

PROJEKT WYKONAWCZY**tom II - PROJEKT ARCHITEKTONICZNO-BUDOWLANY**

nazwa inwestycji:

Rozbiórka istniejącego budynku nr 16 oraz budowa nowego budynku biurowo-magazynowego z zapleczem technicznym oraz zmiana zagospodarowania terenu w zakresie przebudowy dróg i infrastruktury technicznej (ustawienie kontenerowej stacji transformatorowej oraz agregatów prądotwórczych) na działce nr 115/4 obr. 89, jedn. ewid. M. Nowy Sącz przy ul. 1 Pułku Strzelców Podhalańskich 5

adres inwestycji:

dz. nr 115/4 obr. 89 m. Nowy Sącz

kategoria obiektu budowlanego:

XII

inwestor:

Karpacki Oddział Straży Granicznej w Nowym Sączu
ul. 1 Pułku Strzelców Podhalańskich 5, 33-300 Nowy Sącz

jednostka projektowa:

An Archi Group ul. Chorzowska 64 44.100 Gliwice biuro@a-ag.com.pl tel.032..331.16.17
fax.032..334.71.69

część 4 – instalacje elektroenergetyczne – przebudowa stacji transformatorowej nr 8113projektant branży elektrycznej:**inż. Mariusz Kosiorz**

upr. do proj. w specjalności instalacyjnej
w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych

Nr 585/01

sprawdzający w branży elektrycznej:**mgr inż. Witold Pierz**

upr. do proj. w specjalności instalacyjnej
w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
elektrycznych i elektroenergetycznych

Nr SLK/0984/PWOE/05

-----Gliwice, październik 2017 r.

Spis treści

1.	Podstawa opracowania	5
2.	Przedmiot projektu i zakres opracowania	7
3.	Zakres projektu	7
4.	Tymczasowa stacja transformatorowa SN/nn.....	7
4.1.	Wytyczne budowlane / część budowlana.....	7
4.2.	Rozdzielnice średniego napięcia.....	7
4.3.	Transformatory elektroenergetyczne	8
4.4.	Połączenia kablowe SN	9
4.5.	Uziemienie ochronne	9
4.6.	Rozdzielnica główna nn.....	9
5.	Projektowana stacja transformatorowa SN/nn nr 8113.....	10
5.1.	Wytyczne budowlane / część budowlana.....	10
5.2.	Rozdzielnice średniego napięcia.....	11
5.3.	Transformatory elektroenergetyczne	11
5.4.	Połączenia kablowe SN	11
5.5.	Uziemienie ochronne	12
5.6.	Rozdzielnica główna nn.....	12
6.	Linie kablowe SN i nn.....	13
7.	Układ pomiaru rozliczeniowego energii elektrycznej	14
8.	Obliczenia techniczne - dobór przekładników.....	14
8.1.	Sprawdzenie zakresu znamionowego prądu pierwotnego	15
8.2.	Sprawdzenie ze względu na dobór mocy znamionowej uzwojeń	15
9.	Obliczania wymaganej rezystancji uziemienia stacji transformatorowej ze względu na napięcie rażeniowe na stacji i w jej okolicy.	16
10.	Obliczania skuteczności ochrony przeciwpożarowej.	17
11.	Obliczenia techniczne spadki napięcia	18
12.	Sposób układania linii kablowych	18
13.	Środki ochrony przeciwporażeniowej i BHP	19

Spis rysunków:

Nr rysunku	Tytuł rysunku	Skala
ESZ-01	Projekt zagospodarowania terenu. Przebudowa stacji transformatorowej ST 8113 i linii kablowych nn i SN..	1:200
ESZ-02	Projekt zagospodarowania terenu. Przebudowa stacji transformatorowej ST 8113 i linii kablowych nn i SN. Etap przejściowy.	1:200
ES-200	Stacja transformatorowa nr 8113 – schemat.	-
ES-201	Stacja transformatorowa nr 8113 – plan urządzeń.	-
ES-202	Stacja transformatorowa nr 8113 – widok elewacji rozdzielnic SN.	-
ES-203	Stacja transformatorowa nr 8113 – widok elewacji rozdzielnic nn.	-
ES-204	Stacja transformatorowa nr 8113 – schemat układu pomiarowego.	-
ES-205	Stacja transformatorowa nr 8113 – przepusty kablowe.	-
ES-206	Stacja transformatorowa nr 8113 – plan instalacji uziemienia.	-
ES-207	Stacja transformatorowa nr 8113 – widok z góry oraz rozmieszczenie aparatury	-
ES-208	Stacja transformatorowa nr 8113 – elewacja frontowa stacji	-
ES-209	Stacja transformatorowa nr 8113 – elewacja tylna stacji	-
ES-210	Stacja transformatorowa nr 8113 – elewacje boczne stacji	-
ES-211	Stacja transformatorowa nr 8113 – przekrój pionowy A-A stacji	-
ES-212	Stacja transformatorowa nr 8113 – rozmieszczenie otworów technologicznych w podłodze stacji	-
ES-213	Stacja transformatorowa nr 8113 – fundament stacji	-
ES-214	Stacja transformatorowa nr 8113 – posadowienie stacji	-
ES-215	Stacja transformatorowa nr 8113 – posadowienie stacji w zależności od rodzaju gruntu	-
ES-216	Tymczasowa stacja transformatorowa – schemat.	-
ES-217	Tymczasowa stacja transformatorowa – plan urządzeń.	-
ES-218	Tymczasowa stacja transformatorowa – widok elewacji rozdzielnic SN.	-
ES-219	Tymczasowa stacja transformatorowa – widok elewacji rozdzielnic nn.	-
ES-220	Tymczasowa stacja transformatorowa – schemat układu pomiarowego.	-
ES-221	Tymczasowa stacja transformatorowa – plan instalacji uziemienia.	-

