
Spis treści:

1. ZAŁOŻENIA	4
1.1. Przedmiot opracowania	4
1.2. Zakres opracowania	4
1.3. Podstawa opracowania	4
1.4. Dane ogólnie-energetyczne	4
1.5. Bilans mocy	4
1.6. Geotechniczne warunki posadowienia obiektu	4
1.7. Informacja o obszarze oddziaływania obiektu	4
1.8. Informacja o wpływach eksploatacji górniczej	4
2. OPIS ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO	5
2.1. Stan istniejący	5
2.2. Stan projektowany	5
2.2.1. Budowa stacji transformatorowej	5
Część architektoniczna stacji:	5
Posadowienie	5
Budowa stacji	6
Dane technologiczne	6
Dane techniczno-materiałowe	6
Usytuowanie stacji w stosunku do innych obiektów ze względu na bezpieczeństwo pożarowe	7
Wytrzymałość ognia obudowy stacji	7
Część Elektryczna stacji	7
Dane znamionowe stacji	7
Wyposażenie stacji	7
Rozdzielnica średniego napięcia	8
Aparaty łączeniowe	8
Rozdzielnica niskiego napięcia	8
Komora transformatora	8
UKŁAD POMIAROWY ENERGII ELEKTRYCZNEJ	8
Instalacja uziemiająca w stacji	10
Instalacje elektryczne stacji	10
2.2.2. Budowa linii kablowych zasilających	10
Aparaty łączeniowe	10
3. OGRZEWANIE PŁYTY BOISKA	12
3.1. Podział na obwody	12
3.2. Złącza rozdzielczo-sterujące	12
3.3. Układanie kabli grzejnych i czujników	12
4. UWAGI KOŃCOWE	13
5. NORMY, PRZEPISY, ZALECENIA, WARUNKI, OPRACOWANIA TYPOWE	14
6. OBLICZENIA TECHNICZNE	15
6.1. Dane wyjściowe	15
6.2. Sprawdzenie doboru kabla SN	15
6.3. Sprawdzenie doboru przekładników prądowych	15
6.4. Sprawdzenie doboru przekładników napięciowych	16
6.5. Obliczenia uziemienia dla stacji transformatorowej	17
6.6. Dobór bezpieczników średniego napięcia	19
7 ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH MATERIAŁÓW	20

Rysunki

- ◆ Rys. nr E1: Orientacja
- ◆ Rys. nr E2: Projekt zagospodarowania teren
- ◆ Rys. nr E3: Schemat ideowy zasilania stacji transformatorowej
- ◆ Rys. nr E4: Schemat sieci SN – włączenie stacji
- ◆ Rys. nr E5: Schemat stacji cz. nn
- ◆ Rys. nr E5a: Schemat ideowy nn. Zasilanie złączy ZK
- ◆ Rys. nr E6: Schemat układu pomiarowego
- ◆ Rys. nr E7: Instalacja uziemienia stacji transformatorowej
- ◆ Rys. nr E8: Rzuty stacji – widok aparatury
- ◆ Rys. nr E9: Widok rozdzielnic SN
- ◆ Rys. nr E10: Widok rozdzielnic nn
- ◆ Rys. nr E11: Widoki elewacji stacji

Spis załączników:

1. Warunki przyłączenia
2. Uzgodnienie Tauron Dystrybucja
3. Zgoda UM Jastrzębie
4. Zgoda SM JAS-MOS
5. Opinia JSW SA

1. ZAŁOŻENIA

1.1. Przedmiot opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt budowlany zasilania instalacji elektrycznej systemu podgrzewania murawy boiska Stadionu Miejskiego przy ul. Harcerskiej.

1.2. Zakres opracowania

W zakres opracowania wchodzi:

- budowa kontenerowej stacji transformatorowej 20/0,4kV MRw-bpp 20/1000-3/4P – szt.1
- budowa kabla ziemnego 20kV XRUHAKXS 3x1x120mm² 201m
- budowa kabli ziemnych 0,4kV 141m
- budowa złączy zasilających 5szt
- budowa instalacji grzejnej.

1.3. Podstawa opracowania

- Zlecenie Inwestora
- Warunki przyłączenia W/BSI/14323/2019
- Projekt zagospodarowania terenu
- Obowiązujące normy i przepisy

1.4. Dane ogólno-energetyczne

Miejsce przyłączenia	stacja TD S.A. GLWW371 Jastrzębie D6 p. SN nr 3
Napięcie:	20kV/0,4kV
Zasilanie stacji transformatorowej:	linia kablowa 20kV
Zasilanie instalacji grzejnej	linie kablowe 0,4kV
Ochrona od porażen w sieci SN:	uziemiaenie
Ochrona od porażen instalacji nn	samoczynne wyłączenie (układ pracy TN).

1.5. Bilans mocy

- Ogrzewanie płyty boiska $P_i = 1000\text{kW}$
- Ogrzewanie płyty boiska $P_s = k_s \cdot P_i = 800\text{kW}$

1.6. Geotechniczne warunki posadowienia obiektu

Na podstawie Rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 25 kwietnia 2012 roku, w sprawie ustalania geotechnicznych warunków posadowienia obiektów budowlanych (dziennik ustaw 2012 nr 0 poz. 463) dla budowanej sieci uznaje się warunki gruntowe za proste. Projektowaną lokalizację zalicza się do I kategorii geotechnicznej.

1.7. Informacja o obszarze oddziaływania obiektu.

Obszar oddziaływania projektowanych obiektów liniowych w postaci kabli elektroenergetycznych, stacji transformatorowej mieszczą się na działkach, na których zostały zaprojektowane.

1.8. Informacja o wpływach eksploatacji górniczej.

W obszarze budowy linii elektroenergetycznych i stacji transformatorowej prowadzono eksploatację górnictwem w latach 1981-1987. Obszar budowy znajduje się poza bezpośrednimi wpływami eksploatacji górnictwem JSW S.A..

2. OPIS ZAMIERZENIA BUDOWLANEGO

2.1. Stan istniejący

Zaplecze boiska sportowego przy ul. Harcerskiej posiada własne zasilanie potrzeb własnych ze stacji transformatorowej. Zapotrzebowana moc na cele podgrzewania płyty boiska jest niewystarczająca, konieczna jest budowa nowej stacji i instalacji niskiego napięcia.

2.2. Stan projektowany

W celu realizacji warunków przyłączenia należy:

1. wybudować stację transformatorową kontenerową GLWWY155 Jastrzębie Stadion typu MRw-bpp 20/1000-3 z transformatorem 20/0,4kV o mocy 1000kV, rozdzielnicą SN 3 połową LPT, rozdzielnicą nn 8 połową wyposażoną w rozłączniki bezpiecznikowe 400A i rozłącznik główny 2000A. Stacja zostanie dostarczona przez producenta kompletnie wyposażona w rozdzielnice i instalacje wewnętrzne zgodnie z rysunkami. Po posadowieniu w terenie zabudować instalacje uziemiające i transformator
2. wybudować kabel 20kV typu 3xXRUHAKXS 1x120/25 do projektowanej stacji na odcinku od stacji GLWW371 p. 3 po trasie pokazanej na mapie zagospodarowania terenu i podłączyć w polach rozdzielnic SN. Sposób układania kabla podano w dalszej części projektu
3. Wybudować linie kablowe nn 0,4kV 4xYKXS 1x185 zasilające złącza rozdzielczo-sterujące instalacją grzewczą płyty boiska
4. Wybudować złącza rozdzielczo-sterujące
5. Wybudować kable grzejne i sterowania temperaturą na płycie boiska.

