

LOTRONIC Light System Sp. z o.o.
40-082 Katowice ul. Sobieskiego7
tel / fax : (0-32) 253-050-21 / 253-05-22
NIP : 631-22-91-192
KRS: 0000099379
e-mail: katowice@lotronic.com.pl



STUDIO ARCHITEKTURY ARKADIUSZ PŁOMECKI

INWESTOR: MUZEUM ŚLĄSKIE W KATOWICACH
Katowice ul. Al. Korfantego

ZADANIE INWESTYCYJNE:

**ADAPTACJA WARSZTATU ELEKTRYCZNEGO NA BUDYNEK
TECHNICZNY WRAZ Z SIECIAMI KANALIZACJI SANITARNEJ,
WÓD OPADOWYCH I DOŁOWYCH, WODOCIĄGOWEJ,
STACJĄ TRANSFORMATOROWĄ NA TERENIE PÓŁNOCNEJ CZĘŚCI
TERENU MUZEUM ŚLĄSKIEGO W KATOWICACH.
PROJEKT ROZBIÓRKI BARAKÓW I BUDYNKU MIESZKALNEGO NA
TERENIE PRZEKAZANYM PRZEZ MIASTO KATOWICE DLA MUZEUM
ŚLĄSKIEGO.**

ADRES: Katowice ul. Kopalniana

PROJEKT BUDOWLANO-WYKONAWCZY INSTALACJE ELEKTRYCZNE

PROJEKTOWAŁ:

inż. Edward Moroz

upr. nr 120/75 ,

mgr inż. Bogusław Szpetman

upr. nr 177/91 ,

SPRAWDZIŁ:

mgr inż. Krzysztof STALMACH

upr. nr 137/90 ,

Katowice sierpień 2009

**PW Instalacje elektryczne – budynek M46
– nowa siedziba Muzeum Śląskiego**

**STRONA
1**

**STUDIO ARCHITEKTURY
ARKADIUSZ PŁOMECKI**

2. SPIS TREŚCI

1. Strona tytułowa

2. Spis treści

3. Założenia

3.1 Podstawa opracowania

3.2 Założenia techniczne

3.3 Zakres opracowania

4. Opis techniczny

4.1 Układ zasilania

4.2 Pomiar energii elektrycznej

4.3 Charakterystyka projektowanej stacji

4.4 Usytuowanie projektowanej stacji

4.5 Rozdzielnica średniego napięcia 1RSN-20kV

4.6 Transformatory zasilające

4.7 Włączenie projektowanej stacji do sieci SN-20kV

4.8 Główny wyłącznik prądu

4.9 Zabezpieczenie antykorozyjne

4.10 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

4.11 Rozdzielnice główne niskiego napięcia

4.12 Obliczenia techniczne

5. Uwagi końcowe

6. Spis rysunków

6.1. Schemat ideowy układu zasilania stacja transformatorowa 1ST

rys. nr EW-01.1ST

6.2 Schemat ideowy rozdzielnicy 1RSN-20kV

rys. nr EW-02.1ST

6.3 Schemat zestawieniowy rozdzielnicy 1RSN-20kV

rys. nr EW-03.1ST

6.4 Lokalizacja punktów pomiarowych energii elektrycznej w rozdzielnicy 1RSN-20kV

rys. nr EW-04.1ST

6.5 Lokalizacja urządzeń elektrycznych w pomieszczeniach stacji transformatorowej 1ST

rys. nr EW-05.1ST

6.6 Plan uziemienia i połączeń wyrównawczych w pomieszczeniach stacji transformatorowej 1ST

rys. nr EW-06.1ST

6.7 Pomieszczenia stacji transformatorowej 1ST – wytyczne budowlane

rys. nr EW-07.1ST

6.8 Pomieszczenia stacji transformatorowej 1ST – wytyczne dla wentylacji

rys. nr EW-08.1ST

6.9 Rzut parteru – Plan instalacji elektrycznej wewnętrznej

rys. nr EW-09.1ST

6.10 Rzut piętra – Plan instalacji elektrycznej wewnętrznej

rys. nr EW-10.1ST

6.11 Stacja transformatorowa 1ST. Rozdzielnica potrzeb własnych 1RPW

rys. nr EW-11.1ST

6.12 Stacja transformatorowa 1ST. Schemat ideowy układu sterowania wentylatora w pomieszczeniu rozdzielnicy nN-0.4kV

rys. nr EW-11.1.1ST

6.13 Stacja transformatorowa 1ST. Schemat ideowy układu sterowania wentylatora w komorze transformatora 1TR3

rys. nr EW-11.2.1ST

6.14 Stacja transformatorowa 1ST. Rozdzielnica potrzeb własnych RPW-1

rys. nr EW-12.1ST

6.15 Lokalizacja ekranów elektromagnetycznych

rys. nr EW-13.1ST

6.16 Schemat ideowy układu głównego wyłącznika prądu

rys. nr EW-14.1ST

6.17 Schemat ideowy rozdzielnicy 3RG

rys. nr EW-15.1ST

6.18 Lokalizacja instalacji słaboprądowych w pomieszczeniach stacji transformatorowej 1ST poz. parteru

rys. nr EW-16.1ST

6.19 Lokalizacja instalacji słaboprądowych w pomieszczeniach stacji transformatorowej 1ST poz. Piętra

rys. nr EW-17.1ST

6.20 Lokalizacja instalacji zewnętrznych budynek stacji transformatorowej 1ST poz. piętra

rys. nr EW-18.1ST

6.21 Zestawienie szafy LAN, instalacje słaboprądowe

rys. nr EW-19.1ST

6.22 Schemat ideowo-montażowy zestawu gniazd wtykowych

rys. nr EW-20.1ST

6.23 Rzut dachu – plan instalacji odgromowej

rys. nr EW-21.1ST

6.24 Instalacja odgromowa-widok typowej elewacji.
6.25 Plan instalacji oświetlenia elewacji – Elewacja południowa
6.26 Plan instalacji oświetlenia elewacji – Elewacja północna
6.27 Plan instalacji oświetlenia elewacji – Elewacja wschodnia
6.28 Plan instalacji oświetlenia elewacji – Elewacja zachodnia

rys. nr EW-22.1ST
rys. nr EW-23.1ST
rys. nr EW-24.1ST
rys. nr EW-25.1ST
rys. nr EW-26.1ST

3. ZAŁOŻENIA

Opracowanie niniejsze stanowi projekt wykonawczy stacji transformatorowej 1ST 20/0.4kV 630kVA Etap 1 zlokalizowanej w budynku M46 Nowego Muzeum Śląskiego przy ul. Kopalnianej w Katowicach.

3.1 Podstawa opracowania

1. Zalecenia inwestora
2. Obowiązujące przepisy w tym zakresie.
3. Uzgodnienia międzybranżowe.

Uwaga:

Linie kablowe zasilające SN-20kV wyprowadzone będą z rozdzielnic SN-20kV zlokalizowanych w złączach kablowych SN-20kV zlokalizowanych w granicy działki Inwestora, złącza kablowe zostaną zabudowane kosztem i staraniem Vattenfall w ramach podpisanej umowy przyłączeniowej.

3.2 Założenia techniczne

Projekt wykonawczy Etap 1 stacji transformatorowej 1ST wbudowanej w budynek M46 dla zasilania w energię elektryczną instalacji elektrycznych wewnętrznych w istniejących obiektach budowlanych położonych na terenie Nowego Muzeum Śląskiego opracowano na podstawie:

- danych wyjściowych określonych przez Inwestora,
- danych wyjściowych określonych przez biuro architektoniczne
- danych wyjściowych zawartych w warunkach przyłączenia wydanych przez Vattenfall,

3.3 Zakres opracowania

Projekt swoim zakresem obejmuje:

- lokalizację stacji transformatorowej 1ST w budynku,
- wyposażenie stacji w urządzenia średniego napięcia dla potrzeb Inwestora
- dobór nastaw zabezpieczeń transformatorów ,

Przewiduje się iż projektowana stacja transformatorowa 1ST realizowana będzie w dwu etapowo:

Etap 1.

Przygotowanie pomieszczeń pod względem budowlanym dla zainstalowania wszystkich urządzeń wyposażenia elektrycznego Etap 1 i Etap 2,

Montaż instalacji elektrycznych wewnętrznych w całym budynku wg. potrzeb Inwestora,

Montaż wyposażenia elektrycznego przewidzianego w etapie nr 1,

- rozdzielnica 1RSN-20kV sekcja nr 1 i 2.
- transformator 1TR3 630kVA 20/0.4kV,
- rozdzielnica 1RG3 dla zasilania sieci i instalacji nN-0.4kV
- montaż i uruchomienie układu pomiarowego energii elektrycznej dla etapu nr 1 po podpisaniu umowy

przyłączeniowej.