Spis załączników:

- kopia warunków technicznych usunięcia kolizji sieci elektroenergetycznej nr TD/OKR/OME/K/WT/JK/299/2017 z dnia 20.09.2017,
- kopia aktualizacji mapy nr TD/OKR/OMD/UB/WB/707/2017 z dnia 22.08.2017,
- kopia warunków przyłączenia nr WP/055835/2017/O09R08 z dnia 12.09.2017,
- uprawnienia projektanta i sprawdzającego,
- zaświadczenie o przynależności do PIIB projektanta i sprawdzającego,
- zestawienie materiałów,
- wytyczne realizacji inwestycji.

1. Podstawa opracowania

Opracowanie niniejsze sporządzono w oparciu o:

1. Zlecenie inwestora;
2. Wizję lokalną;
3. Ustalenia międzybranżowe;
4. Ustalenia z przedstawicielami inwestora;
5. USTAWĘ z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz. U. z 2006 r. Nr 156, poz. 1118) (Zmiany: Dz. U. z 2006 r. Nr 170, poz. 1217; z 2007 r. Nr 88, poz. 587, Nr 99, poz. 665, Nr 127, poz. 880, Nr 191, poz. 1373 i Nr 247, poz. 1844);
6. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.(Dz. U. Nr 75, poz. 690) (Zmiany: Dz. U. z 2003 r. Nr 33, poz. 270 oraz z 2004 r. Nr 109, poz. 1156, 2009.01.01 Dz. U.08.201.1238);
7. OBWIESZCZENIE MINISTRA GOSPODARKI, PRACY I POLITYKI SPOŁECZNEJ z dn. 28.08.2003r., w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu Rozporządzenia Ministra Pracy i Polityki Społecznej w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy, załącznik: Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dn. 26.09.1997r. (tekst jednolity Dz. U. Nr 169 poz. 1650 z 2003r.);
8. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA SPRAW WEWNĘTRZNYCH I ADMINISTRACJI z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. Nr 109, poz. 719);
9. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 2 września 2004 r. w sprawie szczegółowego zakresu i formy dokumentacji projektowej, specyfikacji technicznych wykonania i odbioru robót budowlanych oraz programu funkcjonalno-użytkowego (Dz. U. Nr 202, poz. 2072);
10. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA INFRASTRUKTURY z dnia 23 czerwca 2003 r. w sprawie informacji dotyczącej bezpieczeństwa i ochrony zdrowia oraz planu bezpieczeństwa i ochrony zdrowia (Dz. U. Nr 120, poz. 1126);
11. ROZPORZĄDZENIE MINISTRA PRACY I POLITYKI SOCJALNEJ z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy (Tekst jednolity: Dz. U. z 2003 r. Nr 169, poz. 1650) (Zmiany: Dz. U. z 2007 r. Nr 49, poz. 330);
12. DYREKTYWA 2004/108/WE w sprawie kompatybilności elektromagnetycznej;
13. DYREKTYWA 2006/95/WE Parlamentu Europejskiego i Rady w sprawie niskiego napięcia;
14. DYREKTYWA 98/37/WE dotycząca maszyn;
15. POLSKIE NORMY:

PN-IEC 60050-195	Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Uziemienia i ochrona przeciwporażeniowa
PN-IEC 60050-442	Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Sprzęt elektroinstalacyjny
PN-IEC 60050-826	Międzynarodowy słownik terminologiczny elektryki. Część 826: Instalacje elektryczne
PN-EN 60446	Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja. Identyfikacja przewodów kolorami lub znakami
PN-HD 60364-1	Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Zakres, przedmiot i wymagania podstawowe
PN-IEC 60364-3	Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ustalenie ogólnych charakterystyk
PN-IEC 60364-4	Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa (wszystkie arkusze)
PN-IEC 60364-5	Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Dobór i montaż wyposażenia elektrycznego (wszystkie arkusze)
PN-HD 60364-5	
PN-IEC 60364-7	Instalacje elektryczne w obiektach budowlanych. Wymagania dotyczące specjalnych instalacji lub lokalizacji (wszystkie arkusze);
PN-HD 60364-7	
PN-EN 60909-0	Prądy zwarciovowe w sieciach trójfazowych prądu przemiennego. Część 0. Obliczanie prądów
PN-EN 60865-1	Obliczanie skutków prądów zwarciovych. Część 1: Definicje i metody

PN-EN 60439-1	obliczania Rozdzielnice i sterownice niskonapięciowe. Część 1: Zastawy badane w pełnym i niepełnym zakresie badań typu
PN-EN 60947	Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa
PN-EN 60044-1	Przekładniki. Przekładniki prądowe
PN-EN 60044-1:2000/A1	Przekładniki. Przekładniki prądowe
PN-EN 60044-1:2000/A2	Przekładniki. Przekładniki prądowe
PN-EN 60529	Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP)
PN-EN 50102	Stopnie ochrony przed zewnętrznymi uderzeniami mechanicznymi zapewnianej przez obudowy urządzeń (Kod IK)
N SEP-E-001	Sieci elektroenergetyczne niskiego napięcia. Ochrona przeciwporażeniowa
N SEP-E-004	Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa

2. Przedmiot projektu i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest projekt przebudowy stacji transformatorowej własności energetyki na potrzeby budowy nowego budynku biurowo-magazynowego z zapleczem technicznym przy ul. 1 Pułku Strzelców Podhalańskich 5 w Nowym Sączu.