2.2.1. Budowa stacji transformatorowej.

Część architektoniczna stacji:

Posadowienie

Posadowienie stacji polega na wykonaniu w ziemi wykopu szerokoprzestrzennego zgodnego z rysunkiem posadowienia stacji. *Wykonać zabezpieczenie wykopu i fundamentów stacji przed osuwaniem się skarpy poprzez zastosowanie konstrukcji betonowych (w kształcie L) i odpowiednie ukształtowanie otaczającego gruntu.*

W wykopie należy ułożyć uziom otokowy i podłączyć do niego przewody uziemiające, które będą podłączone do stacji. Bednarkę uziemiającą usytuować w odległości ok 1 m od ścian fundamentu poniżej poziomu drenażu i zasypać ją gruntem rodzimym.

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

W tak przygotowanym miejscu należy ustawić misę fundamentową stacji. Na ściany misy fundamentowej stacji ułożyć pojedynczą warstwę taśmy uszczelniającej. Należy zwrócić uwagę, aby taśma uszczelniająca nie nakładała się na siebie, (aby nie była ułożona podwójnie). Podczas układania taśmy uszczelniającej, nie należy jej rozciągać, może to spowodować jej uszkodzenie lub deformację.

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

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

Wykonać opaskę z kostki brukowej lub płyt chodnikowych o szerokości 0,5m ze spadkiem 2%w kierunku od stacji transformatorowej na zewnątrz z zakończonym obrzeżem.

Ważne jest aby ściany misy fundamentowej wystawały nie mniej niż 10cm ponad poziom terenu wykończonego.

Budowa stacji

Stacja jest modułową prefabrykowaną konstrukcją składającą się z następujących elementów:

- obudowa betonowa stacji wraz z komorą transformatora,
- fundament betonowy prefabrykowany - kablownia,
- rozdzielnice SN i nn,
- dach betonowy płaski, który dodatkowo może być wyposażony w nakładkę metalową dwuspadową lub czterospadową pokrytą blachą dachówkową.

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 wąż 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. Kabel należy wsunąć w otwór przepustowy wraz z założonym gumowym wkładem uszczelniającym. Po umieszczeniu gumowego wkładu w przepuście dokręca się śruby dociskowe do oporu; nacisk elementów dociskowych wywołany dokręcaniem powoduje spęczenie gumowej wkładki uszczelniającej i wzrost średnicy zewnętrznej przepustu a co za tym idzie zamocowanie go w otworze i uszczelnienie połączenia.

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

Wewnętrzna powierzchnia ścian dekoracyjnie pokryta jest farbą w kolorze białym. Zewnętrzna powierzchnia ścian pokryta jest tynkiem akrylowym.

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

Masa i gabaryty stacji

Długość [mm]	4260
Szerokość [mm]	2410
Wysokość [mm]:	
bez dachu (bryły głównej)	2250
z dachem betonowym (od pow. gruntu)	~2480
z dachem z nakładką metalowa (od pow. gruntu)	~3150
Masa bez wyposażenia [kg]:	
fundamentu	5400
bryły głównej z drzwiami i żaluzjami	13000
dachu betonowego	4000
dachu betonowego + nakładka dwuspadowa	4500
dachu betonowego + nakładka czterospadowa	4600
Powierzchnia zabudowy:	10,26 m ²
Powierzchnia użytkowa:	8,72m ²
Kubatura zabudowy:	23,1 m ³

Dane technologiczne

- Oświetlenie energooszczędne załączane i wyłączane samoczynnie przy otwieraniu i zamykaniu drzwi.
- Wentylacja grawitacyjno-mechaniczna.
- Otwory wlotowe i wylotowe żaluzyjne umieszczone w drzwiach.
- Instalacja uziemiająca.

Dane techniczno-materialowe

- Ściany - beton zbrojony wibrowany klasy C30/37 o grubości 120 mm (ściany boczne oraz tylna - REI 120), kolor elewacji (RAL7035)- Ceresit SIBERIA 3, cokół (RAL7031)- Ceresit TIBET 2
- Fundament - beton zbrojony wibrowany klasy C30/37 o grubości 90÷120 mm, posiada dwie wydzielone komory:
 - szczelną misę olejową, mogącą pomieścić powyżej 100% zawartości oleju z transformatora,
 - przedział kablowy z przepustami.
- Stolarka stacyjna (drzwi oraz żaluzje wentylacyjne) – aluminiowa, lakierowana w kolorze RAL 7037.
- Dach - beton zbrojony wibrowany klasy C30/37, RAL 7035.
- Ściany wewnętrzne kolor biały.

Usytuowanie stacji w stosunku do innych obiektów ze względu na bezpieczeństwo pożarowe

Wytrzymałość ogniowa obudowy stacji

Zgodnie z Polską Normą PN-EN 62271-202:2014, materiały użyte w konstrukcji stacji transformatorowej prefabrykowanej powinny posiadać minimalny poziom odporności na ogień pojawiający się wewnątrz lub na zewnątrz stacji. W wytrzymałości ogniowej uwzględniana jest tylko reakcja na ogień. Dopuszcza się rozważanie odporności na ogień, według lokalnych przepisów, co jest przedmiotem między wytwórcą i użytkownikiem.

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z dnia 15 czerwca 2002 r. Nr 75, poz. 690) z uwzględnieniem późniejszych zmian w dziale VI („Bezpieczeństwo pożarowe”) stacje transformatorowe zaliczane są do budynków grupy PM.

Dla stacji typu MRw-bpp 20/1000-3 gęstość obciążenia ogniowego Q_d wynosi:

- dla transformatora olejowego o mocy 1000kVA – **1885,7 MJ/m²**.

- dla transformatora suchego **<500 MJ/m²**

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

Materiały z których jest zbudowana stacja transformatorowa nierozprzestrzeniają ognia

Elementy obudowy posiadają klasę odporności ogniowej odpowiednio do ich klasy odporności pożarowej i nierozprzestrzeniają ognia- ściana tylna, boczne oraz dach – **REI 120**.

Część Elektryczna stacji

Stacja transformatorowa 20kV/0,4kV z transformatorem do 1000kVA, obudowa stacji jest z złożona z elementów żelbetowych. Stacja wykonana jest wg normy PN-EN 62271-202.