Etap 2.

Montaż transformatorów 1TR1 i 1TR2 2000kVA 20/0.4kV każdy,

Montaż rozdzielnic 1RG1 i 1RG 2 wraz z przynależnymi bateriami kondensatorów,

Przebudowa układu pomiarowego i dostosowanie do potrzeb inwestora wzrost mocy przyłączeniowej

Układ pomiarowo rozliczeniowy energii elektrycznej zlokalizowany w stacji transformatorowej 1ST poza zakresem niniejszego opracowania.

4. OPIS TECHNICZNY

4.1 Układ zasilania

Dla całego obiektu MUZEUM ŚLĄSKIE przewidziano zasilanie podstawowe i rezerwowe.

Zgodnie z wydanym przez Vattenfall warunkami przyłączenia do sieci elektroenergetycznej dla pokrycia zapotrzebowania na moc elektryczną dla projektowanego Muzeum Śląskiego należy wybudować złącza kablowe SN-20 kV /osobno dla zasilania podstawowego i rezerwowego/ zlokalizowane w granicy ogrodzenia działki z dostępem dla służb eksploatacyjnych Vattenfall. Proponuje się zastosować złącza kablowe typu ZK-SN/TPM24-3/LLL produkcji ZPUE Włoszczowa jako typowe stosowane w Vattenfall. W każdym złączu kablowym zainstalować rozdzielnicę 20 kV typu TPM 24w izolacji SF6 w układzie LLL.

Projektowane złącza kablowe 20 kV zostaną wykonane kosztem i staraniem Vattenfall jako dostawcy energii elektrycznej i pozostaną w jego eksploatacji.

Dla potrzeb odbiorcy należy zaprojektować rozdzielnicę główną 1RSN-20kV dwu sekcijną np. w izolacji SF6 zlokalizowaną na terenie muzeum przewiduje się zabudowę tej rozdzielniczy w projektowanej stacji transformatorowej 1ST zlokalizowanej w istniejącym budynku M46. Rozdzielnicę 1RSN-20kV wyposażać wg. potrzeb użytkownika.

Rozdzielnica 1RSN-20 kV stanowić będzie główny element rozdziału energii elektrycznej, zasilana będzie dwoma projektowanymi liniami kablowymi typu 3xXUHAKXS 1x240/50mm²-12/20kV wyprowadzonymi ze złącz kablowych 20kV zlokalizowanych w granicy działki. Lokalizacja wszystkich elementów układu zasilania przedstawiona zostanie na całościowym planie zagospodarowania terenu przygotowanego dla Inwestora.

Jedna z projektowanych linii kablowych stanowić będzie zasilanie podstawowe natomiast druga zasilanie rezerwowe. Sekcja nr 1 zasilana będzie linią kablową zasilania podstawowego wyprowadzoną ze złącza kablowego 1ZKSN-20kV natomiast sekcja nr 2 zasilana będzie linią kablową zasilania rezerwowego wyprowadzoną ze złącza kablowego 2ZKSN-20kV. W przypadku awarii jednego z ciągów zasilania drugi automatycznie przejmować będzie całość obciążenia, do czasu usunięcia awarii czynnym przyłączem pokrywane będzie całe zapotrzebowanie na moc elektryczną.

Ze względu na rodzaj terenu jak również przewidywane prace ziemne związane z budową budynku głównego i remontu istniejących budynków muzeum kable zasilające rozdzielnicę 1RSN-20kV prowadzone będą na całej długości w kanalizacji kablowej. Projektowaną kanalizację kablową dwuotworową wykonać z rur ochronnych dwuwarstwowych o zwiększonej wytrzymałości mechanicznej typu DVK160.

Projekt swoim zakresem nie obejmuje ww. kanalizacji kablowej. W miejscu przejścia kabli przez ścianę budynku stacji transformatorowej zastosować szczelne przepusty kablowe np. typu. HSI-90 lub HSI-150.

Zainstalowana w stacji transformatorowej 1ST rozdzielnica 1RSN-20kV w wykonaniu dwusekcyjnym zasilana będzie dwoma niezależnymi liniami kablowymi SN-20kV. Przewiduje się iż rozdzielnica 1RSN-20kV instalowana będzie w pierwszym etapie inwestycji wg. potrzeb inwestora.

Z rozdzielnic 1RSN-20kV zasilane będą wszystkie jednostki transformatorowe 20/0.4kV – 2000kVA i 630kVA zlokalizowane w osobnych komorach transformatorowych w stacji transformatorowej 1ST oraz jednostki transformatorowe 20/0.4kV 2500kVA oznaczone 2TR1 i 2TR2 zlokalizowane w stacji transformatorowej 2ST w budynku głównym muzeum część południowa. Przewiduje się iż w normalnym układzie pracy zainstalowane jednostki transformatorowe pracować będą przy współczynniku obciążenia około 0.6.

Docelowo po zrealizowaniu docelowego układu zasilania zainstalowane jednostki transformatorowe 1TR1 i 1TR2 pracować będą w układzie rezerwy utajonej tzn. w przypadku awarii jednego z dwóch niezależnych ciągów zasilania drugi natychmiast przejmuje pełne obciążenie uszkodzonego fragmentu sieci.

W celu zapewnienia wysokiego stopnia bezpieczeństwa pożarowego zaprojektowano transformatory suche /z izolacją samo gasnącą / ustawione w oddzielnych komorach transformatorowych. Proponuje się zastosowanie transformatorów suchych spełniających odpowiednie wymogi p.poż.. Transformatory te należy wyposażać w moduły zabezpieczenia termicznego sterujące wentylatorami wyciągowymi osobno dla każdego transformatora. Niezależna komora dla każdego transformatora oraz moduł zabezpieczenia termicznego pozwalają na okresowe przeciążenie transformatora co może mieć szczególne znaczenie w stanach awaryjnych sieci zasilającej SN-20 kV. .

W celu ograniczenia drgań emitowanych przez pracujące transformatory zastosować należy fabrycznie dostarczane wibroizolatory. Sposób zabudowy wibroizolatorów wg typowych wytycznych producenta.

W pierwszym etapie realizacji inwestycji zainstalowany będzie transformator 1TR3 630kVA 20/0.4kV zasilany on będzie rozdzielnicę główną nN-0.4kV 1RG3. transformator 1TR3 zasilany będzie z pola rozdzielniczy 1RSN-20kV wyposażonego w rozłącznik bezpiecznikowy stanowiący zabezpieczenie zwarciove i przeciążeniowe dla zasilanego transformatora. Schemat ideowy układu zasilania obiektu przedstawiono na rys. nr EW-01.1ST.

Uwaga!

Ze względu na możliwość zasilania transformatorów 1TR1 i 1TR2 z różnych sekcji rozdzielniczy średniego napięcia 1RSN-20kV **nie dopuszcza się w żadnym przypadku** łączenia instalacji elektrycznych wewnętrznych do pracy przy

równoległym zasilaniu.

Wszystkie czynności łączeniowe w takim wypadku powinny być wykonywane w stanie bez napięciowym.

4.2 Pomiar energii elektrycznej

Proponujemy aby zużycie energii elektrycznej dla całego obiektu rozliczane było w taryfie B21 dla zasilania podstawowego i zasilania rezerwowego. Ostatecznego wyboru taryfy rozliczeniowej dokona inwestor na etapie podpisywania umowy na dostawę energii elektrycznej.

Ze względu na sposób zasilania całego terenu muzeum oraz istnienie głównej stacji transformatorowej zlokalizowanej w budynku M46 układ pomiarowy energii elektrycznej zlokalizowany będzie w budynku stacji transformatorowej 1ST. Tablicę układu pomiarowego /pośredniego/ zlokalizowano w pomieszczeniu rozdzielnic głównej nN 1RG3 w stacji transformatorowej 1ST.

Instalacje wewnętrzne zostały tak zaprojektowane i tak będą sterowane aby w stanach awaryjnych nie dochodziło do przeciążenia żadnej z sekcji rozdzielnic 1RSN-20 kV ponad z góry określoną wartość mocy.

Ze względu na realizację stacji transformatorowej 1ST w dwóch etapach zachodzi konieczność wykonania układu pomiarowego energii elektrycznej niezależnie dla dwóch etapów realizacyjnych.