3. Zakres projektu

W zakres niniejszego opracowania projektowego wchodzi:

- **likwidacja istniejącej stacji transformatorowej ST 8113,**
Rozbiórka istniejącej stacji transformatorowej wraz z przekazaniem transformatora i układu pomiarowego do Tauron Dystrybucja.
- **posadowienie tymczasowej stacji transformatorowej:**
Na potrzeby realizacji przebudowy stacji transformatorowej nr 8113 zaprojektowano posadowienie zgodnie z rys. ESZ-02 tymczasowej stacji transformatorowej w celu utrzymania zasilania na czas przebudowy. Do stacji zostaną wprowadzone istniejące kable zasilające zgodnie z rys. ES-216.
- **posadowienie nowej stacji transformatorowej ST 8113:**
Projektowana stacja zostanie posadowiona zgodnie z rysunkiem ESZ-01. Stację zaprojektowano w wykonaniu kontenerowym zgodnie z schematami i rysunkami od ES-200 do ES-215.
- **przebudowa istniejących odcinków linii kablowej SN i nn:**
Istniejące odcinki zostaną przebudowane zgodnie z rys. ESZ-01 i schematem ES-200.
- **zabudowa głowic kablowych.**
Głowice kablowe zabudować zgodnie z schematem ES-200 i ES-216.

4. Tymczasowa stacja transformatorowa SN/nn

Tymczasowa stacja transformatorowa SN/nn zostanie posadowiona w wykonaniu zewnętrznym, w której skład wchodzi:

- Betonowa obudowa;
- Transformator elektroenergetyczny 15/0,4 kV oznaczony jako TR;
- Rozdzielnica SN 20kV oznaczona jako RSN;
- Rozdzielnica nn 0,4 kV oznaczona jako Rnn.

Tymczasowa stacja transformatorowa zostanie posadowiona przed abonencką stacją transformatorową Straży Granicznej na działce inwestora zgodnie z rys. ESZ-02. Po przebudowie miejsce posadowienia tymczasowej stacji transformatorowej należy przywrócić do stanu z przed przebudowy.

4.1. Wytyczne budowlane / część budowlana

Przewidziano zastosowanie stacji elektroenergetycznej w wykonaniu w postaci kontenera zewnętrznego zgodnie z rysunkami. Podłoga w stacji jest betonowa z otworami technologicznymi (umieszczonymi pod rozdzielnicą SN i rozdzielnicą nn oraz w komorze transformatora) na wprowadzenie kabli elektroenergetycznych.

Pod komorą transformatora znajduje się szczelna misa olejowa, która stanowi wydzieloną część fundamentu stacji. Stacja posiada drzwi wejściowe do korytarza obsługi rozdzielnicy SN i nn oraz drzwi do komory transformatora.

4.2. Rozdzielnice średniego napięcia

Rozdzielnica RSN składa się z czterech pól:

- Liniowego, zawierającego:
 - Trójbiegunowy układ szyn zbiorczych o prądzie znamionowym równym 630 A;
 - Rozłącznik z uziemnikiem o napędzie ręcznym;
 - Wskaźnik napięcia;
 - Układy przyłączone dla kabli jednożyłowych;
- Liniowego, zawierającego:
 - Trójbiegunowy układ szyn zbiorczych o prądzie znamionowym równym 630 A;

- Rozłącznik z uziemnikiem o napędzie ręcznym;
- Wskaźnik napięcia;
- Układy przyłączowe dla kabli jednożyłowych;
- Liniowego, zawierającego:
 - Trójbiegunowy układ szyn zbiorczych o prądzie znamionowym równym 630 A;
 - Rozłącznik z uziemnikiem o napędzie ręcznym;
 - Wskaźnik napięcia;
 - Układy przyłączowe dla kabli jednożyłowych;
- Transformatorowego zawierającego:
 - Trójbiegunowy układ szyn zbiorczych o prądzie znamionowym równym 630 A;
 - Rozłącznik z uziemnikiem o napędzie ręcznym;
 - Bezpieczniki SN o prądzie znamionowym równym 10 A;
 - Wskaźnik napięcia.

4.3. Transformatory elektroenergetyczne

W stacji transformatorowej posadowiono transformatory elektroenergetyczne mocy oznaczone jako TR1 oraz TR2 zlokalizowane w pomieszczeniach komór transformatorowych.

Poniżej przedstawiono podstawowe parametry znamionowe zastosowanych jednostek transformatorowych:

- Moc znamionowa: 400 kVA;
- Przekładnia znamionowa: $15 \pm 2 \times 2,5 \% / 0,42 \text{ kV}$;
- Częstotliwość znamionowa: 50 Hz;
- Znamionowe napięcie zwarcia: 6,0 %;
- Znamionowy poziom izolacji: 17,5 kV;
- Maksymalna temperatura otoczenia: 40°C.

Poniżej przedstawiono wykaz dokumentów dostarczanych z transformatorem mocy:

- Dokumentacja techniczna w wersji papierowej zawierająca schematy obwodów pomocniczych oraz rysunki transformatora z podaniem wymiarów i masy;
- Deklaracje zgodności z PN;
- Świadectwa kontroli jakości;
- Instrukcje instalowania i użytkowania.

