znamionowe	0,4 kV/0,23 kV
2.	Poziom izolacji	690 V
3.	Częstotliwość	50 Hz
4.	Prąd znamionowy ciągły szyn zbiorczych	1250 A
5.	Prąd znamionowy ciągły pola zasilającego	1250 A
6.	Prąd znamionowy ciągły pola agregatu	910 A
7.	Prąd znamionowy ciągły pola odpływowego	400 A (630 A)*
8.	Prąd znamionowy cieplny krótkotrwałe	16 kA/1 sek.
9.	Prąd znamionowy szczytowy wytrzymywany	32 kA
10.	Napięcie probiercze o częstotliwości sieciowej 50 Hz	2,5 kV
11.	Napięcie znamionowe udarowe wytrzymywane	8 kV
12.	Stopień ochrony osłon zewnętrznych od strony obsługi	min IP2X
13.	Odporność obudowy na uderzenia mechaniczne	IK07
14.	Klasa ochronności	I
15.	Kategoria palności	minimum V1
16.	Liczba pól odpływowych	6 wyposażonych + 4 rezerwowe

### 3.3.4. Komora transformatora.

W stacji przewiduje się montaż transformatora w wykonaniu fabrycznym bez dodatkowych elementów o mocy 400 kVA.

Transformator wstawiany będzie przez drzwi lub dach i zabezpieczony przed przesuwaniem poprzez zablokowanie kół blokadami. Komory transformatorów oddzielone są od pomieszczenia ruchu elektrycznego (wspólny korytarz obsługi rozdzielnic nN i SN) ścianką z blachy alucynkowej. Posadzka w komorze transformatorowej posiada otwór, przez który w razie wycieku, olej z transformatora spływa do szczelnej miski olejowej stanowiącej wydzieloną część fundamentu (kablownia).

### 3.3.5 Kompensacja mocy biernej transformatora

Z uwagi na niską wartość biegu jałowego transformatora suchego nie przewiduje się zabudowy kondensatora do kompensacji mocy biernej transformatora

### 3.3.6 Rozliczeniowy pomiar energii elektrycznej.

Pomiar energii zgodnie z warunkami przyłączenia wydanymi przez Tauron Dystrybucja S.A projektuje się jako układ pośredni na napięcie 20kV zlokalizowany w polu pomiarowym rozdzielni SN.

Podstawa techniczna opracowania.

- a. Wymagania techniczne określone w warunkach przyłączenia
- b. Polskie Normy, przepisy i katalogi
- c. Instrukcja Ruchu i Eksploatacji Sieci Dystrybucyjnej Tauron Dystrybucja S.A- 01.01. 2014

Pomiar energii elektrycznej zrealizowany zostanie poprzez zabudowane w polu pomiarowym rozdzielnic SN na szynach zbiorczych przekładniki prądowe oraz w celce pomiarowej rozdzielnic SN przekładniki napięciowe zabezpieczonych bezpiecznikami WBP - 0,5A.

Kable obwodów wtórnych prądowych i napięciowych pomiędzy polem pomiarowym, a szafką licznikową należy wykonać przewodami YKSYfy na napięcie 750V. Licznik oraz pozostałe elementy układu pomiarowo-rozliczeniowego należy zabudować w szafce pomiarowej wewnątrz projektowanej stacji transformatorowej. Przekładniki prądowe i napięciowe podlegają sprawdzeniu przed ich zainstalowaniem. Wykonawca lub inwestor dostarczy protokół ze sprawdzenia potwierdzający poprawność i zgodność danych znamionowych oraz oznaczeń przekładników ze stanem faktycznym, który wraz z świadectwem legalizacji i badań kontrolnych przekaże do Tauron Dystrybucja S.A. Wszystkie elementy czionu zasilającego oraz osłony i urządzenia wchodzące w skład układu pomiarowego energii elektrycznej muszą być przystosowane do plombowania.

### 3.3.7. Szafka pomiarowa.

Obudowa szafki pomiarowo-rozliczeniowej powinna być wykonana z obudowy z tworzywa sztucznego termoutwardzalnego i wymiarach min. 650x520x250. Obudowa powinna posiadać system kanałów wentylacyjnych zapewniających wentylację grawitacyjną. Obudowa powinna być wyposażona w drzwiczki dwuskrzydłowe otwierane od środka.

Obudowa powinna być wyposażona w zamki baszkiłowe uniemożliwiające dostęp osób nieupoważnionych.

Płyta montażowa powinna być wykonana z materiału izolacyjnego, uchylna, zamontowana na trzech pionowych zawiasach i przystosowana do zaplombowania.

Na płycie montażowej należy przewidzieć miejsce pod zabudowę licznika trójfazowego, modemu komunikacyjnego ( tablica pod licznik trójfazowy), listwę kontrolno-pomiarową oraz gniazda serwisowego jednofazowego zabezpieczonego wyłącznikiem nadmiarowo-prądowym 10A

Obwody napięciowe, prądowe oraz pomocnicze pod licznikiem, modemem komunikacyjnym oraz listwą kontrolno-pomiarową należy wyprowadzić z osobnych otworów dla każdej z żyły przewodu.

### 3.3.8. Sygnalizatory zwarć

Sygnalizator jest samodzielnym małogabarytowym urządzeniem instalowanym w stacjach SN/nN zasilanych z sieci kablowych i służący do lokalizacji uszkodzonego odcinka sieci.