Dane znamionowe stacji

	SN	nn
Maksymalna moc transformatora	1000 kVA	
Moc zainstalowanego transformatora	1000 kVA	
Napięcie znamionowe sieci	20 kV	0,4 kV
Częstotliwość znamionowa / liczba faz	50Hz / 3	
Napięcie wytrzymałowe o częstotliwości sieciowej	50/60 kV	2,5 kV
Napięcie udarowe piorunowe wytrzymałowe (1,2/50μs)	125/145 kV	8kV
Prąd znamionowy ciągły pól liniowych	630A	160A, 400A, 630A
Prąd znamionowy ciągły pola transformatorowego	250A	1600 A
Prąd znamionowy krótkotrwały wytrzymałowy (1s)	do20 kA	20 kA
Prąd znamionowy szczytowy wytrzymałowy	do50 kA	50 kA
Odporność na działanie łuku wewnętrznego rozdzielnic	do16kA (1 s)	20 kA (0,5 s)
Klasyfikacja IAC stacji	AB – 16 kA - (1 s)	
Stopień ochrony	IP 4x	
Klasa obudowy	10	
Maksymalne moc znamionowa transformatora	1000 kVA	
Wytrzymałość dachu na obciążenia	2500 N/m ²	
Wytrzymałość obudowy na udary mechaniczne	20 J (IK10)	

Wyposażenie stacji

Niniejszy projekt dotyczy stacji MRw-bpp 20/1000-3 wyposażonej w:

- rozdzielnicę SN typu ROTOBLOK SF z polem pomiarowym
- układ pomiaru energii elektrycznej pośredni
- rozdzielnicę nn typu RN-W
- transformator olejowy.

Rozdzielnica średniego napięcia

W stacji zastosowano rozdzielnicę SN ROTOBLOK SF i konfiguracji LPT:

Rozdzielnica typu Rotoblok SF jest dwuprzeczołową rozdzielnicą wewnętrzną w izolacji powietrznej (AIS - Air Insulated Switchgear), w osłonie metalowej, wykonanej z blachy cynkowanej - zapewniającej ekwipotencjalizację, z pojedynczym systemem szyn zbiorczych. Rozdzielnica jest wyposażona w nowoczesne, trójpozycyjne rozłączniki i odłączniki w izolacji SF6. Zbiornik każdego z tych aparatów wykonany jest ze stali nierdzewnej co pozwala na zachowanie doskonałego stanu technicznego rozdzielnicy przez cały okres jej eksploatacji. Posiada wydzielone przedziały: szyn zbiorczych i kablowy, a wykonanie lukoochronne zapewnia wysokie bezpieczeństwo obsługi.

Połączenie rozdzielnicy z transformatorem wykonano kablem 3xYHAKXS (1x70 mm²). W polu transformatorowym zastosowano głowice CGS 250A a na transformatorze zastosowano głowice typu CHE-I firmy Cellpack. Do pól liniowych rozdzielnicy można podłączyć kable SN jednożyłowe o izolacji z polietylenu usieciowanego z zastosowaniem izolowanych głowic kablowych.

Aparaty łączeniowe

- GTR SF 1 - rozłącznik z uziemnikiem,
- GTR SF 2V - rozłącznik bezpiecznikowy z uziemnikiem,
- GTR SF 4 - odłącznik z uziemnikiem,

Rozdzielnica niskiego napięcia

W rozwiązaniu stacji zastosowano rozdzielnicę niskiego napięcia typu RN-W produkcji ZPUE S.A. z członem zasilającym.

Wymiary rozdzielnicy wynoszą:

- szerokość -	1000 mm
- wysokość -	1275 mm
- głębokość -	320 mm

Pole zasilające jest wyposażone w rozłącznik główny typu INP 2000A, pola obwodowe w rozłączniku ARS 2 400A. Połączenie rozdzielnicy z transformatorem wykonać kablem 3x(3xYKY 1x240 mm²).

Komora transformatora

W stacji przewiduje się montaż transformatora w wykonaniu fabrycznym bez dodatkowych elementów o mocy do 1000kVA. Transformator jest wstawiany przez drzwi lub dach i zabezpieczony przed przesuwaniem poprzez podkładki wibroizolacyjne. Po stronie nn transformator wyposażony w zaciski TOGA.

Komora transformatora oddzielona jest od pomieszczenia ruchu elektrycznego (wspólny korytarz obsługi rozdzielnicy nn i SN) ścianką z blachy ocynkowanej. Posadzka w komorze transformatorowej posiada otwór, przez który w razie wycieku, olej z transformatora spływa do szczelnej miski olejowej stanowiącej wydzieloną część fundamentu (kablowni).

UKŁAD POMIAROWY ENERGII ELEKTRYCZNEJ

Układ pomiarowy energii elektrycznej – zastosowano układ pośredni pomiaru energii elektrycznej z przekładnikami prądowymi i napięciowymi oraz z tablicą licznikową. *Układu pomiarowy uzgodniony pismem TD/OGL/ODP/2020-02-03/0000001.*

Tablica licznikowa wraz z licznikiem zostanie zabudowana w pomieszczeniu rozdzielni SN/nn (zgodnie z rys. nr8) stacji transformatorowej – stacja ta jest własnością Inwestora.

Zgodnie z warunkami przyłączenia projektuje się pośredni układ pomiaru energii elektrycznej. Układ pomiarowy złożony jest z następujących elementów:

a) Tablica licznikowa typowa np., ZPUE Włoszczowa:

Tablica licznikowa zostanie wykonana i wyposażona zgodnie z rys. nr 6 część licznikowa z niepalnego materiału izolacyjnego- ANWIDUR lub KREZOLIT o grubości 6mm.

Konstrukcja tablicy zostanie wykonana w taki sposób by uniemożliwić dostęp do elementów (obwodów) znajdujących się za tablicą bez konieczności zerwania plomb. Tablicę mocować tak, aby liczydło licznika znajdowało się na wysokości 180cm od posadzki. Na ścianie w najbliższej okolicy tablicy licznikowej należy zabudować gniazdo sieciowe 230V. Konstrukcję tablicy należy przyłączyć do szyny wyrównawczej.

Na tablicy TL zostaną zabudowane:

- licznik energii elektrycznej czynnej 3-fazowy dla sieci 4-przewodowej, przekładnikowy typu ZMD 405CT44.0459 - 3x58/100V; 5A, kl. 0,5 prod. Landis+Gyr wraz z modułem CU-P42

Licznik umożliwi za pomocą modułu komunikacyjnego transmisję danych pomiarowych siecią GSM do TAURON Dystrybucja S.A.

Licznik należy zaprogramować na 15 min. okres uśredniania z automatycznym zamykaniem okresu obrachunkowego.

b) Pole pomiarowe wyposażone w przekładniki prądowe oraz w przekładniki napięciowe - napięcie znamionowe pola SN-20kV:

- przekładniki prądowe

3xTPU 60.11 30/5A, kl 0,2s; 5VA, FS5, I_{th}= 500xI_n=10kA, legalizowane

Przekładniki pomiarowe muszą być wyposażone dodatkowo zabezpieczoną zgodnie ze standardem TAURON Dystrybucja S.A. tabliczkę znamionową oraz trwale wygrawerowaną w obudowie przekładnika przekładnią.