Dla każdego etapu przewidzieć należy inny poziom mocy przyłączeniowej, poziom ten powinien być każdorazowo uzgodniony z inwestorem i dla przyjętej wielkości mocy przyłączeniowej należy indywidualnie dopasować układ pomiarowy energii elektrycznej i uzgodnić z Vattenfall.

4.3 Charakterystyka projektowanej stacji

Projektowana stacja transformatorowa wbudowana 1ST wyposażona jest w rozdzielnicę 1RSN- 20 kV – docelowo dwusekcyjną 12 połową.

Przewiduje się iż projektowana stacja transformatorowa 1ST po wybudowaniu w całości będzie własnością Inwestora. Rozwiązanie konstrukcyjne stacji przewidują obsługę rozdzielnic średniego napięcia tylko przez służby eksploatacyjne inwestora /drzwi wejściowe tylko z korytarza wewnętrznego stacji transformatorowej lub z zewnątrz budynku.

Rozwiązania konstrukcyjne rozdzielnic średniego napięcia oparto na typowych rozwiązaniach f-my ZPUE Włoszczowa z zastosowaniem pól w izolacji SF6 i wyłączników próżniowych w polach transformatorowych jak również wyłączników próżniowych w polach zasilających i sprzęgłowym pracujących w układzie SZR.

Rozdzielnica 1RSN-20kV ustawiona będzie na posadzce betonowej zabudowanej w wydzielonym pomieszczeniu pod każdą sekcją rozdzielnic wykonany będzie kanał kablowy . W celu zapewnienia prawidłowego podłączenia kabli zasilających i odpływowych każdą sekcję rozdzielnic 1RSN-20kV należy ustawić na fabrycznie wykonanej ramie stalowej o wysokości około 10mm. Dla nowoprojektowanej stacji transformatorowej 1ST zaprojektowano wykonanie wspólnego uziemienia ochronnego i roboczego.

4.4 Usytuowanie projektowanej stacji

Stacja transformatorowa stanowi wydzieloną strefę pożarową i jest wydzielone drzwiami EI60 od pozostałych pomieszczeń budynku M46.

Pomieszczenia dla rozdzielnic 1RSN, transformatorów, rozdzielnic nN są dostosowane do warunków wynikających z architektury obiektu oraz do gabarytów, ciężaru, poziomu hałasu, a także wymaganych odstępów i odległości oraz wytycznych budowlanych producentów urządzeń i wymagań eksploatacyjnych instalowanych urządzeń.

Wszystkie ściany zewnętrzne, stropy i podłogi stacji są żelbetowe i zapewniają odporność pożarową REI 120, przepusty dla wyprowadzania linii kablowych należy zabezpieczyć pożarowo zapewniając odporność ogniową EI120, poprzez uszczelnienie np. masą ognioochronną PROMASEAL / w zależności od rodzaju przejścia i układu oraz ilości linii kablowych.

Proponowany producent: PROMAT

Drzwi do pomieszczeń z rozdzielnicami we wszystkich pomieszczeniach stacji mają być wyposażone w zamki i klamki umożliwiające wejście do pomieszczeń przy pomocy kluczy, natomiast wyjście tylko przez nacisk na klamkę .

W stacji zaprojektowano:

- rozdzielnicę 20 kV 1RSN,
- transformator suchy 1TR3 w wydzielonej komorze transformatorowej,
- rozdzielnicę nN 1RG3,

Rozdzielnicę 1RSN-20kV pozostanie w eksploatacji użytkownika,

Komory transformatorowe

Komora transformatorowa zlokalizowana zostanie zgodnie z planem instalacji. Transformator powinien być zamontowany na odpowiednich szynach jezdnym, zamocowanych do konstrukcji nośnej w komorze. Transformatory należy ustawić na wibroizolatorach zalecanych i dostarczanych przez producenta transformatorów w celu ograniczenia drgań przenoszonych do konstrukcji budynku.

W komorach należy wykonać wentylację mechaniczną, ujętą w projekcie wentylacji obiektu.

W komorach transformatorowych należy zamontować odpowiednie barierki ochronne przy drzwiach wejściowych.

Poziom montaż: 0,6m i 1,2m.

4.5 Rozdzielnica średniego napięcia 1RSN-20kV

Do zasilania stacji transformatorowej 1ST w energię elektryczną zaprojektowano małogabarytową rozdzielnicę wewnętrzną średniego napięcia w izolacji 24 kV w izolacji SF6 produkcji f-my ZPUE Włoszczowa, pola transformatorowe wyposażono w rozłączniki bezpiecznikowe lub wyłączniki np. próżniowe.

Rozdzielnica 1RSN-20kV jest elastyczną w zastosowaniu małogabarytową rozdzielnicą z izolacją SF6. Poszczególne pola łączone są ze sobą w rozdzielnicę zgodnie z życzeniem klienta. Proponowana konstrukcja zapewnia pełną elastyczność, wymaga minimalnej obsługi eksploatacyjnej.

Rozdzielnicę docelowo zaprojektowano jako dwusekcyjną ustawioną przyściennie w wydzielonym pomieszczeniu stacji transformatorowej 1ST. Każda sekcja rozdzielnicy zostanie ustawiona nad kanałem kablowym. W pomieszczeniu rozdzielnic 1RSN-20kV przewidziano wentylację grawitacyjną przy pomocy otworów wentylacyjnych wykonanych w drzwiach wejściowych.

4.6 Transformatory zasilające

W projektowanej stacji transformatorowej 1ST przewiduje się zainstalowanie jednej jednostki transformatorowej 1TR3 o mocy jednostkowej 630kVA /etap 1/ .

Połączenie transformatora po stronie górnego napięcia z rozdzielnicą 1RSN-20kV przewidziano wykonać kablami typu 3 x XUHAKXS 1 x 70 mm²-12/20kV.

Podłączenie kabla do zacisków transformatora wykonać przy pomocy głowic kablowych f-my Raychem.

Połączenia po stronie niskiego napięcia zaprojektowano kablem 7xYKXS 1x240mm².

W komorach transformatorowych zabudować należy wentylatory wyciągowe, wentylatory sterowane będą w zależności od temperatury uzwojeń transformatora oraz termostatem zabudowanym w komorze transformatorowej. W tym celu układ sterowania wentylatorów należy wyposażyć w regulator temperatury /dostarczany z transformatorem/ przeznaczony do wykrywania przekroczenia temperatury uzwojeń transformatora.

Dzięki zastosowaniu tego typu zabezpieczeń istnieje możliwość trwałego przeciążenia transformatora co może mieć szczególne znaczenie w przypadku awarii jednego z ciągów zasilania.

4.7 Włączenie projektowanej stacji do sieci SN-20kV

Docelowo każda sekcja rozdzielnic 1RSN-20kV zasilana będzie z niezależnego źródła zasilania .
Sekcja nr 1 zasilana będzie linią kablową typu 3xXUHAKXS 1x240 mm² -12/20 kV z rozdzielnic SN-20kV zlokalizowanej w złączu kablowym eksploatowana będzie przez służby eksploatacyjne Muzeum Śląskiego.
Sekcja nr 2 zasilana będzie linią kablową typu 3xXUHAKXS 1x240 mm² -12/20 kV z rozdzielnic SN-20kV zlokalizowanej w złączu kablowym eksploatowana będzie przez służby eksploatacyjne Muzeum Śląskiego.

4.8 Główny wyłącznik prądu

Stacja transformatorowa zlokalizowana jest w wydzielonych pomieszczeniach stanowiących wydzieloną strefę pożarową w budynku M46. Taka lokalizacja pozwala na wyposażenie instalacji elektrycznej wewnętrznej w układ głównego wyłącznika prądu pożarowego działającego na wyłączniki w polach dopływowych do rozdzielnic głównej nN-0.4kV 1RG. Po zrealizowaniu etapu 2 do układu głównego wyłącznika prądu należy dołączyć wyzwalacze wzrostowe zamontowane w wyłącznikach dopływowych do rozdzielnic 1RG1 i 1RG2.

Każdorazowo zadziałanie wyłącznika prądu pożarowego może nastąpić tylko po ręcznym uruchomieniu przez pracownika ochrony bądź dowodzącego akcją gaśniczą.

Zgodnie z zaleceniem rzeczoznawcy ds. p.poż. przycisk głównego wyłącznika prądu pożarowego zlokalizowano w pomieszczeniu technicznym budynku M46 oraz jeden dodatkowy przycisk zlokalizowany w pomieszczeniu rozdzielnic 1RG3 w stacji transformatorowej 1ST.