Jednostki transformatorowe należy zainstalować w komorach ST zgodnie z zaleceniami oraz uwagami:

- Punkty neutralne „N” transformatorów elektroenergetycznych należy połączyć bezpośrednio do uziomu obiektu przy zastosowaniu dwóch płaskowników stalowych, ocynkowanych typu Fe/Zn 50x4 – uziemienie robocze sieci elektroenergetycznej obiektu;
- W drzwiach komór należy zamontować barierki ochronne na wysokości 0,6 m i 1,2 m od poziomu posadzki;
- Przed uruchomieniem transformatory należy odkurzyć przy zastosowaniu odkurzacza lub przy użyciu sprężonego powietrza (lub azotu) oraz starannie oczyścić izolatory papierowymi ręcznikami;
- W żadnym wypadku nie jest dopuszczalne mocowanie kabli elektroenergetycznych do rdzenia czy uzwojeń transformatora. Minimalna odległość pomiędzy kablami SN, szynoprzewodem, połączeniem zacisku neutralnego a powierzchnią uzwojeń SN powinna wynosić co najmniej 120 mm, z wyjątkiem strony SN, gdzie należy brać pod uwagę minimalną odległość od najbardziej wystającego elementu połączeń szynowych układu trójkąta;
- Transformatory należy instalować w pomieszczeniu komór, w taki sposób, aby utrzymać minimalny odstęp od ściany pełnej równy 220 mm;
- Transformatory mocy należy posadowić na specjalnych podkładkach tłumiących drgania mechaniczne.

W celu umożliwienia realizacji okresowego przeciążania jednostek konieczna jest zabudowa dodatkowych układów wentylacyjnych w ich dolnych częściach. Układy tego typu pozwalają na trwałe przeciążenie do 140 % mocy znamionowej urządzeń.

4.4. Połączenia kablowe SN

Połączenie pomiędzy rozdzielnicą RSN, a jednostką transformatorową należy wykonać przy zastosowaniu kabli elektroenergetycznych min typu 3 x YHAKXs 1x70 mm² – odcinki pomiędzy polem transformatorowym typu ST2 RSN a zaciskami strony pierwotnej TR.

Kable elektroenergetyczne należy prowadzić w przestrzeni skrzyni fundamentowej pod posadzką kontenera stacji. W celu prawidłowego podłączenia kabli elektroenergetycznych do RSN oraz transformatora elektroenergetycznego przewidziano zastosowanie:

- Głowic kablowych – montaż do zacisków wejściowych pola liniowego;
- Głowic kablowych – montaż do zacisków wyjściowych pól transformatorowych;
- Głowic kablowych – montaż do zacisków strony pierwotnej transformatora mocy.

4.5. Uziemienie ochronne

W kontenerze ST przewidziano zastosowanie głównej szyny uziemiającej (GSU) w postaci bednarki stalowej, ocynkowanej typu Fe/Zn 40x5 montowanej poziomo naściennie, do której należy przyłączyć:

- Obudowę rozdzielnic RSN w czterech punktach przy zastosowaniu bednarki stalowej, ocynkowanej typu Fe/Zn 40x5;
- Żyły powrotne kabli elektroenergetycznych SN przy zastosowaniu bednarki stalowej, ocynkowanej typu Fe/Zn 30x4;
- Obudowę transformatora elektroenergetycznego przy użyciu linki typu LgY 70 mm²;
- Szynę PEN rozdzielnic Rnn przy użyciu bednarki stalowej, ocynkowanej typu Fe/Zn 40x5;
- Obudowę rozdzielnic Rnn przy użyciu bednarki stalowej, ocynkowanej typu Fe/Zn 30x4;
- Części przewodzące obce, w tym:
 - Obróbki drzwi w dwóch punktach przy użyciu linki typu LgY 16 mm²;
 - Właz do kablowni przy użyciu linki typu LgY 70 mm²;
 - Żaluzje przy użyciu linki typu LgY 70 mm²;
- Dach w dwóch punktach przy zastosowaniu linki typu LgY 70 mm²;
- Bryła główna, kablownia w dwóch punktach przy zastosowaniu bednarki stalowej, ocynkowanej typu Fe/Zn 30x4.

GSU (pomalowaną w żółto-zielone pasy) zainstalowaną zgodnie z rysunkiem uziemienia, połączyć z uziomem pionowym ST w czterech miejscach przy zastosowaniu bednarki stalowej, ocynkowanej typu Fe/Zn 40x5.

4.6. Rozdzielnica główna nn

Wewnątrz przedziału rozdzielczego kontenera stacji transformatorowej przewidziano posadowienie rozdzielnic niskiego napięcia oznaczonej jako Rnn.

Rozdzielnicę Rnn zaprojektowano w postaci szafy wolnostojącej. Wewnątrz Rnn przewidziano montaż:

- Rozłącznika głównego izolacyjnego;
- Bezpieczników topikowych;
- Rozłączników bezpiecznikowych,
- Przekładników prądowych.

Rozdzielnica Rnn powinna być wykonana zgodnie z zaleceniami i uwagami oraz spełniać następujące wymagania szczegółowe:

- Rozwiązanie modułowe oparte na konstrukcji szkieletowej z bezobsługowymi połączeniami śrubowymi umożliwiającymi elastyczny sposób montażu aparatury;
- Pojedynczy most szyn głównych miedzianych;
- Odporność na łuk elektryczny;
- Wszystkie zastosowane aparaty i obudowy muszą być produkowane przez jednego producenta i zapewniać pełne badania typu;
- Obudowa wykonana z blachy stalowej malowanej proszkowo farbą w kolorze RAL7032;
- Stopień ochrony: IP43;
- Znamionowe napięcie robocze: 400 V;
- Znamionowe napięcie izolacji: 1000 V;
- Napięcie probiercze: 3500 V (50 Hz);
- Częstotliwość znamionowa: 50 Hz;

- Prąd znamionowy, ciągły szyn zbiorczych: 800 A;
- Montaż kabli: od góry;
- Wyposażenie w kieszeń zawierającą schemat strukturalny;
- Opisane i czytelnie oznakowane aparaty elektryczne;
- Opisana i oznakowana czytelnie na zewnątrz.