Wymagania dla sygnalizatorów zwarć:

- Sygnalizator powinien wskazywać i rozróżniać przepływ prądu zwarciowego dla zwarć doziemnych i międzyfazowych w poszczególnych polach.
- Sygnalizator zwarć powinien wykorzystywać pomiar prądu za pomocą przekładników lub czujników pomiarowych.
- Sygnalizator zwarć ma działać w sieciach o różnym sposobie uziemienia punktu neutralnego SN, m.in. kompensowanymi z automatyką AWSC, w sieciach z punktem neutralnym uziemionym przez rezystor, w sieci z izolowanym punktem neutralnym.
- W przypadku pracy w sieci kompensowanej z zastosowaniem automatyki AWSC urządzenie powinno zapewniać sygnalizację zwarć z wykorzystaniem funkcji kierunkowej.
- Ma posiadać wyjścia (wyjście) dwustanowe sygnalizacji prądu zwarciowego dopasowane do wejść sterownika lub być wyposażony w zdalną sygnalizację.
- Ma posiadać możliwość kasowania alarmu sygnalizatora poprzez telemechanikę i/lub przy ponownym załączeniu pod napięcie, i/lub po ustawionym czasie. Kasowanie sygnalizacji z sygnalizatora zwarć selektywnie dla każdego pola.
- Znamionowe napięcie zasilania – 24 V DC, lub 230 V AC.
- Niedokładność nastaw prądu zwarcia –  $\pm 15\%$ .
- Nastawialny czas przekroczenia nastawy prądowej.

- Sygnalizator zwarć nie powinien wysyłać sygnału zwarcia od prądu udarowego przy załączeniu linii.
- Układ sygnalizacji zwarć powinien posiadać zewnętrzny sygnalizator optyczny.
- Sygnalizator optyczny powinien być zainstalowany w miejscu dobrze widocznym z drogi dojazdowej oraz w miarę możliwości osłoniętym od bezpośredniego działania promieni słonecznych.
- zakres nastaw dla zwarć doziemnych: nastawa prądu zadziałania od 5A do 140A, nastawa zwłoki czasowej od 100ms do 300ms,
- zakres nastaw dla zwarć międzyfazowych: nastawa prądu zadziałania od 300A do 700A, nastawa zwłoki czasowej od 100ms do 1000ms.

### 3.3.9. Posadowienie stacji

Pierwszym etapem posadowienia stacji jest wykonanie w ziemi wykopu, w którym należy ułożyć uziom otokowy i podłączyć go z zaciskami wewnątrz stacji.

Pod fundamentem należy wykonać podsypkę piaskowo-żwirową o grubości około 200 mm. Należy zwrócić szczególną uwagę, aby powierzchnia podsypki była wypoziomowana i zagęszczona. Na tak przygotowane miejsce należy ustawić misę fundamentową stacji.

Na posadowiony fundament stacji ułożyć pojedynczą warstwę taśmy uszczelniającej. Taśma uszczelniająca nie może nakładać się na siebie, gdyż może to spowodować przedostawanie się cieczy do wnętrza stacji.

Podczas układania taśmy uszczelniającej, nie należy jej rozciągać, może to spowodować jej uszkodzenie lub deformację.

Na tak przygotowany fundament należy równo ustawić bryłę główną stacji, a następnie dach.

Poszczególne prefabrykaty montowane będą w miejscu zainstalowania za pomocą dźwigu samojezdnego bezpośrednio z przyczep niskopodwoziowych.

Po zakończeniu montażu stacji wprowadzeniu i podłączyć kable SN.

Wokół stacji wykonać opaskę obwodową o szerokości 0.5-1,0m ograniczoną obrzeżami trawnikowymi. Wody deszczowe odprowadzić do instalacji kanalizacji deszczowej. Odprowadzenie wód realizować jako wspólne dla terenu działki.

### 3.3.10. Wytyczne budowlane dla stacji

Drzwi do pomieszczeń w których znajdują się urządzenia pod napięciem powinny otwierać się na zewnątrz tych pomieszczeń.

Zamek powinien umożliwiać wejście do pomieszczenia tylko przy użyciu klucza, natomiast wyjście tylko przez nacisk na klamkę.

Zamknięcie drzwi powinno odbywać się przy pomocy rygla trzypunktowego blokowanego zamkiem Master Key.

Na drzwiach powinny być uchwyty umożliwiające zamknięcie stacji na kłódkę, zawiasy przy drzwiach powinny umożliwić regulację zawieszenia drzwi.

W pomieszczeniu rozdzielni SN nN należy ułożyć chodniki dielektryczne. Kable w przepustach rurowych należy uszczelniać silikonem i rurami termokurczliwymi. Elewacja na bazie żywic epoksydowych. W stacji nie przewidywać rynien. Transformator należy posadowić na podkładkach antywibracyjnych zapobiegających przenoszeniu się drgań na elementy konstrukcyjne budynku. Dla umożliwienia wprowadzania transformatora należy ułożyć szyny wykonane z ceownika 80. Szyny powinny być przytwierdzone do podłoża z możliwością regulacji szerokości rozstawu.

## 4. Sieć kablowa średniego napięcia

### 4.1 Rozwiązanie projektowe.

#### 4.1.1 Zasilanie projektowanej stacji po stronie SN

Projektowaną stację transformatorową podłączyć do sieci elektroenergetycznej kablem doziemnym 20kV.