Przyciski te każdy niezależnie pełnić będzie rolę głównego wyłącznika prądu pożarowego dla całego budynku. W przypadku zadziałania zainstalowanego układu głównego wyłącznika prądu pożarowego powinien on generować impuls wyłączający dla urządzenia UPS jeśli będzie zainstalowany. Wzajemne połączenia kablowe między elementami pracującymi w układzie sterowania głównego wyłączenia prądu pożarowego wykonać przewodem ognioodpornym o odporności ogniowej E90. Schemat ideowy przedstawiono na rysunku nr EW-14.1ST. W celu całkowitego wyłączenia wszystkich urządzeń elektrycznych zlokalizowanych w pomieszczeniach stacji transformatorowej 1ST należy ręcznie wyłączyć wyłączniki w polach zasilających rozdzielnic 1RSN-20kV.

4.9 Zabezpieczenie antykorozyjne

- Zgodnie z przepisami o ochronie antykorozyjnej przewidziano następujące zabezpieczenia:
1. Uziomy dla stacji transformatorowej należy wykonać z bednarki ocynkowanej FeZn 50x4mm, FeZn 30x4mm dla zabezpieczenia przed korozją zwykłą elektrolityczną połączenia zabezpieczyć warstwami ochronnymi na bazie lakierów asfaltowych lub podobnych,
 2. Przy połączeniach przewodów lub zacisków miedzianych z aluminium stosować złączki i podkładki Al-Cu. Wszelkie połączenia przewodów i żył kabli należy wykonać starannie po wcześniejszym oczyszczeniu końcówek.
 3. Wszystkie metalowe elementy konstrukcji nośnej stacji transformatorowej, elementy stalowe wykończenia tj. żaluzje w otworach wentylacyjnych, drzwi itp. powinny być zabezpieczone przez dwukrotne malowanie farbami podkładowymi i dwukrotne malowanie farbą nawierzchniową.
 4. Wszystkie elementy betonowe /fundamentowe/ zabezpieczyć środkami antykorozyjnymi na bazie lakierów asfaltowych.

4.10 Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym

Jako ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym w sieci 20 kV projektuje się – **uziemiaenie ochronne**.

W celu wykonania uziemień zarówno roboczych jak i ochronnych zaprojektowano sieć uziemień fundamentowych z bednarki ocynkowanej FeZn 50x4mm, FeZn 30x4mm. Z uziemieniem fundamentowym połączyć wszystkie przewody uziemiające wyprowadzone ze stacji transformatorowej, przewody uziemiające wykonać z bednarki ocynkowanej FeZn 30x4mm oraz lokalne szyny połączeń wyrównawczych prowadzonych na uchwytych dystansowych w pomieszczeniach stacji transformatorowej. Do sieci uziemień ochronnych połączyć wszystkie urządzenia i konstrukcje stalowe mogące znaleźć się pod napięciem oraz w zasięgu dotyku obsługi.

Uziemienie i sieć przewodów ochronnych wykonać zgodnie z obowiązującymi w tym zakresie przepisami, szczególną uwagę zwrócić na zachowanie ciągłości przewodów ochronnych.

Przed oddaniem do eksploatacji wykonać odpowiednie pomiary sprawdzające.

UWAGA !

Przed rozdzielnicą 1RSN na całej ich długości należy ułożyć dywaniki elektroizolacyjne.

Stację transformatorową 1ST wyposażać w sprzęt ochronny zgodnie z wymogiem stosownych przepisów w tym zakresie osobno stroną SN i nn.

- dywaniki izolacyjne przed szafami rozdzielnic,
- uziemiacze przenośne osobno dla strony SN i nN,
- wskaźniki napięcia osobno dla strony SN i nN,
- uchwyty izolacyjne osobno dla strony SN i nN,
- tabliczki ostrzegawcze wg. potrzeb,

Szczegółowo ilości niezbędnego sprzętu ochronnego uzgodnić z inwestorem, ilości te dopasować do potrzeb inwestora.

Jako dodatkową ochronę od porażen prądem elektrycznym w wewnętrznej sieci rozdzielczej nN-0.4kV zastosowano „samoczynne wyłączanie zasilania”.

Samoczynne wyłączenie zasilania realizowane będzie przez odpowiedni dobór wyzwalaczy zwarciovych w wyłącznikach kompaktowych lub bezpieczników topikowych.

Jako ochronę przeciwporażeniową w obwodach odbiorczych należy stosować wyłączniki różnicowo-pradowe.

W instalacjach wewnętrznych zaleca się instalowanie wyłączników różnicowoprądowych

f-my Moeller o odpowiednio dobranych parametrach prądowych / należy zastosować wyłączniki różnicowo prądowe na prąd upływu 0.03 A/ , które zapewniają szybkie wyłączenie zasilania.

Skuteczność ochrony przed porażeniem dla wyłączników zwarciovych i bezpieczników spełniona jest dla warunków:

$$Z_s \times I_a < U_o$$

gdzie: Z_s – impedancja pętli zwarcia

I_a – wartość prądu zapewniająca zadziałanie urządzenia odłączającego zasilanie

U_o – napięcie pomiędzy przewodami skrajnymi, a ziemią w V

Skuteczność ochrony przed porażeniem przy zastosowaniu wyłączników różnicowoprądowych jest spełniona jeśli zachodzi warunek:

$$R_a \times I_a < U_1$$

gdzie: R_a – rezystancja uziemienia części przewodzących dostępnych

I_a – wartość prądu zapewniająca samoczynne zadziałanie urządzenia ochronnego

U_1 – napięcie bezpieczne w V

Po wykonaniu instalacji skuteczność ochrony przed porażeniem należy sprawdzić przez pomiary w pełnym zakresie.

4.11 Rozdzielnice główne niskiego napięcia

Rozdzielnice główne niskiego napięcia 1RG3 /etap 1/, zasilająca instalacje i urządzenia w budynku niezbędna do prawidłowego funkcjonowania obiektu zlokalizowana będzie w pomieszczeniach stacji transformatorowej 1ST.

Docelowo rozdzielnica zasilana będzie z osobnego transformatora o mocy jednostkowej 630kVA.

Rozwiązania konstrukcyjne rozdzielnic 1RG3 oparto na typowych rozwiązaniach charakterystycznych dla rozdzielnic szafowych typu ZRW f-my ZPUE Włoszczowa z zastosowaniem aparatury rozdzielczej f-my Moeller.

Należy zwrócić szczególną uwagę na wytrzymałość zwarciovą zastosowanej aparatury.

W rozdzielnicy 1RG3 zainstalowane będą ochronniki przeciwprzepięciowe typu SP-B+C/3 stanowiące ochronę przeciwprzepięciową instalacji wewnętrznych.

W szafach rozdzielczych zastosowano tylko szyny miedziane oraz kable miedziane, w przypadku mniejszych przekrojów także znormalizowane systemy łączeniowe. Wszystkie elementy obudów szaf rozdzielczych jak poszczególnych elementów ich wyposażenia są połączone metalicznie z szyną ochronną PEN. Wszystkie obudowy rozdzielnic spełniają wymogi szczelności min IP31 zgodnie z zaleceniem inwestora.

Dane techniczne zastosowanej aparatury rozdzielczej są dostosowane do obciążenia i charakteru pól.

Wszystkie kable sterownicze w szafie są prowadzone w sposób oddzielny od reszty kabli.

Aparatura rozdzielcza jest wyposażona w niezbędne obwody zabezpieczeń i sygnalizacji. Wychodząc naprzeciw oczekiwaniom inwestora pole zasilające /dopływy z transformatora/ wyposażono w analizator parametrów sieci umożliwiając dokonywanie miejscowych odczytów przez obsługę lub zdalną transmisję danych pomiarowych do systemu BMS.

W rozdzielnicy 1RG3 przewidzieć miejsce /przedział / o wymiarach około 600x600mm na zabudowę sterownika systemu BMS budynku. Sam sterownik jak również jego układy zasilania i sterowania wchodzić będą w zakres systemu BMS budynku głównego muzeum. W tym przedziale zamontowana będzie listwa zbiorcza przyłączeniowa dla wszystkich sygnałów podłączonych do sterownika BMS a wyprowadzonych z rozdzielnic elektrycznych zabudowanych w budynku M-46. Układ listwy jak również kolejność sygnałów do niej przyłączonych na roboczo uzgodnić w czasie montażu z wykonawcą systemu BMS w budynku głównym muzeum.