Połączenie pomiędzy zaciskami strony wtórnej transformatora a zaciskami wejściowymi rozdzielnic Rnn należy wykonać przy zastosowaniu linii kablowych typu $3 \times (2 \times YKXS 1 \times 240 \text{ mm}^2) + 2 \times YKXS 1 \times 240 \text{ mm}^2$.

5. Projektowana stacja transformatorowa SN/nn nr 8113

Stacja transformatorowa SN/nn zostanie posadowiona w wykonaniu zewnętrznym, w której skład wchodzi:

- Betonowa obudowa;
- Transformator elektroenergetyczny 15/0,4 kV oznaczony jako TR;
- Rozdzielnica SN 20kV oznaczona jako RSN;
- Rozdzielnica nn 0,4 kV oznaczona jako Rnn.

Dostęp do stacji transformatorowej pozostanie taki sam jak dotychczas. Od strony ulicy jest istniejąca zamykana brama. Każdorazowe wejście na zamknięty obszar straży granicznej należy uzgodnić z jednostką.

5.1. Wytyczne budowlane / część budowlana

Przewidziano zastosowanie stacji elektroenergetycznej w wykonaniu w postaci kontenera zewnętrznego zgodnie z rysunkami rzutu podstawowego i elewacji.

Stacja transformatorowa jest modułową prefabrykowaną konstrukcją składającą się z następujących elementów:

- Obudowa betonowa stacji wraz z komorą transformatorową;
- Fundament betonowy, prefabrykowany – kablownia;
- Dach płaski, betonowy, prefabrykowany.

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

W korytarzu obsługi stacji znajduje się włącz do podziemnej części stanowiącej jednocześnie fundament i kanał kablowy. Pod komorą transformatora znajduje się szczelna misa olejowa, która stanowi wydzieloną część fundamentu stacji.

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

Ściany bryły głównej są wykonane z betonu zbrojonego, wibrowanego klasy B30 o grubości 120 mm, fundament z betonu zbrojonego, wibrowanego klasy B30 o grubości ścianki (90÷120) mm.

Powierzchnia ścian dekoracyjnie pokryta jest akrylowym tynkiem w kolorze z palety. Wszystkie elementy metalowe zamontowane na zewnętrznej stronie stacji wykonane są z aluminium lakierowanego proszkowo.

Poniżej przedstawiono masę i gabaryty kontenera stacji:

- Długość: 4260 mm;
- Szerokość: 2410 mm;
- Wysokość:
 - Bryły głównej (bez dachu): 2250 mm;
 - Z dachem płaskim (od powierzchni gruntu): 2475 mm;
- Masa (bez wyposażenia):
 - Fundamentu: 5 400 kg;
 - Bryły głównej z drzwiami i żaluzjami: 11 000 kg;
 - Dachy betonowego: 4 200 kg;
- Powierzchnia zabudowy: $10,14 \text{ m}^2$;
- Kubatura zabudowy: $22,2 \text{ m}^3$.

Prace związane z montażem urządzeń elektroenergetycznych wewnątrz kontenera stacji transformatorowej należy przeprowadzić w następującej kolejności:

- Montaż transformatora elektroenergetycznego;
- Wykonanie połączeń pomiędzy transformatorem a rozdzielnicą SN;
- Wykonanie połączeń pomiędzy transformatorem a rozdzielnicą nn;
- Wykonanie połączenia uziemienia wewnętrznego z uziemieniem zewnętrznym.

Pierwszym etapem posadowienia stacji transformatorowej jest wykonanie w ziemi wykopu. W wykonanym wykopie należy ułożyć uziom otokowy i podłączyć go z zaciskami wewnątrz stacji.

Pod fundamentem należy wykonać podsypkę piaskowo-żwirową o grubości około 200 mm. Należy zwrócić szczególną uwagę, aby powierzchnia podsypki była wypoziomowana i zagęszczona.

Na tak przygotowane miejsce należy ustawić misę fundamentową stacji. Na posadowiony fundament stacji ułożyć pojedynczą warstwę taśmy uszczelniającej. Taśma uszczelniająca nie może nakładać się na siebie, (aby nie była ułożona podwójnie), może to spowodować przedostawanie się cieczy do wnętrza stacji. Podczas układania taśmy uszczelniającej, nie należy jej rozciągać, może to spowodować jej uszkodzenie lub deformację.