W tym celu należy:

Z pola projektowanego złącza 20kV (realizacja przez Tauron Dystrybucja S.A wg. osobnego opracowania) wyprowadzić kablem doziemnym typu XRUHAKXs 3(1x120/25mm<sup>2</sup>) jako wiązką trójfazową obwód do projektowanej kontenerowej stacji transformatorowej zlokalizowanej na dz. nr 325/2. Miejsce posadowienia projektowanej stacji transformatorowej oraz trasę doziemnej linii kablowej 20kV pokazano na planszy projektu zagospodarowania terenu rys. E-01.

### 4.2. Układanie kabli SN

Projektowane kable średniego napięcia układać zgodnie z projektowaną trasą. Kable w rowie kablowym układać na całej długości w rurze osłonowej  $\Phi$  160. Rów kablowy należy zasypać miałem kamiennym lub piaskiem ubijając (zagęszczając) warstwami co 20cm. Przy stacjach wykonać zapas eksploatacyjny o długości 1,5m. Na kablu nałożyć opaski adresowe w odstępach co 10m, zawierające następujące informacje (typ kabla, rok ułożenia i symbol wykonawcy, a w stacjach kierunkowe tabliczki informacyjne). Trasa kabla na całej długości ułożenia w ziemi powinna być oznaczona folią perforowaną w kolorze czerwonym. Folia nad ułożonym kablem powinna być na wysokości nie mniejszej niż 25cm.

Przed zasypaniem kabla należy wykonać niezbędne pomiary eksploatacyjne i zanikowe, a przed oddaniem do eksploatacji pomiar wyładowań niezupełnych. Rury osłonowe zabezpieczyć i uszczelnić. Całość projektowanej linii kablowej wykonać zgodnie z wymaganiami w zakresie budowy elektroenergetycznej linii kablowej norma [1] oraz wymogami zawartymi w porozumieniu Inwestorem z poszczególnymi gestorami drogi lub posesji. Projektowaną trasę sieci elektroenergetycznej kablowej pokazano na P.Z.T rysunku E-01

#### 4.3. Zakończenie kabli średniego napięcia

W projektowanej i istniejącej stacji transformatorowej do zakończenia kabli należy zastosować konektorowe głowice kablowe. Poniżej głowicy umieścić tabliczki informacyjne zawierające ( typ głowicy, imię i nazwisko wykonawcy, nazwę firmy wykonującą głowice, relacje kabla i długość.

### 5. Ochrona przeciwporażeniowa i przepięciowa

#### 5.1 Ochrona przeciwporażeniowa

Uziemienie ochronne urządzeń SN i robocze po stronie nN stacji wykonane zostanie jako wspólne. Uziemienie robocze wyprowadzone zostanie bezpośrednio z punktu neutralnego transformatorów i połączone w ziemi z uziemieniem ochronnym. Dodatkowy środek ochrony przed porażeniem w sieci SN uziemienie ochronne, w sieci nN – samoczynne wyłączenie zasilania.

#### 5.2. Ochrona przepięciowa

Z uwagi na charakter linii ochrona przepięciowa nie jest wymagana.

#### 5.3. Uziemienie.

Optymalny dobór uziemienia zewnętrznego stacji transformatorowej polega na przyjęciu rozwiązania gwarantującego jego parametry zgodne z obowiązującymi przepisami, a tym samym zachowanie przepisów bezpieczeństwa przeciwporażeniowego stacji. Uziom otokowy należy ułożyć na zewnątrz stacji na głębokości 1,0m i w odległości 1,0m od obrysu stacji.

Projektowane uziemienie stanowi uziom otokowy i poziomy ułożony w rowie kablowym wraz z kablem zasilającym i wykonany taśmą stalową ocynkowaną Fe/Zn 4x50mm oraz pionowy z prętów pomiedziowanych o długości 1,5m.

### 6. Kompensacja mocy biernej.

*Z uwagi na zamierzenia projektowe Inwestora w zakresie wyposażenia stanowiska ładowania baterii akumulatorów, które generujące wyższe harmoniczne w projektowanej stacji transformatorowej uwzględniono układy do kompensacji mocy biernej chronionej dławikami.*

### 7. Obliczenia techniczne

Zgodnie z warunkami przyłączenia Tauron Dystrybucja S.A Oddział w Wałbrzychu charakterystyka układu zasilania:

Moc zamówiona czynna  $P = 350\text{kW}$   
 Napięcie zasilania  $U_n = 20\text{kV}$   
 Moc zwarcia- 340MVA przy czasie  $t = 0$   
 Prąd 1-fazowego zwarcia doziemnego w GPZ „R- Słotwina” - 28A  
 Czas wyłączenia 1-fazowego zwarcia doziemnego = 0,4s  
 Wymagany stopień skompensowania mocy biernej  $\text{tg}\varphi \leq 0,4$   
 Współczynnik mocy  $\cos\varphi = 0,93$   
 Czas trwania zwarcia  $T_k = 0,3\text{s}$   
 Sieć pracuje w układzie z punktem neutralnym uziemionym przez rezystor.  
 Współczynnik napięciowy  $C_{\text{max}} = 1,1$

POWYŻSZE DANE OTRZYMANO Z TAURON DYSTRYBUCJA S.A ODDZ. WAŁBRZYCH.

#### 7.1 Dobór transformatora.

Zgodnie z warunkami przyłączenia wydanymi przez Tauron Dystrybucja S.A należy do projektowanej mocy 350kW zabudować transformator o mocy 400kVA.