W bezpośrednim sąsiedztwie rozdzielnicy głównej niskiego napięcia 1RG3 zabudowane zostanie baterie kondensatorów do automatycznej kompensacji mocy biernej. Bateria kondensatorów wyposażona będzie w 6 stopniowy regulator. Ze względu na przewidywane wyposażenie instalacji wewnętrznych w urządzenia elektroniczne w tym falowniki które generują wyższe harmoniczne prądu baterię wyposażyc w dławiki.

Baterię kondensatorów wyposażyc w kondensatory typu ..CDX o odpowiednio dobranych wielkościach zgodnie z wymogiem inwestora najniższy stopień regulacji to 2.5kVAr.

Kondensatory te posiadają nowoczesną konstrukcję są szczególnie odporne na zakłócenia wyższymi harmonicznymi i charakteryzują się przedłużonym okresem trwałości.

Z rozdzielnic 1RG3 w stacji transformatorowej 1ST przewidziano zarówno odpływy do zasilania urządzeń wyposażenia technicznego istniejących budynków jak i rozdzielnic do zasilania instalacji elektrycznych wewnętrznych w tych budynkach. Przy doborze sposobu zasilania przyjęto zasadę minimalizacji długości kabli zasilających oraz nie przekraczania mocy znamionowej zainstalowanego transformatora.

4.11.1 Instalacje wewnętrzne

Dokładne rozmieszczenie gniazd wtykowych uzależnione jest od rozmieszczenia urządzeń i dokonywane będzie na bieżąco po ustawieniu urządzeń.

W poszczególnych pomieszczeniach biurowych, socjalnych i technicznych zaprojektowano instalację gniazd wtyczkowych 230V przeznaczonych do celów ogólnych oraz do zasilania umiejscowionych w ich pobliżu odbiorników i urządzeń.

Dodatkowo dla potrzeb zasilania gniazd wtykowych zasilających sprzęt komputerowy przewidziano wydzieloną instalację gniazd wtykowych. Zasilanie instalacji gniazd wtykowych urządzeń komputerowych realizowane będzie z rozdzielnic wewnętrznej.

Instalację gniazd wtyczkowych należy wykonać przewodami z żyłami miedzianymi o przekroju poprzecznym min 2.5mm² prowadzonym nad stropem podwieszonym w korytkach kablowych K100H50, K50H50. Wraz z innymi instalacjami odejścia z koryt kablowych do osprzętu w przypadku ścian warstwowych, przewody prowadzić należy w giętkich rurkach PCV w szczelinie pod płytami gipsowymi lub pod tynkiem z użyciem osprzętu podtynkowego. Wszystkie gniazda wtyczkowe muszą posiadać kołki ochronne do których należy podłączyć przewód ochronny "PE". W instalacjach gniazd wtyczkowych używać osprzętu podtynkowy. W pomieszczeniach zaliczanych do kategorii wilgotnych i technicznych należy instalować osprzęt bryzgoszczelny, a gniazda instalować w odległości nie mniejszej niż 0,6 m od krawędzi umywalek. Gniazda instalować na wysokościach wg. wytycznych branży architektury. Wszystkie obwody gniazd wtyczkowych należy zabezpieczać w rozdzielnic zasilającej wyłącznikami różnicowo-prądowymi z członem nadmiarowym o czułości 30 mA. Ze względu na zastosowanie wyłączników różnicowo-prądowych w instalacjach odbiorczych należy stosować przewody w izolacji 750V. Z Instalacji gniazd wtykowych zasilana będzie instalacja ogrzewania budynku. Instalacja grzewcza wykonana zostanie przy pomocy grzejników elektrycznych wyposażonych w indywidualne termostaty. Grzejniki elektryczne zasilane będą z wydzielonych obwodów gniazd wtykowych rozmieszczonych w budynku na poziomie piętra.

4.12 Obliczenia techniczne

4.12.1 Obliczenie rezystancji uziemienia

Dopuszczalną wartość rezystancji uziemienia obliczono na podstawie warunków technicznych określonych przez Vattenfall.

Sieć rozdzielcza 20.0 kV pracuje z uziemionym przez rezystor punktem zerowym transformatora.

Uziemienia ochronne i robocze będą posiadały wspólny uziom.

Dopuszczalną wartość rezystancji uziemienia obliczono na podstawie warunków technicznych określonych przez Vattenfall

Wartość prądu zwarcia doziemnego wynosi 500 A.

$$U_{rd} = R_u \cdot I_{zd}$$

U_{rd} - dopuszczalne napięcie uziomowe

I_{zd} - max wartość prądu uziomowego przyjęto $I_{zd} = 500$ A

t_z - czas wyłączenia zwarcia doziemnego - do obliczeń przyjęto wartość typową dla sieci Vattenfall

$t_z = 0.3$ s /zwłoka czasowa zabezpieczeń i czas własny wyłącznika/

$U_{dr} < 380$ V /na podstawie PN-E-05151/

$$R_u < 0.76 \text{ Ohm}$$

Sieć uziemienia otokowego budynku M-46 łączyć z siecią uziemienia fundamentowego budynku głównego muzeum część południowa. Połączenie wykonać przy pomocy bednarki ocynkowanej FeZn 30x4mm, taśmę stalową ocynkowaną prowadzić we wspólnym wykopie pod kanalizacją kablową dla kabli zasilających SN-20kV prowadzoną do stacji transformatorowej 2ST. Tylko taki układ sieci uziemień fundamentowych jest w stanie zapewnić wymaganą rezystancję uziemienia.

Plan układu uziemienia przedstawiono na rysunku EW-06 obliczenia wykonano przy założeniu rezystancji gruntu :

$$100 \text{ Ohm/m}$$

$$L \sim 2500 \text{ m}$$

$$S_u \sim 25\,500 \text{ m}^2$$

spodziewaną rezystancję uziemienia wyznaczono na podstawie wzorów uproszczonych

$$\rho \quad \sqrt{\pi} \quad \rho$$

$$R_{uz} = \frac{---}{4} * \frac{-----}{S_u} + \frac{-----}{L} \sim 0.33 \text{ ohm}$$

$$U_r = R_{uw} * I_{zd} = 0.33 * 500 = 165 \text{ V}$$

$$U_{dr} = 400 \text{ V} > U_r = 165 \text{ V}$$

Przed przekazaniem do eksploatacji stacji transformatorowej wykonać pomiary napięć rażeniowych w pomieszczeniach stacji.

4.1.2.2 Rozdzielnica 1RSN-20kV pola 9 i 12

Z pola nr 9 i 12 są zasilane jednostki transformatorowe 2TR1 i 2TR2 /20/0.4kV 2500kVA/ zlokalizowane w stacji transformatorowej 2ST.

Na podstawie bilansu mocy zapotrzebowanej załączonego do projektu wykonawczego nr 3.2.2.6.9 nN z dn.15.01.2010 max obciążenie transformatora 2TR1 wynosi około 1690 kW natomiast transformatora 2TR2 wynosi około 1780 kW.

Moc elektryczną niezbędną do zasilania odbiorników pożarowych zbilansowano na poziomie około 480kW, odbiorniki te zasilane będą z rozdzielnic 2RGP zlokalizowanej w stacji transformatorowej 2ST.

Na tej podstawie dobrano transformatory o mocy jednostkowej 2500 kVA każdy, w przypadku wyłączenia jednego z nich drugi natychmiast przejmie całość obciążenia.

W normalnym układzie pracy transformatory 2TR1 i 2TR2 zasilac będą osobno rozdzielnice główne „nN” oznaczone 2RG1 i 2RG2.

Nie przewiduje się pracy równoległej transformatorów.

4.12.3 Dobór transformatorów

W komorach transformatorowych stacji 2ST przewiduje się zainstalować dwóch transformatorów 2TR1 i 2TR2 typu EG-2500-20, 20/0.4kV – 2500 kVA, f-my Energy Group.

Parametry techniczne dobrego transformatora:

typ EG – 2500-20 20/0.4kV-2500kVA
 $U_n = 20/0.4 \text{ kV}$
 $S_n = 2500 \text{ kVA}$
 $u_{z\%} = 7.0 \%$
 Dyn5

W komorach transformatorowych stacji 1ST /Etap nr 1/ przewiduje się zainstalować jeden transformator 1TR3 typu EG-630-20, 20/0.4kV – 630 kVA, f-my Energy Group.