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

5.2. Rozdzielnice średniego napięcia

Rozdzielnica RSN składa się z czterech pól:

- Liniowego, zawierającego:
 - Trójbiegunowy układ szyn zbiorczych o prądzie znamionowym równym 630 A;
 - Rozłącznik z uziemnikiem o napędzie ręcznym;
 - Wskaźnik napięcia;
 - Układy przyłączowe dla kabli jednożyłowych;
- Liniowego, zawierającego:
 - Trójbiegunowy układ szyn zbiorczych o prądzie znamionowym równym 630 A;
 - Rozłącznik z uziemnikiem o napędzie ręcznym;
 - Wskaźnik napięcia;
 - Układy przyłączowe dla kabli jednożyłowych;
- Liniowego, zawierającego:
 - Trójbiegunowy układ szyn zbiorczych o prądzie znamionowym równym 630 A;
 - Rozłącznik z uziemnikiem o napędzie ręcznym;
 - Wskaźnik napięcia;
 - Układy przyłączowe dla kabli jednożyłowych;
- Transformatorowego zawierającego:
 - Trójbiegunowy układ szyn zbiorczych o prądzie znamionowym równym 630 A;
 - Rozłącznik z uziemnikiem o napędzie ręcznym;
 - Bezpieczniki SN o prądzie znamionowym równym 10 A;
 - Wskaźnik napięcia.

5.3. Transformatory elektroenergetyczne

Zgodnie z warunkami przebudowy transformator dostarczy zakład energetyczny. Układ pomiarowy jak i całą stację transformatorową należy odpowiednio zmodernizować pod odpowiedni transformator.

5.4. Połączenia kablowe SN

Połączenie pomiędzy rozdzielnicą RSN, a jednostką transformatorową należy wykonać przy zastosowaniu kabli elektroenergetycznych typu 3 x YHAKXs 1x70 mm² – odcinki pomiędzy polem transformatorowym typu ST2 RSN a zaciskami strony pierwotnej TR.

Kable elektroenergetyczne należy prowadzić w przestrzeni skrzyni fundamentowej pod posadzką kontenera stacji. W celu prawidłowego podłączenia kabli elektroenergetycznych do RSN oraz transformatora elektroenergetycznego przewidziano zastosowanie:

- Głowic kablowych – montaż do zacisków wejściowych pola liniowego;

- Głowic kablowych – montaż do zacisków wyjściowych pól transformatorowych;
- Głowic kablowych – montaż do zacisków strony pierwotnej transformatora mocy.

5.5. Uziemienie ochronne

W kontenerze ST przewidziano zastosowanie głównej szyny uziemiającej (GSU) w postaci bednarki stalowej, ocynkowanej typu Fe/Zn 40x5 montowanej poziomo naściennie, do której należy przyłączyć:

- Obudowę rozdzielnic RSN w czterech punktach przy zastosowaniu bednarki stalowej, ocynkowanej typu Fe/Zn 40x5;
- Żyły powrotne kabli elektroenergetycznych SN przy zastosowaniu bednarki stalowej, ocynkowanej typu Fe/Zn 30x4;
- Obudowę transformatora elektroenergetycznego przy użyciu linki typu LgY 70 mm²;
- Szynę PEN rozdzielnic Rnn przy użyciu bednarki stalowej, ocynkowanej typu Fe/Zn 40x5;
- Obudowę rozdzielnic Rnn przy użyciu bednarki stalowej, ocynkowanej typu Fe/Zn 30x4;
- Części przewodzące obce, w tym:
 - Obróbki drzwi w dwóch punktach przy użyciu linki typu LgY 16 mm²;
 - Właz do kablowni przy użyciu linki typu LgY 70 mm²;
 - Żaluzje przy użyciu linki typu LgY 70 mm²;
- Dach w dwóch punktach przy zastosowaniu linki typu LgY 70 mm²;
- Bryła główna, kablownia w dwóch punktach przy zastosowaniu bednarki stalowej, ocynkowanej typu Fe/Zn 30x4.

GSU (pomalowaną w żółto-zielone pasy) zainstalowaną zgodnie z rysunkiem uziemienia, połączyć z uziomem otokowym ST w trzech miejscach przy zastosowaniu bednarki stalowej, ocynkowanej typu Fe/Zn 40x5.

5.6. Rozdzielnica główna nn

Wewnątrz przedziału rozdzielczego kontenera stacji transformatorowej przewidziano posadowienie rozdzielnic niskiego napięcia oznaczonej jako Rnn.

Rozdzielnicę Rnn zaprojektowano w postaci szafy wolnostojącej. Wewnątrz Rnn przewidziano montaż:

- Rozłącznika głównego izolacyjnego;
- Bezpieczników topikowych;
- Rozłączników bezpiecznikowych,
- Przekładników prądowych.

Rozdzielnica Rnn powinna być wykonana zgodnie z zaleceniami i uwagami oraz spełniać następujące wymagania szczegółowe:

- Rozwiązanie modułarne oparte na konstrukcji szkieletowej z bezobstęgowymi połączeniami śrubowymi umożliwiającymi elastyczny sposób montażu aparatury;
- Pojedynczy most szyn głównych miedzianych;
- Odporność na łuk elektryczny;
- Wszystkie zastosowane aparaty i obudowy muszą być produkowane przez jednego producenta i zapewniać pełne badania typu;
- Obudowa wykonana z blachy stalowej malowanej proszkowo farbą w kolorze RAL7032;
- Stopień ochrony: IP43;
- Znamionowe napięcie robocze: 400 V;
- Znamionowe napięcie izolacji: 1000 V;
- Napięcie probiercze: 3500 V (50 Hz);
- Częstotliwość znamionowa: 50 Hz;
- Prąd znamionowy, ciągły szyn zbiorczych: 800 A;
- Montaż kabli: od góry;
- Wyposażenie w kieszeń zawierającą schemat strukturalny;
- Opisane i czytelnie oznakowane aparaty elektryczne;
- Opisana i oznakowana czytelnie na zewnątrz.

Połączenie pomiędzy zaciskami strony wtórnej transformatora a zaciskami wejściowymi rozdzielnic Rnn należy wykonać przy zastosowaniu linii kablowych typu 3x(2xYKXS 1x240 mm²) + 2xYKXS 1x240 mm².