- przekładniki napięciowe:

UMZ 24-1 20:√3 / 0,1:√3 kV; kl. 0,2, 5VA

c) Połączenia układu pomiarowego:

- Przekładniki prądowe należy instalować przed przekładnikami napięciowymi patrząc od strony zasilania.
- Połączenia części układu napięciowego należy wykonać przewodem typu YKSYFty 5x1,5; część prądową wykonać przewodami YKSYFty 7x2,5.
- Przewody należy montować na specjalnie do tego przeznaczonych uchwytach bez stosowania rur ochronnych
- Na końcach kabli należy stosować oznaczniki. Przewody kabelkowe należy w sposób trwały opisać jako: „obwody napięciowe” i „obwody prądowe”. Końcówki kabli należy osłonić i przystosować do plombowania w sposób uniemożliwiający dostęp do poszczególnych żył.
- Zabezpieczenie przekładników napięciowych 20kV wkładką bezpiecznikową 0,5A. W okresie eksploatacji należy przewidzieć komplet zapasowy bezpieczników dla pola pomiarowego.
- Na całej długości kabli w odstępach dwumetrowych należy stosować trwale oznaczenia identyfikujące typ i przeznaczenie obwodu. Końcówki kabli należy osłonić i przystosować do plombowania w sposób uniemożliwiający dostęp do poszczególnych żył.
- Połączenia napięciowych oraz prądowych obwodów pomiarowych pomiędzy listwą kontrolno – pomiarową a zaciskami licznika energii elektrycznej należy wykonać przewodem o żyłę jednorodnej DY w izolacji 750V
- Wszystkie dostępne elementy toru zasilania oraz układu pomiarowego należy osłonić i przystosować do oplombowania

W układzie pomiarowo-rozliczeniowym zaliczanym do III grupy przyłączeniowej i zakwalifikowanym do kategorii B3 (mocy przyłączeniowej nie mniejszej niż 800kW (włącznie) i nie większej niż 5MW (wyłącznie) – moc przyłączeniowa wynosi 1000kW) projektuje się liczniki z zabudowanym modułem komunikacyjnym zasilic napięciem gwarantowanym z źródła zewnętrznego UPS zabudowanym w dolnej części tablicy licznikowej w obudowie przystosowanej do oplombowania.

- **UWAGA:** Pole zasilające nr 1 i pole pomiarowe nr 2 w rozdzielnicy SN należy przystosować do plombowania.
-

Lokalizacja tablic pomiaru energii

Tablica licznikowa wraz z licznikiem zostaną zabudowane w stacji transformatorowej przy rozdzielnicy nn wg załączonych rysunków.

Miejsce dostarczania energii elektrycznej:

Zaciski prądowe rozłączniko-bezpiecznika (w polu odpływowym stacji W371) na jego wyjściu w kierunku instalacji odbiorczej Przyłączonego Podmiotu.

Granicą eksploatacji jest miejsce dostarczania energii elektrycznej

Instalacja uziemiająca w stacji

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

W stacji do głównej magistrali podłączono:

- Rozdzielnicę SN – linką LgY 70 mm²
- Rozdzielnicę nn – bednarką Fe/Zn 40x5 [mm];
- Kadź transformatora – linką LgY 70 mm²;
- Połączenie żył powrotnych kabli SN z GSU – linka LgY 50 mm²
- Połączenie szyny PEN z GSU – bednarką Fe/Zn 40x5 [mm];
- Dach stacji w dwóch punktach – linką LgY 70 mm²;
- Bryła główna, kablownia w dwóch punktach – bednarką Fe/Zn 40x5 [mm];
- Futryny, drzwi, obróbki – linką LgY 25 mm²;
- Właz – linką LgY 35 mm²;

Do głównej magistrali należy dołączyć przez zaciski kontrolne dwuśrubowe dwa wyprowadzenia uziemienia zewnętrznego doprowadzonego do magistrali przez przepusty produkcji dostawcy stacji umieszczone w fundamencie stacji. Wyprowadzenie N z transformatora (kolor niebieski) należy dołączyć do osobnego wyprowadzenia uziemienia zewnętrznego. Po połączeniu uziomu z instalacją uziemiającą stacji (z otokiem) należy wykonać pomiar rezystancji uziemienia.

Instalacje elektryczne stacji

Oświetlenie pomieszczeń stacji wykonane jest źródłami żarowymi (plafonierzy proste z kloszem okrągłym 60W) zamontowanymi w ilości:

- 2 sztuki w korytarzu obsługi jako oświetlenie ruchu elektrycznego.
- 1 sztuka w komorze transformatorowej.

Wyłącznik oświetlenia oraz gniazdo jednofazowe umieszczone jest na wewnętrznej stronie ściany obok drzwi wejściowych do korytarza obsługi.

Zabezpieczenie obwodu oświetlenia w postaci wkładki bezpiecznikowej Wts 10A zainstalowane jest w rozdzielnicy RPW a gniazdo 230V zabezpieczone jest wkładką bezpiecznikową Wts 16A oraz wyłącznikiem różnicowoprądowym 30mA.

Oprawy oświetleniowe zasilane są przewodami YDY 3x2,5 mm² w rurkach PCV zalanyymi w konstrukcji ściany w czasie prefabrykacji stacji.

Wentylator wentylacji transformatora ze sterowaniem.

2.2.2. Budowa linii kablowych zasilających

Projektowane kable zasilające ziemne SN i nn ułożyć po trasie pokazanej na planie zagospodarowania terenu zgodnie z zapisami normy SEP E-004. Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa.

Kable SN ułożyć w wykopie na głębokości 100cm-ów a kable nn na głębokości 70cm na min 10cm-ej warstwie piasku. Ułożone kable zasypać 10cm-ą warstwą piasku, a następnie warstwą gruntu 25cm, ułożyć folię oznacznikową koloru czerwonego dla kabla SN i koloru niebieskiego dla kabli nn, zasypać wykop. W miejscach pokazanych na rysunkach kabel osłonić rurami ochronnym grubościennymi. Wykopy w pobliżu istniejącej stacji transformatorowej oraz na skrzyżowaniu z mediami wykonać ręcznie. Przy stacji znajdują się kable średniego i niskiego napięcia. Przy stacjach zostawić zapas kabla.

Na kablach umieścić trwale oznaczniki co 10m oraz po obu stronach ewentualnych przepustów kablowych. Na oznacznikach należy umieścić typ kabla, rok budowy, relacja kabla, wykonawcę.

Kable SN zakończyć głowicami kablowymi wewnętrznymi termokurczliwymi do kabli jednożyłowych ekranowanych np. CHE-I 24kV 70-150 Cellpack.

Aparaty łączeniowe

Wszystkie montowane urządzenia oraz kable powinny posiadać atest ENERGOPOMIARU.

Uszczelnienie otworów przepustowych.

Zgodnie z wymaganiami normy PN-76/E-05125 otwory przepustów rurowych z ułożonymi w nich kablami powinny być uszczelnione. Jako materiał uszczelniający należy stosować materiał elastyczny, nie oddziałujący niekorzystnie na polwinitową powłokę kabla. Materiał ten powinien wypełniać każdy koniec rury na dł. ok. 10cm i powinien otaczać kabel ze wszystkich stron tak, aby przy ruchach cieplnych powłoka kabla nie ocierała się o krawędź rury. Zaleca się wykonywać ww. uszczelnienia za pomocą przepustów dostarczanych przez dostawcę stacji transformatorowej, .