Transformator ten zasilany będzie z pola nr 8 rozdzielnic 1RSN-20kV

Parametry techniczne dobrego transformatora:

typ EG – 630-20 20/0.4kV-630kVA
 $U_n = 20/0.4 \text{ kV}$
 $S_n = 630 \text{ kVA}$
 $u_{z\%} = 6.0 \%$
 Dyn5

4.12.4 Dobór aparatury rozdzielczej do warunków zwarciovych

4.12.4.1 Rozdzielnica 1RSN-20kV

1. Wyznaczenie parametrów zwarciovych

Do dnia oddania projektu wykonawczego stacji transformatorowej Inwestor nie uzyskał od dostawcy energii elektrycznej wartości parametrów zwarciovych dla sieci zasilanej z rozdzielnic 20kV GPZ Torkat 110/20/6kV. Obecnie rozdzielnic 20kV GPZ Torkat jest na etapie projektowania.

Tym samym biuro projektowe nie dysponuje założeniami do wykonania obliczeń zwarciovych w instalacjach wewnętrznych projektowanego budynku muzeum.

W celu wykonania tych obliczeń zwarciovych założono poziom mocy zwarciovej dla rozdzielnicy 1RSN-20kV na poziomie $S_{zw}=300\text{MVA}$ dla każdej sekcji.

$$X_s = 1.1 U_n^2 / S_z = 1.47 \, \Omega$$

$$Z_s \sim 1.47 \, \Omega$$

- prąd zwarcia trójfazowego na szynach I_{p3f}

$$I_{p3f} = 1.1 \cdot U / \sqrt{3} \cdot Z = 8.6 \, \text{kA}$$

- prąd udarowy i_u

$$i_u = \sqrt{2} \cdot k_u \cdot I_{p3f} = 19.5 \, \text{kA}$$

przyjęto $k_u = 1.6$

- prąd cieplny 1-sekundowy I_{t1}

do obliczeń przyjęto czas zwarcia $t_z = 1.0 \, \text{s}$ /zwłoka zabezpieczeń zwarciovych w polu zasilającym nr 3 i 4 rozdzielnicy 1RSN-20kV/

$$I_{t1} = (k_c \cdot I_{p3f}) \sqrt{t_z / 1} = 10.71 \, \text{kA}$$

przyjęto $k_c = 1.25$

- prąd wyłączeniowy symetryczny I_{ws}

$$I_{ws} = k_w \cdot I_{p3f} = 8.60 \, \text{kA}$$

przyjęto $k_w = 1.0$

Zestawienie parametrów zwarciovych:

Sieci:

$$U_n = 20.0 \, \text{kV}$$

$$I_{ws} = 8.60 \, \text{kA}$$

$$I_{t1} = 10.71 \, \text{kA}$$

$$i_u = 19.5 \, \text{kA}$$

Rozdzielnica 1RSN-20kV w izolacji SF6

$$U_{ni} = 24 \, \text{kV}$$

$$I_{t1} = 16 \, \text{kA}$$

$$i_u = 40.0 \, \text{kA}$$

$$I_n = 630 \, \text{A}$$

4.12.4.2 Rozdzielnice główne niskiego napięcia

- Rozdzielnica 2 RG1. 2 RG2

1. Wyznaczenie parametrów zwarciovych

Dane znamionowe transformatora:

typ EG-2500-20

$$S_n = 2500 \, \text{kVA}$$

$$U_{1n} = 20 \, \text{kV}$$

$$U_{2n} = 0.4 \, \text{kV}$$

$$u_z\% = 7 \, \%$$

$$\Delta P_{Fe} = 4.50 \, \text{kW}$$

$$\Delta P_{Cu} = 20.0 \, \text{kW}$$

$$u_{R\%} = \frac{\Delta P_{Cu}}{100 \cdot S_n} = 0.08 \, \%$$

$$u_{x\%} = \sqrt{u_{z\%}^2 - u_{R\%}^2} = 6.99 \, \%$$

$$R_T = \frac{u_{R\%} \cdot U^2}{100 \cdot S_n} = 0.000051 \, \Omega$$

$$X_T = \frac{u_x\% \cdot U^2}{100 \cdot S_n} = 0.0045 \, \Omega$$

$$X_{s'} = 1.47 (1/50^2) = 0.00059 \, \Omega$$

$$Z_{0.4} = \sqrt{R_T^2 + (X_T + X_{s'})^2} = 0.0051 \, \Omega$$

$$\begin{aligned} I_{p0.4}^{3f} &= 49.8 \, \text{kA} \\ S_{Z0.4} &= 34.5 \, \text{MVA} \\ i_u &= 112.6 \, \text{kA} \\ I_{t10.4} &= 19.7 \, \text{kA} \end{aligned}$$

-prąd cieplny 1-sek $I_{t10.4}$

do obliczeń przyj. czas zwarcia $t_z < 0.1 \text{ s}$ /zabezpieczenie przy pomocy wyzwalaczy zwarciovych w wyłącznikach kompaktowych/

$$I_{t10.4} = (kc \cdot I_{p0.4}^{3f}) \cdot t_z / 1 = 19.7 \, \text{kA}$$

przyjęto $kc = 1.25$

Parametry zwarciovie sieci:

$$\begin{aligned} I_{p0.4}^{3f} &= 49.8 \, \text{kA} \\ S_{Z0.4} &= 34.5 \, \text{MVA} \\ I_{t10.4} &= 19.7 \, \text{kA} \\ i_u &= 112.6 \, \text{kA} \end{aligned}$$

Parametry rozdzielnicy:

$$\begin{aligned} I_{c1} &= 75 \, \text{kA} \\ i_u &= 150 \, \text{kA} \end{aligned}$$

- Rozdzielnica 3 RG

1. Wyznaczenie parametrów zwarciovych

Dane znamionowe transformatora:

typ EG-RR-0630-20

$S_n = 630 \, \text{kVA}$

$U_{1n} = 20 \, \text{kV}$

$U_{2n} = 0.4 \, \text{kV}$

$u_z\% = 6 \, \%$

$\Delta P_{Fe} = 1270 \, \text{W}$

$\Delta P_{Cu} = 6200 \, \text{W}$

$$u_{R\%} = \frac{\Delta P_{Cu}}{100 \cdot S_n} = 0.098 \, \%$$

$$u_{x\%} = \sqrt{u_{z\%}^2 - u_{R\%}^2} = 5.99 \, \%$$

$$R_T = \frac{u_{R\%} \cdot U^2}{100 \cdot S_n} = 0.00024 \, \Omega$$

$$X_T = \frac{u_{x\%} \cdot U^2}{100 \cdot S_n} = 0.015 \, \Omega$$

$$X_{s'} = 1.47 (1/50^2) = 0.00059 \, \Omega$$

$$Z_{0.4} = \sqrt{R_T^2 + (X_T + X_{s'})^2} = 0.0156 \, \Omega$$

$$\begin{aligned} I_{p0.4}^{3f} &= 28.2 \, \text{kA} \\ S_{Z0.4} &= 19.5 \, \text{MVA} \end{aligned}$$

$$i_u = 63.8 \text{ kA}$$

$$I_{t10.4} = 12.8 \text{ kA}$$

- prąd zwarcia trójfazowego na szynach I_{p3f}

$$I_{p3f} = 1.1 \cdot U / \sqrt{3} \cdot Z = 28.2 \text{ /kA/}$$

- prąd udarowy i_u

$$i_u = \sqrt{2} \cdot k_u \cdot I_{p3f} = 63.8 \text{ kA}$$

przyjęto $k_u = 1.6$

-prąd cieplny 1-sek $I_{t10.4}$

do obliczeń przyjm. czas zwarcia $t_z < 0.1 \text{ s}$ /zabezpieczenie przy pomocy wyzwalaczy zwarciovych w wyłącznikach kompaktowych/

$$I_{t10.4} = (k_c \cdot I_{p0.4}^{3f}) \cdot t_z / 1 = 11.14 \text{ kA}$$

przyjęto $k_c = 1.25$

Parametry zwarciovie sieci:

Parametry rozdzielnicy:

$$I_{p0.4}^{3f} = 28.2 \text{ kA}$$

$$S_{Z0.4} = 19.5 \text{ MVA}$$

$$I_{t10.4} = 11.14 \text{ kA}$$

$$i_u = 63.8 \text{ kA}$$

$$I_{c1} = 75 \text{ kA}$$

$$i_u = 150 \text{ kA}$$

4.12.5. Dobór kabli zasilających transformatory

- Transformator 2TR1 i 2TR2

Obliczenia dla doboru kabla zasilającego transformator wykonano przy następujących założeniach:

- do obliczeń przyjęto wartości zwarciovie obliczone dla rozdzielnicy 1RSN-20kV w stacji transformatorowej 1ST,
- wszystkie zwarcia występujące w czasie pracy będą wyłączane przez zainstalowane wyłączniki SN w polach zasilających transformatory w czasie $t_w < 0.3 \text{ s}$.

$$I_{tk0.3} = I_{t1} \cdot \sqrt{t_z / 1} = 5.86 \text{ kA}$$

$$s > s_{\min}$$

$$v_p = v_o + \Delta v_{\text{ddn}} \left(I_o / I_{\text{ddn}} \right)^2$$

v_p - temperatura początkowa przy zwarciu

$I_{\text{ddn}} = 330 \text{ A}$ /obciążalność znamionowa długotrwała kabla/

$I_o = 90.2 \text{ A}$ /max prąd obciążenia kabla /

$v_o = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatura otoczenia /okres letni/

$\Delta v_{\text{ddn}} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ dopuszczalny przyrost temperat.

$$v_p = 70.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$j_{1\text{dop}} = 102 \text{ A/mm}^2$ na podstawie danych producenta dla temp. V_p /

$$s_{\min} = I_{tk0.3} / j_{1\text{dop}} = 57.4 \text{ mm}^2$$

$$s = 120 \text{ mm}^2 > s = 57.4 \text{ mm}^2$$

Otrzymane wyniki zezwalają na zastosowanie kabli typu 3xXUHAKXS 1x120/50 mm².