6. Linie kablowe SN i nn

W celu przebudowy stacji transformatorowej konieczna jest przebudowa linii kablowych SN i nN:

- 1) Linia kablowa SN 15kV typu XUHAKXS 3x(1x120) mm² ciągu liniowego: Nowe Błonia – Piekarnia relacji: st. trafo N.S. WOP nr ew. 8113 – st. trafo: Kotłownia – Zemenhoffa nr ew. 8077,
- 2) Linia kablowa SN 15kV typu XUHAKXS 3x(1x120) mm² ciągu liniowego: Nowe Błonia – Piekarnia relacji: st. trafo N.S. WOP nr ew. 8113 – st. trafo: Stara Kolonia nr ew. 8107,
- 3) Kabel elektroenergetyczny nN 0,4kV YAKY 4x95 mm² relacji: st. trafo. N.S. WOP nr ew. 8113 – ZK nr ew. 472/RD-8,
- 4) Kabel elektroenergetyczny nN 0,4kV YAKY 4x120 mm² relacji: st. trafo. N.S. WOP nr ew. 8113 – sieć napow. ul. Zygmuntowska,
- 5) Kabel elektroenergetyczny nN 0,4kV YAKY 4x120 mm² relacji: st. trafo. N.S. WOP nr ew. 8113 – sieć napow. ul. 1 Maja,
- 6) Kabel elektroenergetyczny nN 0,4kV YAKY 3x95 + 70 mm² relacji: st. trafo. N.S. WOP nr ew. 8113 – ZK nr ew. 1138/RD-8,
- 7) Kabel elektroenergetyczny nN 0,4kV YAKY 4x95 mm² relacji: st. trafo. N.S. WOP nr ew. 8113 – ZK nr ew. 470/RD-8,
- 8) Kabel elektroenergetyczny nN 0,4kV YAKY 4x95 mm² relacji: st. trafo. N.S. WOP nr ew. 8113 – ZK PKP – centrala telefoniczna,
- 9) Kabel elektroenergetyczny nN 0,4kV YAKY 4x120 mm² relacji: st. trafo. N.S. WOP nr ew. 8113 – ZK nr ew. 1138/RD-8,
- 10) Kabel elektroenergetyczny nN 0,4kV AKFSTA 4x25 mm² relacji: st. trafo. N.S. WOP nr ew. 8113 – ośw. uliczne kier. sieć ul. Zygmuntowska,
- 11) Kabel elektroenergetyczny nN 0,4kV AKFSTA 4x25 mm² relacji: st. trafo. N.S. WOP nr ew. 8113 – ośw. uliczne kier. sieć ul. 1 Maja.

Zgodnie z warunkami przyłączenia konieczna jest budowa nowej linii kablowej w celu zasilenia abonenckiej stacji transformatorowej:

- Linia kablowa SN 15kV typu XRUHAKXS 3x(1x120) mm² relacji: st. trafo N.S. WOP nr ew. 8113 – Straż graniczna Nowy Sącz,

Linie kablowe nn będą prowadzone w układzie trójkątnym:

- W ziemi;
- W rurach osłonowych dostosowanych do ruchu ciężkiego pod istniejącymi drogami wewnętrznymi.

Linie kablowe nn należy prowadzić w ziemi według następujących zasad:

- Kable elektroenergetyczne układać w rowie kablowym (w 20 cm warstwie piasku) na głębokości 0,7 m mierzonej prostopadłe od powierzchni ziemi do górnej powierzchni kabli, resztę wykopu zasypać gruntem rodzimym;
- W rowach nad kablami elektroenergetycznymi należy układać folię ostrzegawczą (o grubości 0,5 mm i szerokości 200 mm w kolorze niebieskim); krawędzie folii powinny wystawać co najmniej 50 mm poza zewnętrzną krawędź kabli;
- W przypadku kolizji kabli elektroenergetycznych z elementami podziemnej infrastruktury uzbrojenia terenu (rury wod.-kan., gazowe, sieci teletechniczne) kable zabezpieczyć przy zastosowaniu rur osłonowych typu HDPE o średnicach dostosowanych do przekrojów linii;
- W przypadku kolizji kabli elektroenergetycznych z elementami podziemnej infrastruktury uzbrojenia terenu pod drogami, przejazdami, parkingami (rury wod.-kan., gazowe, sieci teletechniczne) kable zabezpieczyć przy zastosowaniu rur osłonowych typu RHDPE o średnicach dostosowanych do przekrojów linii;
- Kable elektroenergetyczne należy zaopatrzyć w trwałe oznaczniki zlokalizowane w odstępach co 10 m oraz miejscach charakterystycznych, to znaczy skrzyżowaniach z innymi, podziemnymi sieciami zagospodarowania terenu oraz w miejscach wejść do budynków; oznaczniki kablowe powinny zawierać następujące dane:
 - Numer kabla;
 - Typ i przekrój kabla;
 - Relacja danego kabla;
 - Znak użytkownika.

7. Układ pomiaru rozliczeniowego energii elektrycznej

Ze względu na maksymalną moc zainstalowanego transformatora równą 630 kW zaprojektowano półpośredni układ pomiarowy. Przewidziano zabudowę układu pomiarowego w pomieszczeniu rozdzielnic stacji transformatorowej.