Zwrócić szczególną uwagę na przepusty dla przewodów uziemiających (taśm stalowych FeZn) powinny być 3szt, dla uziemienia szyny PEN, pkt zerowego transformatora i konstrukcji stacji.

Wypełnienie wykopu gruntem.

Grunt, którym wypełniany jest wykop z ułożonym kablem powinien być wprowadzony do wykopu warstwami o grubości ok. 0,3m, a każda taka warstwa powinna być zagęszczona za pomocą np. ubijaka wibracyjnego. Przed zagęszczeniem zaleca się silne nawilżenie, co najmniej pierwszą, licząc od dna wykopu warstwę wprowadzonego gruntu, polewając całą powierzchnię tej warstwy wodą.

Wierzchnią warstwę wykopu musi stanowić istniejąca ziemia (humus) odłożona na oddzielną stertę.

Prace porządkowe.

Na całej trasie linii kablowej teren doprowadzić do stanu pierwotnego. Wywieźć nadmiar ziemi, gruzu i kamieni. Teren wyrównać odłożoną ziemią, posiać trawę. Podczas wykonywania wykopów należy wierzchnią warstwę ziemi (humus) odkładać na oddzielną stertę, a po zasypaniu wykopu należy ją ułożyć ponownie na wierzchu. Ewentualne ubytki należy uzupełnić nowym humusem. Nawierzchnię asfaltową odtworzyć wraz z podbudową.

Prace te powinien odebrać Inspektor Nadzoru i właściciel terenu.

3. OGRZEWANIE PŁYTY BOISKA

Na potrzeby ogrzewania płyty boiska sportowego, na której układana jest trawa, zostaną zabudowane kable grzejne oddające wytwarzane ciepło wprost do gruntu. Projektowane ogrzewanie na celu wydłużenie czasu wykorzystania boiska piłkarskiego w ciągu roku, ograniczenie konieczności pracy sprzętu mechanicznego i stosowania środków chemicznych do usuwania śniegu. Utrzymywanie dodatnich temperatur systemu korzeniowego ma wydłużyć okres wegetacji trawy, poprawić stan murawy i ograniczy możliwości poślizgnięć na zmrożonej nawierzchni w okresie zimowym. Zapewni również ograniczenie wilgoci po długotrwałych opadach deszczu.

Zastosować kabel grzewczy o mocy 25-30W/mb, pozwalający osiągnąć maksymalną temperaturę w czasie 40 minut. Maksymalną temperaturę w strefie ukorzenienia przyjąć 6-10°C, odstęp między kablami 25cm.

3.1. Podział na obwody

Z projektowanej stacji transformatorowej nr MOSIR z rozdzielnicą nn zostaną wyprowadzone kable nn 4xKXS 1x185 zasilające złącza rozdzielczo-sterujące. Złącza wyposażać w układ sterowania i zabezpieczenia kabli grzejnych oraz zasilanie potrzeb związanych ze układem sterowania ogrzewaniem z osobnych pól rozdzielnic nn.

3.2. Złącza rozdzielczo-sterujące

Jako złącze rozdzielczo-sterujące projektuje się złącza w obudowie z tworzywa termoutwardzalnego na fundamencie, wolnostojące wyposażone a aparaty i urządzenia sterujące elementami grzewczymi (kable grzejne). Wyposażenie w elementy sterujące uzależnione zostanie na etapie wykonawczym przez dostawcę systemu ogrzewania. Przewidzieć automatyczną kontrolę i sterowanie temperaturą murawy.

Do sterowania instalacją grzejną zastosować termostaty współpracujące z czujnikami temperatury umieszczonymi w strefie korzeniowej, około 10cm pod powierzchnią. Powierzchnie boiska podzielić na strefy kontrolowane przez osobne termostaty i czujniki.

Przewidzieć w obwodach zasilania kabli grzejnych uzupełniającą ochronę przed porażeniem– zastosować wysokoczułe wyłączniki różnicowoprądowe o prądzie różnicowym $I_{\Delta n}$ nie większym niż 30mA.

W każdym złączu rozdzielczo-sterującym zabudować ochronniki przepięciowe typ 1+2 i uziemić, wartość rezystancji uziemienia nie może przekraczać 10Ω.

3.3. Układanie kabli grzejnych i czujników

Przewody grzewcze układać w obszarze pokazanym na planie zagospodarowania, wydzielić sekcje kabli zgodnie z wytycznym producenta kabli i sterowników. Przewody układać poprzez wcinanie kabli w istniejącą murawę bez wymiany całej nawierzchni. Darń należy naciąć i odpowiednim lemieszem wprowadzić kable do gruntu na głębokość około 23-25cm z rozstawem kabli co 25cm. Inwestor nie dopuszcza do wymiany całej nawierzchni traw, należy przewidzieć prace naprawcze.

Po wykonaniu podziału powierzchni grzewczej na sekcje, razem z kablami grzewczymi zabudować czujniki systemu sterowania i wizualizacji temperatury odpowiednie dla przyjętego systemu sterowania. Kable sygnałowe od czujników doprowadzić do sterowników poszczególnych sekcji w pomieszczeniu rozdzielnic stacji transformatorowej. Ze sterowników doprowadzić kable sterujące do elementów wykonawczych w złączach poszczególnych grup kabli grzejnych. W każdym złączu przewidzieć 4÷5 grup (podsekcji) zasilania i sterowania kablami grzewczymi.

4. UWAGI KOŃCOWE

Przed przystąpieniem do robót należy zapoznać się szczegółowo z uzgodnieniami załączonymi do projektu. Całość robót wykonać zgodnie z niniejszym projektem, obowiązującymi przepisami przywołanymi katalogami oraz normami.

W czasie robót należy:

- przestrzegać ogólne i szczegółowe przepisy BHP,
- zapewnić prawidłową ochronę istniejącej architektury krajobrazu – istniejące drzewa na placu budowy, które mogą być narażone na uszkodzenia z uwagi na prowadzone prace budowlane należy osłonić (środki zapobiegawcze zniszczeniom to zabezpieczenie systemu korzeniowego drzewa, ochrona pnia poprzez wysokie deskowanie, zastosowanie mat ochronnych z materiałów takich jak np. słoma, juta, folia pęcherzykowa oraz ochrona korony drzewa poprzez podwiązywanie gałęzi narażonych na uszkodzenie oraz cięcia redukcyjne zgodne z normami),
- używać materiałów, wyrobów budowlanych i urządzeń dopuszczonych do stosowania w budownictwie określonych w Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie krajowych ocen technicznych Dz.U. 2016 poz. 1968 oraz w Ustawie o wyrobach budowlanych,
- zlecić właściwej jednostce terenowej geodezji wykonanie wytyczenia oraz inwentaryzacji powykonawczej układanych sieci i urządzeń energetycznych,
- wszystkie zmiany techniczne wprowadzone w trakcie budowy, zaakceptowane przez inspektora nadzoru inwestorskiego należy umieścić w dokumentacji powykonawczej.
- Razem z pracami budowy systemu grzewczego będą wykonywane prace związane z budową systemu nawadniania, należy opracować harmonogram prac i podział czynności.