Sprawdzenie wytrzymałości zwarcioviej żyły powrotnej kabla zasilającego transformator.

dla zastosowanego kabla przekrój żyły powrotnej – s_o

$$s_o = 50 \text{ mm}^2$$

jako zabezpieczenie zwarciovie transformatora zastosowano wyłącznik SN f-my ZPUE Włoszczowa typu TGI 24

jako zabezpieczenie zwarciovie zastosowano przekaźnik elektroniczny typu Mupasz 101 z włoka zabezpieczeń zwarciovych $t_{z\text{max}} < 0.3 \text{ s}$

obciążalność zwarciovia żyły powrotnej $I_{tho} < 9.8 \text{ kA}$ /na podst. danych producenta

$$I_{tho} = 9.8 \text{ kA} > I_{tk0.3} = 5.86 \text{ kA}$$

- Transformator 1TR3

Obliczenia dla doboru kabla zasilającego transformator wykonano przy następujących założeniach:

- do obliczeń przyjęto wartości zwarcia obliczone dla rozdzielnic 1RSN-20kV w stacji transformatorowej 1ST,
- wszystkie zwarcia występujące w czasie pracy będą wyłączane przez zainstalowane wyłączniki SN w polu zasilającym transformatora w czasie $t_w < 0.3s$.

$$I_{tk0.3} = I_{t1} \cdot \sqrt{t_z/1} = 5.86 \text{ kA}$$

$$s > s_{\min}$$

$$v_p = v_o + \Delta v_{ddn} (I_o / I_{ddn})^2$$

v_p - temperatura początkowa przy zwarcu

$I_{ddn} = 190 \text{ A}$ /obciążalność znamionowa długotrwała kabla/

$I_o = 19.6 \text{ A}$ /max prąd obciążenia kabla /

$v_o = 40 \text{ }^\circ\text{C}$ temperatura otoczenia /okres letni/

$\Delta v_{ddn} = 50 \text{ }^\circ\text{C}$ dopuszczalny przyrost temperat.

$$v_p = 70.5 \text{ }^\circ\text{C}$$

$j_{1dop} = 102 \text{ A/mm}^2$ na podstawie danych producenta dla temp. V_p /

$$s_{\min} = I_{tk0.3} / j_{1dop} = 57.4 \text{ mm}^2$$

$$s = 70 \text{ mm}^2 > s = 57.4 \text{ mm}^2$$

Otrzymane wyniki zezwalają na zastosowanie kabli typu 3xXUHAKXS 1x70/50 mm².

Sprawdzenie wytrzymałości zwarcia żyły powrotnej kabla zasilającego transformator.

dla zastosowanego kabla przekrój żyły powrotnej – s_o

$$s_o = 50 \text{ mm}^2$$

jako zabezpieczenie zwarcia transformatora zastosowano wyłącznik SN f-my ZPUE Włoszczowa typu TGI 24

jako zabezpieczenie zwarcia zastosowano przekaźnik elektroniczny typu Mupasz 101 z włókna zabezpieczeń zwarciaowych $t_{zmax} < 0.3 \text{ s}$

obciążalność zwarcia żyły powrotnej $I_{tho} < 9.8 \text{ kA}$ /na podst. danych producenta

$$I_{tho} = 9.8 \text{ kA} > I_{tk0.3} = 5.86 \text{ kA}$$

4.12.6 Dobór nastaw zabezpieczeń transformatorów

- Transformator 2TR1 i 2TR2

Parametry techniczne transformatora 2TR1, 2TR2;

typ EG-2500-20

$S_n = 2500 \text{ kVA}$

$U_{1n} = 20 \text{ kV}$

$U_{2n} = 0.4 \text{ kV}$

$u_z\% = 7 \%$

$\Delta P_{Fe} = 4.50 \text{ kW}$

$\Delta P_{Cu} = 20.0 \text{ kW}$

Każdy z zainstalowanych transformatorów załączany będzie po stronie SN-20kV przy pomocy wyłącznika mocy w polu transformatorowym nr 9 i 12 rozdzielnic 1RSN-20kV prod. f-my ZPUE Włoszczowa.

Zainstalowany wyłącznik współpracować będzie z cyfrowym zabezpieczeniem nad prądowym typu Mupasz 101

- I> człon nadprądowy zwłoczny niezależny
- I>> człon zwarciaowy krótko zwłoczny
- I>>> człon zwarciaowy bezzwłoczny

Do zasilania modułu zabezpieczeń typu Mupasz 101 zastosowane będą w cewki Rogowskiego typu CR 1,

Nastawy zabezpieczeń w polu zasilającym transformator:

Przy konfiguracji zabezpieczeń ustawić prąd bazowy na wartość **I_b=100A**

- I> 50/51 człon nad prądowy zwłoczny z charakterystyką niezależną
 $I_r = (0.2 - 5.0) \cdot I_b$ 20 – 500A
 $t_w = (0.0 - 50)s$

$I_{nt} = 77.6 \text{ A}$
 $I_{obl} = 1.2 * I_{nt} = 93.0 \text{ A}$
 nastawa zab. $I_r = 0.93 * 100 = 93.0 \text{ A}$
 $t_r = 30 \text{ s}$

- **I>> 50/51** człon zwarciový krótko zwłoczny $I_{rm} = (1.5 - 10) \% I_b$

nastawa zab. $I_{rm} = 3.0 * 100 = 300 \text{ A}$
 $t_r = 0.2 \text{ s}$

- **I>>> 50/51** człon zwarciový bezzwłoczny $I_{rm} = (2.0 - 10) \% I_b$

nastawa zab. $I_{rm} = 7.0 * 100 = 700 \text{ A}$
 $t_r = 0.0 \text{ s}$

$I_{p_{20kV}}^{3f} = 1.1 * U / \sqrt{3} * Z = 1004.1 \text{ A}$ /prąd zwarciový na zaciskach strony wtórnej transformatora/

$I_{p_{20kV}}^{2f} = 870.0 \text{ A}$

Przy konfiguracji zabezpieczeń ziemnozwarciowych ustawić prąd bazowy na wartość $I_{on}=1.0 \text{ A}$

- **Io> 50N/51N** człon ziemnozwarciowy nad prądowy
 $I_o = (0.05 - 4.0) I_{on}$
 $t_w = (0.0 - 50) \text{ s}$

nastawa zab. $I_o = 0.4 * 1.0 = 0.4 \text{ A}$
 $t_r = 0.15 \text{ s}$

- Transformator 1TR3

Parametry techniczne transformatora 1TR3;

typ EG-RR-0630-20
 $S_n = 630 \text{ kVA}$
 $U_{1n} = 20 \text{ kV}$
 $U_{2n} = 0.4 \text{ kV}$
 $u_z\% = 6 \%$
 $\Delta P_{Fe} = 1270 \text{ W}$
 $\Delta P_{Cu} = 6200 \text{ W}$

Zainstalowany transformator załączany będzie po stronie SN-20kV przy pomocy wyłącznika mocy w polu transformatorowym nr 8 rozdzielnicy 1RSN-20kV prod. f-my ZPUE Włoszczowa.