Moc obliczeniowa  $P_o = 350\text{kW}$  – dane według warunków przyłączenia.

Moc pozorna  $Q_o = \text{tg}\varphi * P_z = 0,33 * 350 = 115,5\text{kVar}$

$$S_z = \sqrt{P_z^2 + Q_o^2} = \sqrt{350^2 + 115,5^2} = 368,56\text{kVA}$$

Dobrano transformator suchy TRICAST Al./AL. (Schneider-Electric) 400kVA; 21/04kV  
 Dane znamionowe transformatora  $U_k = 6\%$ ,  $i_o = 1\%$ ,  $\Delta P_o = 1,3\text{W}$ ,  $\Delta P_{\text{obc}} = 8,0\text{kW}$

#### 7.2 Dobór zabezpieczenia transformatora.

##### 7.2.1 Stronie SN transformatora.

$$I_b = \frac{400}{1,73 * 20} = 11,5\text{A}$$

Prąd wkładki bezpiecznikowej

$$I_b > (1,6-2) \cdot I_n \quad I_b = 2,0 \cdot 11,54 = 23,08A$$

Do zabezpieczenia transformatora po stronie SN dobrano wkładkę **HH 25A SKIBA**

### 7.2.2 Strona nN transformatora

Do zabezpieczenia transformatora po stronie wtórnej projektuje się wkładki bezpiecznikowe typu gTr. Zdziałanie wkładek następuje wówczas, gdy transformator jest przeciążony ponad wartość dopuszczalną. Zamiast prądu znamionowego wkładki podaje się moc znamionową transformatora w kVA, dla którego zabezpieczenia wkładka jest przeznaczona. Dla transformatora o mocy 400kVA prąd znamionowy bezpiecznika gTr wynosi 577A.

Prąd znamionowy tej wkładki bezpiecznikowej wyznacza się z zależności:

$$I_{ngTr} \cong \frac{S_{nT}}{\sqrt{3} \cdot U_{n2}} = \frac{400}{0,69} = 579A$$

Dobrano wkładkę NH3/400kVA, która winna wytrzymać dolny prąd probierczy  $1,3 \cdot I_n$  w ciągu 10 godzin.

### 7.3 Obliczenia rezystancji uziemienia stacji

Projektowana stacja znajduje się poza obszarem zespolonej instalacji uziemiającej. Rezystancja uziemienia stacji transformatorowej powinna spełniać wymagania normy PN-E-05115;2002 oraz spełniać warunek, że napięcie uziomowe

$$U_E \leq 2U_{Tp}$$

$U_E$  – napięcie uziomowe stacji posiadające wspólny układ uziemiający dla urządzeń SN i nN  
Dla czasu trwania doziemienia  $t_f = 0,4s$   $U_{Tp}(t_f) = 280V$

Przyjmując, że  $Z_E = R_E$

$$R_E \leq \frac{2U_{Tp}}{I_E}$$

$$R_E \leq \frac{2 \cdot 280}{210} = 2,66\Omega$$

lub

$$R_E \leq \frac{2 \cdot 280}{126} = 4,44\Omega$$

W powyższych wzorach  $R_E$  jest rezystancją uziemienia ochronnego stacji transformatorowej SN/nN, zapewniającą spełnienie wymagań dotyczących ochrony przed porażeniem na stacji i w jej bezpośrednim otoczeniu.

$$I_r = I_E \cdot 0,6$$

$$I_r = 210 \cdot 0,6 = 126A$$

$I_E$  jest prądem podanym przez Tauron Dystrybucja w Wałbrzychu.

$r = 0,6$  współczynnik przy zasilaniu stacji linią kablową z sieci o punkcie neutralnym uziemionym przez rezystor,  $I_{Res} = 210A$  – prąd jednofazowego zwarcia doziemnego w sieci 20kV.

Z powyższego wzoru obliczona rezystancja  $R_E$  uziemienia ochronnego stacji transformatorowej SN/nN spełniania wymagania dotyczące ochrony przed porażeniem na stacji i w jej bezpośrednim otoczeniu.

Na terenie Tauron Dystrybucja S.A Oddział w Wałbrzychu należy łączyć uziemienia ochronne urządzeń SN oraz uziemienia punktu neutralnego sieci nN.

Powyższe rozwiązanie musi zapewnić jednak poniższe wymagania techniczne.

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

- Wypadkowa rezystancja tych uziemień, ( $R_{b1} < 5\Omega$ ) których wartość nie przekracza w każdym przypadku  $30\Omega$  i znajduje się wraz z uziemionym przewodem na obszarze koła o średnicy 200m określonego dookoła stacji spełnia warunek:

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

- b. Wypadkowa rezystancja  $R_{B2}$  wszystkich uziemień punktów neutralnych i przewodów PEN (PE) linii napowietrznych i innych linii tworzących sieć elektroenergetyczną, w których możliwe jest zwarcie doziemne z pominięciem przewodów PEN (PE), spełnia warunek:

$$R_{B2} \leq R_E \frac{50}{U_o - 50} = 4,44 \frac{50}{230 - 50} = 1,23\Omega$$

- c. Punkt neutralny sieci elektroenergetycznej nN pracującej w układzie TN i połączonej z nim przewody PEN (PE) tej sieci mogą być połączone z uziemieniem urządzeń średniego napięcia, jeżeli napięcie uziomowe  $U_E$  uziomu o rezystancji wypadkowej  $R_{B2}$  występujące przy zwarceniu w sieci SN nie wywoła w sieci nN zagrożenia porażeniowego. Zagrożenie to nie wystąpi jeżeli  $R_{B2}$  spełnia warunek:

$$R_{B2} \leq \frac{U_F}{r * I_{K1}} = \frac{205}{0,6 * 210} = 1,63\Omega$$

$U_F$  – napięcie zakłóceniewe dla czasu  $t_F$  (0,4s).