Prace związane z podłączeniem kabla SN w stacji transformatorowej GLWW371 D6 wykonywać po dopuszczeniu do pracy przez służby Tauron Dystrybucja S.A.

Po wykonaniu robót elektrycznych wykonawca winien przekazać zleceniodawcy:

- projekt powykonawczy (w tym oświadczenie kierownika robót elektrycznych o wykonaniu robót zgodnie z dokumentacją i obowiązującymi przepisami),
- protokół pomiaru uziemienia,
- protokół pomiaru skuteczności ochrony przed porażeniem,
- protokół pomiaru napięć rażenia przy stacji transformatorowej,
- protokół pomiaru rezystancji izolacji żył kabli,
- atesty i certyfikaty zainstalowanych urządzeń,
- instrukcję obsługi systemu.

5. NORMY, PRZEPISY, ZALECENIA, WARUNKI, OPRACOWANIA TYPOWE

Projekt opracowano w oparciu o:

- Norma SEP E-004 „Elektroenergetyczne linie kablowe. Projektowanie i budowa”
- Norma SEP E-001 Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przed porażeniem
- Norma PN-E-05115:2002 – „Instalacje elektroenergetyczne prądu przemiennego o napięciu wyższym od 1 kV”
- PN-IEC 60050 (603)+A1:1999 "Międzynarodowy słownik terminologii elektryki"
- PN-IEC 60038:1999 "Napięcia znormalizowane IEC"
- PN-E-04700:1998 „Wytyczne przeprowadzenia pomontażowych badań odbiorczych”
- PN – HD 60364 – 4-41 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed porażeniem elektrycznym
- PN – IEC 60364 – 4-443 – Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych – Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa – Ochrona przed przepięciami – Ochrona przed przepięciami atmosferycznymi lub łączeniowymi
- PN – HD 60364-5-54 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego – Uziemienia, przewody ochronne i przewody połączeń ochronnych
- PN – HD 60364-6 – Instalacje elektryczne niskiego napięcia – Część 6: Sprawdzanie
- Prawo budowlane, Dz.U. Nr 89, poz. 414 z późniejszymi zmianami
- Ustawia o wyrobach budowlanych
- Prawo energetyczne, Dz.U. Nr 54, poz. 348 z późniejszymi zmianami
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych, tom V, Instalacje elektryczne.
- Uziemienia, uziomy, połączenia wyrównawcze, wskazówki do projektowania i montażu – Elektromontaż
- Warunki techniczne wykonania i odbioru robót budowlano-montażowych, tom V, Instalacje elektryczne.
- Uziemienia, uziomy, połączenia wyrównawcze, wskazówki do projektowania i montażu – Elektromontaż

6. OBLICZENIA TECHNICZNE.

6.1. Dane wyjściowe

- Stacja zasilająca: GPZ Pochwacie sekcja 1 – pole nr 26 – pracuje z punktem zerowym uziemionym przez cewkę z regulacją nadążną
- Znamionowe napięcie zasilania – 20 kV
- Moc zwarciova $S_{Zw1}=141MVA$ – sekcja nr 1
- Prąd ziemnozwarciowy pojemnościowy $I_{cs}=270 A$ – sekcja nr 1+2
- Prąd reszkowy $I_c = 27A$ –
- Czas nastawy zabezpieczenia ziemnozwarciowego – 3sek
- Czas trwania zwarcia – 5,1sek
- Prąd AWSZ = 20A czas zadziałania automatyki: 2s

6.2 Sprawdzenie doboru kabla SN

Warunek 1: Dobór kabla na obciążalność długotrwałą:

Prąd dopuszczalny długotrwale dla projektowanego kabla wynosi

$$I_{dd} = 316 A \quad (\text{katalog Prysmian})$$

Maksymalna moc do przesyłu projektowanym kablem XRUHAKXS 1x120/25

$$P_{max} = \sqrt{3} \cdot U_r \cdot I_{dd} \cdot \cos \varphi = \sqrt{3} \cdot 20 \cdot 316 \cdot 0,93 = 10,1 MW$$

Prąd obciążenia dla mocy 1000kVA

$$I_B = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p \cdot \cos \varphi} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 20 \cdot 0,93} = 31 A$$

Warunek 2: Obliczenia spadku napięcia (dla obciążania kabla):

$$\Delta U = \frac{100 * P * l}{\gamma * s * U_n^2}$$
$$\Delta U = 0,1\%$$

Warunek został spełniony i ostatecznie dobrano kabel **3xXRUHAKXS 1x 120/25**

6.3 Sprawdzenie doboru przekładników prądowych

Moc zapotrzebowana: $P_m = 1000 kW$

Prąd znamionowy: $I_n = 31 A$

Rzeczywisty prąd roboczy strony pierwotnej powinien mieścić się w granicach od 20% do 120% prądu znamionowego to znaczy – od 6A do 37,2A

- moc szczytowa:

- deklarowana moc – 1000 kW

- prąd szczytowy - 31A (po stronie SN dla $\cos\phi=0,94$)

Optymalną przekładnią dla przekładników prądowych jest 30/5A.

$$6 \leq 30A \leq 37,2A$$

Dla zastosowanych przekładników prądowych - warunek jest spełniony.

Obciążenie przekładników:

$S_{liczn} = 0,125 VA$ – pobór mocy przez licznik energii typu ZMD405

$S_{zacisk} = 1,8 VA$ – moc tracona na zaciskach (0,05Ω/zacisk)

$$S_{przew} = I^2 R = I^2 \frac{2xl}{\gamma x S} = 5^2 \frac{2x6}{57x2,5} = 2,1 VA - \text{moc tracona na przewodach}$$

Rzeczywiste obciążenie przekładników

$$S = S_{liczn} + S_{zacisk} + S_{przew} = 0,125 VA + 1,8 VA + 2,1 VA = 4,03 VA$$

Przy przeciążeniu przekładników prądowych o 20% moc przekładnika wynosi:

$$S_{przew} = I^2 R = I^2 \frac{2xl}{\gamma x S} = 6^2 \frac{2x6}{57x2,5} = 3,03 VA - \text{moc tracona na przewodach}$$

$$S = S_{liczn} + S_{zacisk} + S_{przew} = 0,125 VA + 1,8 VA + 3,03 VA = 4,96 VA$$

Dobieramy przekładnik o mocy 5VA

Warunek poprawnego doboru: przekładniki prądowe powinny być tak dobrane, aby obciążenie strony wtórnej zawierało się między 25% a 100% wartości nominalnej mocy uzwojeń/rdzeni przekładników, zgodnie ze wzorem:

$$S_{przekł} > S_{rzeczyw} > 0,25S_{przekł}$$
$$5VA > 4,03VA > 1,25VA$$

sumaryczna długość przewodów zasilających $l=6m$

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

obciążenie – $I_{max}=5A$

obciążenie – $I_{max+20\%}=6A$

$R_Z = 0,05\Omega$

Dobrano przekładniki prądowe:

TPU 60.11 30/5A, kl. 0,2s; 5VA, FS5, $I_{th} = 500 \times I_{1n} = 10kA$ legalizowane, z trwale wygrawerowaną w obudowie przekładnika przekładnią.