Zainstalowany wyłącznik współpracować będzie z cyfrowym zabezpieczeniem nad prądowym typu Mupasz 101

- I> człon nadprądowy zwłoczny niezależny
- I>> człon zwarciový krótkozwłoczny
- I>>> człon zwarciový bezzwłoczny

Do zasilania modułu zabezpieczeń typu Mupasz 101 zastosowane będą cewki Rogowskiego typu CR 1,

Nastawy zabezpieczeń w polu zasilającym transformator:

Przy konfiguracji zabezpieczeń ustawić prąd bazowy na wartość **$I_b=50 \text{ A}$**

- **I> 50/51** człon nad prądowy z charakterystyką niezależną
 $I_r = (0.2 - 5.0) * I_b$ $10 - 50 \text{ A}$
 $t_w = (0.0 - 50) \text{ s}$

$I_{nt} = 19.6 \text{ A}$
 $I_{obl} = 1.15 * I_{nt} = 22.5 \text{ A}$
 nastawa zab. $I_r = 0.45 * 50 = 22.5 \text{ A}$
 $t_r = 30 \text{ s}$

- **I>> 50/51** człon zwarciový krótko zwłoczny $I_{rm} = (1.5 - 10) \% I_b$

nastawa zab. $I_{rm} = 2 * 50 = 100 \text{ A}$
 $t_r = 0.2 \text{ s}$

- **I>>> 50/51** człon zwarciový bezzwłoczny $I_{rm} = (2.0 - 10) \% I_b$

nastawa zab. $I_{rm} = 5.0 * 50 = 200 \text{ A}$
 $t_r = 0.0 \text{ s}$

$I_{p_{20kV}}^{3f} = 1.1 * U / \sqrt{3} * Z = 322 \text{ A}$ /prąd zwarciový na zaciskach strony /wtórnej transformatora/

$I_{p_{20kV}}^{2f} = 279.0 \text{ A}$

Przy konfiguracji zabezpieczeń ziemnozwarciowych ustawić prąd bazowy na wartość $I_{on}=1.0\text{A}$

- **Io> 50N/51N** człón ziemnozwarciowy nad prądowy
 $I_o = (0.05 - 4.0) I_{on}$
 $t_w = (0.0 - 50)\text{s}$

nastawa zab. $I_o = 0.2 * 1.0 = 0.2 \text{ A}$
 $t_r = 0.1\text{s}$

4.12.7 Dobór nastaw zabezpieczeń strona nN transformatorów

- Transformator 2TR1 i 2TR2

W torach zasilania rozdzielnic głównych 2RG1 i 2RG2 /dopływy z transformatorów 2TR1 i 2TR2/ zainstalowano wyłączniki kompaktowe typu IZM H3 –V4000 A w wersji stacjonarnej f-my Moeller.

- człón nadprądowy L $I_r = (0.4-1) * I_n$ 1600 - 4000 A
 $t_r = 2 - 30 \text{ s}$
 $I_{nt} = 3608 \text{ A}$
 $I_{obl} = 1.1 * I_{nt} = 3970 \text{ A}$
nastawa zab. $I_r = 1.0 * I_n = 4000 \text{ A}$
 $t_r = 30 \text{ s}$

- człón selektywny S $I_{sd} = 6 * I_n$
 $t_{sd} = \text{do } 400 \text{ ms}$

nastawa zab. $I_{sd} = 3.0 * I_n = 12\,000 \text{ A}$
 $t_{sd} = 0.1 \text{ s}$

- człón bezzwłoczny I $I_i = (2-12) * I_n$
nastawa zab. $I_i = (6.0) * I_n = 24\,000 \text{ A}$

Stosując wyzwalacze zwarciový w wyłącznikach kompaktowych łatwiej zapewnić odpowiednią selektywność działania zabezpieczeń i krótki czas wyłączenia zwarcia.

Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej dla dobranych nastaw zabezpieczeń zwarciových wyłączników kompaktowych „nN”.

$U_o > I_a * Z_s$

$I_a = I_r * k = 24\,000 * 1.2 = 28\,800 \text{ A}$

k - współczynnik 1.2

$Z_s = 0.0051 \text{ } \Omega$

$$U_0 = 230 \text{ V} > U = 146.9 \text{ V} \quad t_w < 0.1$$

- Transformator 1TR3

W torach zasilania rozdzielnic głównych 3RG /dopływy z transformatorów 1TR3/ zainstalowano wyłącznik kompaktowe typu NZMN 4 –VE1600 A w wersji stacjonarnej f-my Moeller.

- człon nadprądowy I_t $I_r = (0.5-1) \cdot I_n$ 800 - 1600 A
 $t_r = 2 - 10 \text{ s}$
 $I_{nt} = 909 \text{ A}$
 $I_{obl} = 1.1 \cdot I_{nt} = 1000 \text{ A}$
nastawa zab. $I_r = 0.625 \cdot I_n = 1000 \text{ A}$
 $t_r = 10 \text{ s}$

- człon selektywny I_{sd} $I_{sd} = 6 \cdot I_n$
 $t_{sd} = \text{do } 400 \text{ ms}$
nastawa zab. $I_{sd} = 3.0 \cdot I_n = 2700 \text{ A}$
 $t_{sd} = 0.1 \text{ s}$

- człon bezzwłoczny I_i $I_i = (2-12) \cdot I_n$
nastawa zab. $I_i = (6.0) \cdot I_n = 5400 \text{ A}$

Stosując wyłączniki zwarcia w wyłącznikach kompaktowych łatwiej zapewnić odpowiednią selektywność działania zabezpieczeń i krótki czas wyłączenia zwarcia.

Sprawdzenie skuteczności ochrony przeciwporażeniowej dla dobranych nastaw zabezpieczeń zwarcia wyłącznika kompaktowego „nN”.

$$U_0 > I_a \cdot Z_s$$

$$I_a = I_r \cdot k = 5400 \cdot 1.2 = 6480 \text{ A}$$

k - współczynnik 1.2
 $Z_s = 0.0156 \text{ } \Omega$

$$U_0 = 230 \text{ V} > U = 101,1 \text{ V} \quad t_w < 0.1$$

5. Uwagi końcowe

Wszystkie materiały zastosowane do realizacji robót powinny odpowiadać, co do jakości wymogom wyrobów dopuszczonych do obrotu i stosowania w budownictwie, określonym w Projekcie Wykonawczym. Na każde żądanie Zamawiającego (inspektora nadzoru) Wykonawca obowiązany jest okazać w stosunku do wskazanych materiałów: certyfikat na znak bezpieczeństwa, deklarację zgodności lub certyfikat zgodności z Polską Normą lub aprobatą techniczną.

Wszystkie materiały i urządzenia muszą posiadać świadectwa dopuszczenia do obrotu i stosowania w budownictwie, a przy ich stosowaniu muszą być spełnione zasady określone w załącznikach do tych dokumentów.

Podstawowym wymaganiem przy budowie instalacji jest stosowanie materiałów i aparatury dopuszczonych do stosowania w kraju i UE oraz zatrudnienie odpowiednio kwalifikowanego personelu.

Wykonawca przed oddaniem instalacji powinien dokonać jej rozruchu, wykonać wszystkie wymagane próby i pomiary wymagane przez odpowiednie przepisy i normy oraz dokonać je w odpowiednim czasie, prace te powinien wykonać personel posiadający właściwe uprawnienia.

Przy budowie instalacji należy stosować odpowiednie przepisy bezpieczeństwa pracy.

Przed przystąpieniem do prac wykonawca powinien zaznajomić się z potencjalnymi zagrożeniami spotykanymi w danym miejscu pracy, tak aby zapewnić odpowiedni poziom bezpieczeństwa w trakcie wykonywania prac.

Charakterystyczne potencjalne źródła zagrożeń:

- transport, warunki transportu,
- prace w pobliżu instalacji pod napięciem,
- prace elektronarzędziami,
- oświetlenie miejsca pracy,
- pomiary elektryczne,

podłączenie do instalacji,
użycie maszyn i narzędzi,

Maszyny przewidziane do montażu powinny odpowiadać wymaganiom odnośnie nie przekraczania wartości granicznych hałasu i drgań w zależności od ich usytuowania.

Podczas wykonawstwa stosować się do Rozporządzenia Ministra Budownictwa w sprawie BHP przy wykonaniu robót budowlano-montażowych i rozbiórkowych Dz. U. Nr 13/70, oraz Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie Dz. U. Nr 75 z 12.04.2002 z późniejszymi zmianami.

Podczas prowadzenia robót należy przestrzegać warunków BHP – Dziennik Ustaw nr 47 z dnia 06.02.2003 r. / „Bezpieczeństwo i higiena pracy przy wykonywaniu robót budowlanych” /.