$$\text{Warunek spełniony } R_{B2} \quad 1,23\Omega \leq 1,63\Omega$$

$$\underline{\text{Rezystancja uziemienia stacji } R_{B2} \leq 1,23\Omega}$$

7.4 Układ uziomowy stacji – obliczenia.

Rezystancja uziomu otokowego

$$R_o = \frac{\rho}{\pi L} I_n \frac{2L}{d} = \frac{100}{3,14 * 24} I_n \frac{2 * 24}{0,02} = 10,32\Omega$$

Rezystancja uziomu pionowego

$$R_v = \frac{\rho}{2\pi L} \left[ I_n \left( \frac{8L}{d} \right) - 1 \right] = \frac{100}{2 * 3,14 * 6} I_n \left( \frac{8 * 6}{0,02} \right) - 1 = 18,39\Omega$$

d- średnica uziomu StCu 17,2mm L- długość uziomu – 6,0m (4x1,5)

Rezystancja wypadkowa uziomu otokowego i pionowego stacji

$$R_s = \frac{R_v * R_o}{nR_v\eta_1 + R_o\eta_2} = \frac{18,39 * 10,32}{4 * 18,39 * 0,85 + 10,32 * 0,65} = 2,23\Omega$$

$\eta$  – współczynnik wykorzystania; uziom pionowy 0,85, uziom poziomy 0,65

Rezystancja rzędowa układu liniowego uziomu pionowego dodatkowego.

$$R_d = \frac{1}{n} \frac{\rho}{2\pi L} \left[ I_n \left( \frac{8L}{d} \right) - 1 + \frac{L}{s} 2I_n \left( \frac{1,781n}{2,718} \right) \right]$$

$$R_d = \frac{1}{12} * \frac{100}{2 * 3,14 * 6} \left[ I_n \left( \frac{8 * 6}{0,02} \right) - 1 + \frac{6}{6} 2I_n \left( \frac{1,781 * 12}{2,718} \right) \right] = 2,44\Omega$$

d - bednarka 40x5mm

s – średnica uziomu pionowego StCu17,2mm

n – ilość uziomów pionowych.

L- długość całkowita uziomu pionowego

Zaleca się, aby odległość pomiędzy uziomami była równa długości całkowitej pojedynczego uziomu pionowego.

Rezystancja wypadkowa zespolonego uziemienia stacji.

$$R_w = \frac{R_s * R_d}{R_s + R_d}$$

$$R_w = \frac{2,23 * 2,44}{2,23 + 2,44} = 1,16\Omega$$

$$1,16\Omega \leq 1,23\Omega$$

**Po wykonaniu uziomu wykonać pomiar powykonawczy. W przypadku negatywnego wyniku uziom rozbudować.**

## 8. Dobór kabla SN

Linia kablowa 20kV K438 relacji GPZ R Świdnica – projektowana stacja MRw-20/630 dz. nr 1448 Świdnica ul. Kolejowa.

Kable istniejące.

K1 - kabel NHHBA 240mm<sup>2</sup> = 0,16km

K2 - kabel HKFTA 95mm<sup>2</sup> = 0,13km

K3 - kabel HAKnFTA 120mm<sup>2</sup> = 0,435km

Kabel projektowany

K4 - kabel XRUXAKXS 120mm<sup>2</sup> = 0,025km

### 8.1. Impedancja zastępcza systemu:

$$Z_{kQ} = \frac{1,1 * U^2}{S_{kQ}} = \frac{1,1 * 400}{210} = 2,09\Omega$$

$$X_{kQ} = 0,995 * Z_{kQ} = 2,08\Omega$$

$$R_{kQ} = 0,1 * X_{kQ} = 0,208\Omega$$

### 8.2 Rezystancja i reaktancja linii zasilającej dla składowej zgodnej

$$R_{k1} = 0,0754 * 0,16 = 0,012\Omega \quad X_{k3} = 0,119 * 0,16 = 0,019\Omega$$

$$R_{k2} = 0,155 * 0,13 = 0,02\Omega \quad X_{k5} = 0,132 * 0,13 = 0,017\Omega$$

$$R_{k3} = 0,252 * 0,435 = 0,109\Omega \quad X_{k6} = 0,132 * 0,435 = 0,057\Omega$$

$$R_{k4} = 0,328 * 0,025 = 0,008\Omega \quad X_{k8} = 0,132 * 0,025 = 0,003\Omega$$

$$R_{1-6} = 0,139\Omega \quad X_{1-6} = 0,096\Omega$$

$$Z_z = \sqrt{(R_{K1-4} + R_{kQ})^2 + (X_{K1-4} + X_{kQ})^2} = \sqrt{0,347^2 + 2,176^2} = 2,203\Omega$$

### 8.3. Prąd zwarcia 3-fazowego

$$I_p^{3f} = \frac{C_{max} * U_n}{\sqrt{3} * Z_z} = \frac{1,1 * 20}{1,73 * 2,203} = 5,87kA$$