Sprawdzenie wytrzymałości zwarciowej przekładników

Sprawdzenie wytrzymałości zwarciowej przekładników prądowych

Obliczenie impedancji zastępczej systemu sieciowego

$$Z_Z = \frac{1,1 \cdot U_n^2}{S_{IKZ}} = \frac{1,1 \cdot 20^2}{14,1} = 3,12\Omega$$

- wartość początkowa skuteczna prądu zwarciowego (prąd zwarciowy cieplny)

$$I_k'' = \frac{c \cdot U_n}{\sqrt{3} \cdot Z_Z} = \frac{1,1 \cdot 20 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 3,12} = 4,071kA$$

$$I''_{k3} = I''_k = 4,071kA$$

- współczynnik udaru wynosi (przyjęto $R/X = 1,8$):

$$\kappa = 1,02 + 0,98e^{-3\left(\frac{R}{X}\right)} = 1,02 + 0,98e^{-3(1,8)} = 1,02$$

Prąd cieplny jednosekundowy (przy $t_{zw}=0,1s$) obliczamy ze wzoru:

$$I_{th} = I_k'' \cdot \sqrt{m+n} = 4,071 \cdot \sqrt{0,1+1} = 4,27kA$$

- prąd udarowy

$$i_p = \kappa \cdot \sqrt{2} \cdot I_k'' = 1,02 \cdot \sqrt{2} \cdot 4,071 = 5,87kA$$

Sprawdzenie przekładnika na wytrzymałość dynamiczną

$$I_{th} = 4,27kA,$$

$10kA > 4,27kA$ - warunek jest spełniony

Dobrano TPU 60.11 30/5A, kl 0,2s; 5VA, FS5, $I_{th} = 500 \times I_{1n} = 10kA$.

6.4 Sprawdzenie doboru przekładników napięciowych

Obciążenie przekładników napięciowych w układach pomiarowo rozliczeniowych nie może przekraczać wartości znamionowych i nie powinno być niższe niż 25% mocy znamionowej przekładnika. Obciążenie przekładników obliczono jako sumę obciążenia uzwojenia licznika i przewodów (obciążenie modułu komunikacyjnego jako dorywcze zostało pominięte) przy czym:

$$P_{liczn} = 0,65W$$

$$Q_{liczn} = 1,3VAr$$

$$P_{przew.} = I^2R = \text{pomijalnie mała}$$

dla:

długość przewodów zasilających $l=6m$, przekrój przewodów $S=1,5 \text{ mm}^2$

prąd – $I=0,05A$

$$S=1,45VA$$

$$S > 0,25S_{pn}=1,25VA \text{ dla } S_{pn} = 5VA$$

$$S < S_{pn} = 5VA$$

Dobiera się przekładniki napięciowe UMZ 24-1 20: $\sqrt{3}$ / 0,1: $\sqrt{3}$ kV; kl. 0,2, 5VA

Przekładniki napięciowe dobrane prawidłowo.

Warunek poprawnego doboru ze względu na spadek napięcia

$U_{2n}=100:\sqrt{3}V$	- napięcie nominalne strony wtórnej
$\Delta U_{\%dop}=0,5\%$	- dopuszczalny procentowy spadek napięcia
$S_p=5VA$	- moc znamionowa uzwojenia pomiarowego
$\Delta S_l=1,3VA$	- straty mocy w cewce napięciowej licznika
$l=2m$	- długość wtórnych obwodów pomiarowych
$s=1,5mm^2$	- przekrój wtórnych obwodów pomiarowych

$$\Delta U = \frac{\Delta S_l * l}{U_{2n} * \gamma_{Cu} * s} = \frac{1,3 * 6}{(100/\sqrt{3}) * 57 * 1,5} = 0,001578V$$

$$\Delta U_{\%} = \frac{\Delta U}{U_{2n}} * 100\% = \frac{0,001578}{(100/\sqrt{3})} * 100\% = 0,00273\%$$

$0,00273 \leq 0,5\%$ - warunek jest spełniony

6.5 Obliczenia uziemienia dla stacji transformatorowej

Całkowity prąd zwarcia doziemnego:

$$I_{zw} = \sqrt{I_{AWSCz}^2 + I_c^2} = \sqrt{20^2 + 27^2} = 28,28A$$

$I_E = rI_{zw}$ - prąd uziomowy $r=0,6$ (sieć kablowa)

$$I_E = 0,6 * 28,28A = 16,9A$$

Zakłada się, że wokół stacji zostanie ułożony otok na głębokości 0,5m z taśmy stalowej FeZn, co traktowane jest jako dodatkowy środek M1.2 wg. normy PN-E-05115, ograniczający napięcia dotykowe rażeniowe i pozwalający na zastosowanie następującej zależności.

$$U_E < 4U_{Tp}(t_F)$$

$$U_{Tp}(5,1sek) = 81V$$

$$U_E < 4 * 81 = 324V$$

Rezystancja układu uziomowego stacji transformatorowej $R_E \leq U_E/I_E$

$$R_E = \frac{U_E}{I_E} = \frac{324}{16,9} \leq 19,1\Omega$$

Wzorując się na wytycznych budowy uziemień sieci przedsiębiorstwa energetycznego należy przyjąć minimalną wartość uziemienia $R_E < 5 \Omega$

Dobór wartości uziemienia stacji i sieci nn jako środka przed wynoszeniem potencjału do sieci nn

1) warunek I – zapewnienie właściwych potencjałów w sieci nn podczas doziemienia po stronie SN stacji

Punkt neutralny sieci elektroenergetycznej nn i połączone z nim przewody PEN (PE) tej sieci mogą być połączone z uziemieniem urządzeń średniego napięcia, jeżeli napięcie uziomowe U_E uziomu o wypadkowej rezystancji R_B występujące przy zwarciu w sieci średniego napięcia nie wywoła w sieci nn zagrożenia porażeniowego. Zagrożenie nie wystąpi, jeżeli rezystancja wypadkowa całego układu uziomowego R_B spełni warunek:

$$R_B \leq \frac{U_F(t)}{r I_{K1}''} = \frac{U_F(5sek)}{I_E} = \frac{68}{16,9} = 4\Omega$$

Wokół stacji wykonać uziom otokowy w odległości 1m od zarysu stacji na głębokości 0,5m. Do uziomu przyłączyć przewody uziemiające uziemienia ochronnego SN, przewód uziemienia szyny PEN rozdzielnicz nn i przewód uziemienia roboczego nn wyprowadzone ze stacji.

Dokonać pomiarów rezystancji wypadkowej uziemienia stacji (metodą techniczną). W razie konieczności rozbudować uziomy i powtórzyć pomiary.