### 8.4. Prąd zwarcia 2-fazowego

$$I_p^{2f} = \frac{\sqrt{3}}{2} * I_p^{3f} = 5,05kA$$

### 8.5. Prąd udarowy

$$i_p = k_u * \sqrt{2} * I_p^{3f} = 1,62 * 1,41 * 5,87 = 13,4kA$$

$$k_u = 1,02 + 0,98 * \exp\left[-3 \frac{Rc}{Xc}\right] = 1,02 + 0,98 * \exp\left[-3 \frac{0,347}{2,176}\right] = 1,62$$

### 8.6 Prąd zwarciaowy zastępczy jednosekundowy

$$I_{th} = k_c * I_p^{3f} = \sqrt{m+n} * I_p^{3f} = \sqrt{1,25+1} * 5,87 = 8,8kA$$

8.7. Sprawdzenie minimalnego przekroju kabla ze względu na warunki zwarciove

$$0,1s \leq T_k \leq 5s$$

$$0,1s \leq 0,4s \leq 5s$$

$$S \geq \frac{1}{k} \sqrt{\frac{I_{th}^2 * T_k}{1}} = \frac{1}{94} \sqrt{\frac{8800^2 * 0,4}{1}} = 59,2mm^2$$

gdzie:

$T_k$  – czas trwania zwarcia międzyfazowego; zgodnie z informacją uzyskaną w Tauron Dystrybucja S.A równy 0,4s

$k$  – 94A/mm<sup>2</sup> dla kabli izolowanych ( polietylen usieciowiony)

$I_{th}$  – prąd zwarciovy zastępczy cieplny

$$I_{th} = 8,8kA$$

Projektowany kabel XRUHAKXS 3(1 x 120mm<sup>2</sup>) spełnia warunki zwarciove

$I_{dd}$  dla żyły roboczej kabla XRUHAKXS 1x120mm<sup>2</sup> = 11,3kA > 8,8kA

8.8. Dobór żyły powrotnej projektowanego kabla XRUHAKXS 1x120mm<sup>2</sup>

$$I_z > \frac{\sqrt{3}}{2} * I_p^{3f} * \sqrt{t_z}$$

$$I_z > \frac{\sqrt{3}}{2} * 5,87 * \sqrt{0,4} = 3,19kA$$

Zaprojektowane kable z żyłą powrotną Cu25mm<sup>2</sup> spełniają warunki zwarciove 3,19kA < 4,36kA

## 9. Dobór przekładników.

### 9.1.Przekładniki napięciowe.

Dla pomiaru energii projektuje się przekładniki napięciowe wewnętrzne typu VTO38P firmy KPB INTRA o parametrach 20:  $\sqrt{3}/0,1 : \sqrt{3} ; 5VA ; kl.0,2$

Ze względu na zachowanie klasy dokładności konieczne jest spełnienie następujących warunków obciążeń przekładnika:

$$0,25 * S_{zn} < S_{obc} < S_{zn}$$

gdzie  $S_{obc} = S_{ap}$

$$0,25 * 5VA \leq 1,8VA \leq 5VA$$

$$1,25VA \leq 1,8VA \leq 5VA$$

**WARUNEK JEST SPEŁNIONY**

Gdzie:

$S_{zn}$  – znamionowa moc uzwojenia wtórnego przekładnika napięciowego

$S_{obc}$  – maksymalna obliczeniowa moc obciążenia przekładnika

Przewidywane obciążenie przekładników napięciowych

$S_{LP} = 1,4VA$  – moc pobierana przez obwody napięciowe licznika

$S_{ap} = 0,4VA$  - moc tracona na zestykach

Łącznie  $S_{obc} = 1,4 + 0,4 = 1,8VA$

## 9.2 Przekładniki prądowe.

Moc szczytowa  $P_s = 350\text{kW}$  przy  $\cos\varphi = 0,94$

Dobór przekładników prądowych do warunków pracy.

Rzeczywisty prąd roboczy strony pierwotnej powinien się mieścić w granicach od 20% do 120% znamionowego prądu pierwotnego.

Prąd maksymalny dla mocy umownej

$$I_{obl} = \frac{S}{1,73 * U_n * \cos\varphi} = \frac{350}{1,73 * 20 * 0,94} = 10,76 \text{ A}$$

gdzie:  $S$  – moc umowna

$U$  – napięcie znamionowe sieci elektroenergetycznej

$\cos\varphi$  - współczynnik mocy

$I_{obl}$  - prąd maksymalny dla mocy umownej = 10,76A

Ze względu na zależność błędów pomiarowych przekładnika w funkcji prądu, prąd pierwotny przekładnika powinien zawierać się w przedziale określonym następującą zależnością:

$$0,2 * I_{n1} < I_{obl} < 1,2 * I_{n1}$$

$$0,2 * 15\text{A} < 10,76 \leq 1,2 * 15\text{A}$$

$$3\text{A} < 10,76 \leq 18\text{A}$$

**WARUNEK SPEŁNIONY**

Przy doborze prądu wtórnego przekładnika prądowego winien być spełniony następujący warunek:

$$I_{obl2} \leq 1,2 * I_{n2}$$

Gdzie:

$I_{n2}$  - prąd znamionowy przekładnika po stronie wtórnej

$I_{obl2}$  - maksymalny prąd obliczeniowy po stronie wtórnej.

Ze względu na niewielką odległość przekładników od liczników dobrano przekładnik o znamionowym prądzie wtórnym 5A

Maksymalny prąd przekładnika po stronie wtórnej wynosi:

$$I_{obl2} = \frac{I_{obl}}{\frac{I_{n1}}{I_{n2}}} = \frac{10,76}{\frac{15}{3}} = 3,58\text{A}$$

$$3,58\text{A} \leq 5\text{A} \text{ WARUNEK SPEŁNIONY}$$

Z uwagi na zachowanie klasy dokładności konieczne jest spełnienie następujących warunków obciążenia przekładnika:

$$0,25 * S_n \leq S_{2obl} \leq S_n$$

Gdzie:

$S_n$  – moc znamionowa przekładnika prądowego

$S_{2obl} = S_L + S_p + S_z$

Gdzie:

$S_n$  – moc znamionowa przekładnika prądowego

$S_p = I_{2n}^2 * R_p$  – moc tracona na przewodach

$I_{2n} = 5\text{A}$  – znamionowy prąd przekładnika po stronie wtórnej

$R_p = L / (\gamma * S)$  - rezystancja zastępcza obwodów wtórnych

$S_z = I_{2n}^2 * R_z$  – moc tracona na zaciskach

$R_z = 0,05\Omega$  - rezystancja zastępcza styków

Dla przewodów wtórnych obwodów prądowych przyjęto następujące parametry:

$S = 2,5\text{mm}^2$ ,  $l = 6,0\text{m}$ ,  $\gamma = 57,8\text{m}/\Omega * \text{mm}^2$

Strata mocy na stykach – przy rezystancji zestyków  $R = 0,05\text{VA}/\text{fazę}$

$S_L$  – pobór mocy przez obwody prądowe licznika i licznik przyjęto 1,2VA

$$S_z = I_{n2}^2 * R = 5^2 * 0,05 = 1,25VA$$

Strata mocy na przewodach

$$S_p = I_2^2 * \frac{2 * l}{\gamma * S} = 5^2 * \frac{2 * 7}{57,8 * 2,5} = 2,42VA$$

Moc obciążenia uzwojenia wtórnego przekładnika dla mocy umownej wyniesie:

$$S_{2obl} = S_L + S_z + S_p$$

$$S_{2obl} = 1,2 + 1,25 + 2,42 = 4,61VA$$

Sprawdzenie warunków:

$$0,25 * 5VA \leq 4,87 \leq 5VA$$

$$1,5VA \leq 4,87 \leq 5VA$$

WARUNEK SPEŁNIONY

Według obliczeń projektuje się przekładniki prądowe typu CTSO25 o niżej podanych parametrach

Przekładnia 15/5A/A; 5VA; kl. 0,2; FS5;  $I_{th} = 500 \times I_{pn} (7,5kA)$ ,  $I_{dyn} = 2,5 \times I_{th} = 2,5 \times 6,19kA = 15,48kA$

Sprawdzenie przekładników na wytrzymałość cieplną.

Prąd znamionowy  $I_{pn} = 10,76A$

Prąd znamionowy pierwotny przekładnika 15A

Prąd cieplny zastępczy  $I_{th} = 8,8kA$

Prąd zwarciaowy udarowy  $i_p = 13,4kA$

Znamionowy krótkotrwały prąd cieplny ( 1sek.)  $I_{th} = I_{pn} \times 600 = 15 \times 600 = 9,0kA$

Znamionowy krótkotrwały prąd dynamiczny  $I_{dyn} = 2,5 \times I_{th} = 2,5 \times 8,8 = 17,6kA$

$$I_{th} \leq I_{pn} \quad 8,8kA < 9,0kA$$

$$i_p \leq I_{dyn} \quad 13,4kA < 17,6kA$$

10. Sprawdzenie strat od miejsca przyłączenia do układu pomiarowego.

Układ pomiarowy zabudowany w miejscu innym niż miejsce dostarczenia energii.

10.1. Straty energii czynnej.

$$E_{CL} = k_{LI^2t} * L_1$$

$$k_{LI^2t} = R_L * n^2 * 10^{-3}$$

$$R_L = \frac{l}{\gamma * s} = \frac{25}{34 * 120} = 0,006\Omega$$

$$n = \frac{I_{pn}}{I_{sn}} = \frac{15}{5} = 3$$

$$k_{LI^2t} = 0,006 * 3^2 * 10^{-3} = \mathbf{0,00005 * L_I}$$

ECL - doliczenia energii czynnej [kWh],

LI - różnica wskazań stanów liczydeł I2t licznika w okresie rozliczeniowym [A2h],

kLI2t - mnożna dla wskazania I2t,

n - przekładnia przekładników prądowych,

I<sub>pn</sub> - znamionowy prąd pierwotny przekładnika prądowego [A],

I<sub>sn</sub> - znamionowy prąd wtórny przekładnika prądowego [A],

RL - rezystancja jednego przewodu linii [Ω],

l - długość linii [m],

s - przekrój przewodu linii [mm<sup>2</sup>],

γ - konduktywność 1 przewodu fazowego linii [1Ωm].