2) warunek II- ograniczenie do wartości dopuszczalnych napięć rażeniowych pojawiających się podczas zwarć doziemnych w sieci niskiego napięcia poprzez część niepołączoną z przewodem PEN (PE). Zagrożenie nie wystąpi jeżeli spełniony będzie warunek.

$$R_B \leq R_E \frac{50}{U_0 * 50}$$
$$R_B \leq 10 \frac{50}{230 * 50} \leq 2,78 \Omega$$

gdzie:

R_B – wypadkowa rezystancja wszystkich uziemień punktów neutralnych i przewodów PEN (PE) linii napowietrznych i linii tworzących sieć elektroenergetyczną, w których możliwe jest zwarcie doziemne z pominięciem przewodów PEN (PE),

50V – najwyższe dopuszczalne długotrwałe napięcie dotykowe, w V,

U_0 – napięcie znamionowe sieci względem ziemi (wartość skuteczna), w V,

R_E – minimalna rezystancja między przewodem fazowym i ziemią odniesienia w miejscu zwarcia, w Ω ; jeżeli ustalenie wartości R_E jest trudne, można przyjąć $R_E=10\Omega$

- **Obliczenie projektowanego uziemienia dla stacji**

Dane do obliczeń:

Uziom taśmowy otokowy- bednarka stal. ocynk 40x4mm

Obliczenia dla uziomu otokowego:

ρ – rezystywność gruntu – 300 Ω m

L- długość uziomu poziomego w 19m

d – połowa szerokości uziomu z taśmy – 0,02m

R_{ET} - uziom (poziomy) otokowy stacji na głębokości 0,5m.

$$R_{ET} = \frac{\rho}{\pi L} \ln \frac{2L}{d} = \frac{300}{3,14 \cdot 19} \ln \frac{2 \cdot 19}{0,02} = 25,3 \Omega$$

Obliczenia dla uziomu pionowego- przy stacji 1szt i na końcu taśmy uziemienia:

R_{EP} – uziom pionowy

h – długość pręta – 12m

d_1 – średnica pręta – 0,02m

$$R_{EP} = \frac{\rho}{2 \cdot \pi \cdot h} \cdot \ln \frac{4 \cdot h}{d_1} = \frac{300}{2 \cdot 3,14 \cdot 12} \cdot \ln \frac{4 \cdot 12}{0,02} = 31 \Omega$$

Obliczenia dla uziomu poziomego (taśma wyprowadzona ze stacji wzdłuż kabla SN):

ρ – rezystywność gruntu – 300 Ω m

t – głębokość zakopania taśmy – 1m

d – połowa szerokości uziomu z taśmy – 0,02m

L – długość uziomu – 110m

$$R_{ET} = \frac{\rho}{\pi L} \ln \frac{2L}{d} = \frac{300}{3,14 \cdot 110} \ln \frac{2 \cdot 110}{0,02} = 4,9 \Omega$$

Po połączeniu instalacji uziomowych wartość szacunkowa rezystancji stacji wyniesie:

$$\mathbf{R_E = 3,3 \Omega}$$

Szacunkowa rezystancja wypadkowa z układem uziomowym sieci nn wyniesie $\mathbf{R_B = 2,6 \Omega}$

Jeżeli wypadkowa rezystancja całego układu uziomowego nie pozwoli na uzyskanie wartości wymaganej należy dopić kolejne uziomy pionowe na trasie bednarki.

6.6. Dobór bezpieczników średniego napięcia

$$I_N = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p \cdot \cos \varphi} = \frac{1000}{\sqrt{3} \cdot 21 \cdot 0,99} = 29,2 A$$

Prąd znamionowy transformatora po stronie średniego napięcia

$$I_b = (2 \div 2,5) I_N = 58,4 A$$

Należy przyjąć wartość znormalizowaną bezpiecznika 63A

7 ZESTAWIENIE PODSTAWOWYCH MATERIAŁÓW

LP	Material	Ilość
STACJA TRANSFORMATOROWA		
1.	Stacja kontenerowa typu MRw-bpp 20/1000-3/4P kompletna wg. opisu i schematów: Rozdzielnia SN 3 polowa typu Rotoblok SF (LPT) Rozdzielnia nN typu RN-W 8 polowa (8pól wyposażonych i 2poła rezerwy bez wyposażenia) rozłącznik główny typu INP - 2000A 3polowy gabaryty zewnętrzne stacji (dł. x szer. x wys.) 4 260 x 2 410 x 2 780 [mm]; komora transformatorowa przystosowana do transformatora o mocy max. 1000 kVA; Układ pomiarowy pośredni wg opisu rysunków z przekładnikami: prądowe TPU 60.11 30/5A, kl 0,2s; 5VA, FS5, Ith= 500xIIn legalizowane, z trwale wygrawerowaną w obudowie przekładnika przekładnią napięciowe UMZ 24-1 20:√3 / 0,1:√3 kV; kl. 0,2, 5VA Moduł CU-P42 z anteną Listwa PxC SKA04 UPS 350VA przystosowany do plombowania	1kpl
2.	Podsypka piaskowa żwir gruby	5m ³
3.	Podsypka piaskowa	3m ³
4.	Płytki 0,5x0,5	6,0m ²
5.	Obrzeża	20mb
6.	Fundamenty betonowe zabezpieczające przed obsuwaniem się ziemi na skarpie (ujęte w tomie architektonicznym)	1kpl
7.	Odtworzenie uszkodzeń muru oporowego	1kpl
8.	Transformator 1000kVA 21/0,4 kV/kV	1 szt.
9.	Wkładka bezpiecznikowa SN 63A	3 szt.
10.	Taśma stalowa ocynkowana FeZn 40x4	20m
11.	Pręty uziemienia ø20 o dł. 1,5m	8kpl
LINIA KABLOWA SN		
12.	Kabel XRUHAKXS 1x120/25mm ²	660m
13.	Folia kalandrowa czerwona	130m
14.	Piasek	4m ³
15.	Rura osłonowa DVR 160	80m
16.	Głowice kablowe wewnętrzne CHE-I 24kV 70-150 Cellpack	2kpl
17.	Bednarka ocynkowana FeZn 40x4	125m
18.	Pręty uziomowe z osprzętem (ø20 FeZn)	8kpl
19.	Prace odtworzeniowe nawierzchnię na trasie kabla	1kpl
LINIA nn		
20.	Kabel YKXS 1x185mm ²	1900m
21.	Złącze rozdzielczo sterujące wg dokumentacji wykonawczej wg opracowania indywidualnego wykonawcy (zabezpieczenia obwodów nn, ochronniki przepięciowe, sterowanie kablami grzejnymi)	5kpl
22.	Kable grzewcze ekranowane XLPE z powłoką MDPE IPX7, 220-240V kable zasilające od złączy sterujących 2x1,5 mm ² z ekranem) z kablami zasilającymi zimnymi 2x4mm ² z ekranem, kable czujników temperatury, czujniki temperatury gruntu.	1kpl dla wymaganej powierzchni murawy
23.	Bednarka ocynkowana FeZn 30x4	130m
24.	Pręty uziomowe z osprzętem (ø20 FeZn)	24kpl
25.	Przewierty pod nawierzchnią asfaltową od złącz ZK do murawy	5kpl (13m dł)