### 10.2. Procentowe straty energii biernej indukcyjnej

$$E_{BI\%} = \frac{2 * P_{prz}}{3 * U_N^2} * \left( \frac{1 + tg^2\varphi}{tg\varphi} \right) * l * x' * 0,1$$

$$E_{BI\%} = \frac{2 * 350}{3 * 20^2} * \left( \frac{1 + 0,4^2}{0,4} \right) * 25 * 0,000132 * 0,1 = \mathbf{0,0055\%}$$

gdzie:

E<sub>BI</sub>% - procentowa wartość strat energii biernej indukcyjnej,

P<sub>prz</sub> - moc przyłączeniowa [kW],

U<sub>N</sub> - napięcie nominalne sieci [kV],

tgφ - przyjmuje się wartość 0,4,

l - długość linii [m]

x' - reaktancja jednostkowa linii [Ωm]

### 10.3. Strata energii biernej pojemnościowej w linii kablowej

$$E_{bcl} = E_{bc} + 5,71kVar$$

$$E_{\Delta Ebc} = k_{bcl} + t * l$$

$$E_{\Delta Ebc} = 5,7 + 0,4h * 0,025 = 5,71kVar$$

## 11. Stacja szybkiego ładowania

Stacja ładowania zlokalizowana będzie przy ul. E.Plater w Świdnicy. Stacja ładowania ma być wolnostojąca, słupowa oraz zasilana zgodnie z pozyskiwanymi aktualnie warunkami przyłączenia TAURON Dystrybucja S.A. Oddział w Wałbrzychu WP/109097/2021/O04R02

Dane podstawowe:

Pojedyncza stacja ładowania pojazdów elektrycznych (autobusów) ze stacją trafo, stacją ładowania w postaci słupka – pantograf.

Moc przyłączeniowa 350kW

Teren planowej inwestycji znajduje się na terenie działki drogowej należącej do Inwestora. Szczegółową lokalizację pokazano na mapie zasadniczej, na której pokazano stacje trafo, stacje ładowania i okablowanie.

### 11.1 Zasilanie

Parametry sieci zasilającej stację ładowania  
 napięcie znamionowe sieci elektroenergetycznej: 0,4 kV  
 układ sieci zasilającej: TN-C  
 częstotliwość znamionowa: 50Hz  
 liczba faz: 3

Napięcie znamionowe: 230/400 AC V  
 Napięcie znamionowe izolacji: 500/690 V  
 Napięcie udarowe wytrzymywane: 8 kV  
 Napięcie wytrzymywane o częstotliwości sieciowej 1,89 kV  
 Moc punktu ładowania: do 350 kW  
 Ilość punktów ładowania w stacji 1szt.  
 Przekrój przewodu zasilającego: 8(1x95mm<sup>2</sup>)

Uziemienie stacji ładowania  
 Budowa stacji ładowania musi umożliwiać jej uziemienie, zgodnie z obowiązującymi przepisami.

W celu podłączenia stacji ładowania do sieci elektroenergetycznej niskiego napięcia należy :

Z projektowanej kontenerowej stacji transformatorowej wyprowadzić z rozdzielnicy nN obwód kablem doziemnym typu YKXS 8(1x95RM/mm<sup>2</sup>). Kabel pomiędzy stacją kontenerową, a stacją ładowania i stanowiskiem pantografu ułożyć w rurze osłonowej DVK160.

### 11.2 Obliczenia techniczne

$$I_b = \frac{350}{1,73 * 0,4 * 0,94} = 538A$$

Prawidłowo dobrany przekrój kabla powinien spełniać warunek:

$$I_{dd} > I_b$$

Dobrano kabel YKXS 8(1x95mm<sup>2</sup>) , którego  $I_{dd}$  wynosi 352x2 = 704A wg. katalogu Telefonika obliczeniowej

$$704A > 538A$$

Zabezpieczenie przeciążeniowe przewodów powinno spełniać następujące warunki:

$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

$$538A \leq 630A \leq 704A$$

$$I_2 \leq 1,45 * I_z$$

$$I_2 \leq k_2 * I_n$$

$$1,6 * 630A \leq 1,45 * 704A$$

$$1008A \leq 1020A$$

Gdzie:

$I_b$  – prąd obliczeniowy ( prąd obciążenia przewodów [A]  
 $I_z$  – dopuszczalna obciążalność prądowa długotrwała kabla [A]  
 $I_n$  – prąd znamionowy urządzeń zabezpieczających [A]  
 $I_2$  – prąd zadziałania urządzeń zabezpieczających [A]

### Uwagi końcowe.

- a. Wszystkie prace związane z niniejszym opracowaniem wykonać zgodnie z obowiązującymi przepisami stosować typowe sposoby montażu
- b. Należy wykonać właściwe zabezpieczenie robót z uwzględnieniem zasad BHP
- c. Należy zapoznać się z Warunkami Technicznymi Wykonawstwa i Odbioru Robót
- d. Należy zapoznać się z treścią uzgodnień, decyzji o ustaleniu lokalizacji inwestycji pozwolenia na budowę.
- e. Po zakończeniu robót wykonać pomiary:  
rezystancji uziemienia i napięcia dotykowego stacji, po montażowy pomiar transformatora, pomiar wyładowań niezupełnych i rezystancje izolacji kabla SN.
- f. Inne pomiary i badania określone przez Inwestora i obowiązujące normy.
- g. Po zakończonej budowie dokonać geodezyjnej inwentaryzacji projektowanej stacji transformatorowej i kabli SN
- h. Wszystkie prace w pobliżu i na urządzeń elektroenergetycznych oraz wymaganych wyłączeń powiadomić z co najmniej 7-dniowym wyprzedzeniem Tauron Dystrybucja S.A Oddział w Wałbrzychu
- i. Prefabrykowane stacje transformatorowe SN/nN powinny być projektowane i budowane zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie aktami prawnymi i normami

12. Część graficzna.