W polu zasilającym zabudowano 3 przekładniki prądowe o danych znamionowych:

- Przekładnia: 1000/5 A;
- Moc uzwojeń: 5 VA;
- Klasa dokładności: 0,2s (legalizowane);
- Współczynnik bezpieczeństwa: FS = 5;
- Prąd zwarciový, cieplny: 15 kA (1 s);

W skład aparatury oraz urządzeń obwodów wtórnych należy zaliczyć:

- Wielofunkcyjny, elektroniczny licznik 3-fazowy do pomiaru półpośredniego, podstawowego w sieci czteroprzewodowej do pomiaru i odczytu:
 - Energii czynnej (kWh);
 - Energii biernej w kierunkach: pobór i oddawanie (kvarh);
- Listwę pomiarową typu PXC –SKA 68 na potrzeby układu pomiarowego.
- Modem komunikacyjny.

W celu prawidłowego działania układów pomiarowych należy dodatkowo zastosować następujące urządzenia:

- Antenę spolaryzowaną poziomo, którą należy zainstalować na maszcie i zwrócić w kierunku południowo-zachodnim. Antenę należy podłączyć do wejść antenowych licznika przy zastosowaniu przewodu giętkiego typu OMY 2x0,75 mm²;
- Antenę GSM/GPRS dołączoną do modemu spolaryzowaną pionowo dla przesyłu danych pomiarowych do systemu bilansującego Zakładu Energetycznego, którą należy zainstalować na dachu i zwrócić w stronę najbliższego przekaźnika sieci GSM. Antenę należy podłączyć do modułu komunikacyjnego.

Układ pomiarowy należy wykonać zgodnie z zaleceniami:

- W pomieszczeniu rozdzielni zabudować tablicę licznikową oznaczoną w wykonaniu natynkowym, w której zainstalować:
 - Liczniki pomiarowe;
 - Listwę pomiarową;
 - Modem GSM/GPRS DM671;
 - Układ kontroli obecności napięcia.
- Listwy zaciskowe przekładników pomiarowych muszą być przystosowane do plombowania;
- Wszystkie drzwi i osłony do przekładników prądowych i napięciowych, napędu odłącznika pomiaru napięcia należy przystosować do plombowania;
- Przekładniki prądowe i napięciowe muszą być wyposażone w zabezpieczone tabliczki znamionowe oraz trwale wygrawerowane w obudowach przekładnie;
- Z zacisków wtórnych przekładników prądowych do listwy prowadzić kable sygnalizacyjne typu YKSY 7x2,5 mm², pomiędzy listwą SKA do liczników przewody elektroenergetyczne typu 7xDY 2,5 mm²;
- Wykonawca układu pomiarowego jest zobowiązany do wzorcowania i legalizacji liczników energii elektrycznej w zakresie pomiaru energii biernej w instytucjach posiadających odpowiednie uprawnienia i dostarczyć świadectwa wzorcowania do Przedsiębiorstwa Energetycznego;
- Wykonawca układu pomiarowego jest zobowiązany do dostarczenia Przedsiębiorstwu Energetycznemu świadectwa sprawdzenia klasy przekładników prądowych.

8. Obliczenia techniczne - dobór przekładników

Dane wejściowe do obliczeń:

Moc przyłączeniowa dla przyłącza energii elektrycznej:

$P_z = 630 \text{ kW}$

Napięcie robocze sieci elektroenergetycznej:

$U_{rs} = 400 \text{ V}$

Prąd roboczy, długotrwały, obliczeniowy w miejscu zainstalowania przekładnika prądowego:

$I_{obl} = 979 \text{ A}$

Zaprojektowano przekładniki prądowe jednordzeniowe przewidziane do zabudowy w polu zasilającym rozdzielnic nn o następujących parametrach znamionowych:

- Przekładnia: $I_{1n}/I_{2n} = 1000/5$ A;
- Moc uzwojeń: $S_n = 5$ VA;
- Klasa dokładności: 0,2s (legalizowane);
- Współczynnik bezpieczeństwa: FS = 5;
- Prąd zwarciov, cieplny: $I_{thn} = 15$ kA (1 s).

Poniżej przedstawiono warunki, jakie musi spełniać prawidłowo dobrany przekładnik prądowy.

8.1. Sprawdzenie zakresu znamionowego prądu pierwotnego

Sprawdzenie zakresu znamionowego prądu pierwotnego przekładników należy wykonać według warunku:

$$1,2 \cdot I_{1n} \geq I_{obl} \geq 0,2 \cdot I_{1n}$$

$$1200 \text{ A} \geq 979 \text{ A} \geq 200 \text{ A}$$

gdzie:

I_{1n} — Znamionowy prąd pierwotny przekładnika

Warunek prawidłowego doboru został spełniony.

8.2. Sprawdzenie ze względu na dobór mocy znamionowej uzwojeń

Sprawdzenie doboru przekładników ze względu na dobór mocy znamionowej uzwojeń pomiarowych należy wykonać według warunku:

$$S_n \geq S_2 \geq 0,25 \cdot S_n$$

gdzie:

S_n — Znamionowa moc uzwojeń przekładnika;

S_2 — Rzeczywista moc obciążenia uzwojenia wtórnego.

Poniżej przedstawiono szczegółową procedurę obliczeń dla rzeczywistej wartości prądu przepływającego przez przekładnik:

$$S_2 = S_{obc} + S_L$$

$$Z_{obc} = R_{obc} = \frac{2l_p}{\gamma s} + R_z$$

gdzie:

I_{rzecz} — Rzeczywisty prąd przepływający przez przekładnik;

Z_{obc} — Impedancja przewodów pomiarowych i styków obwodu przyłączonego do zacisków uzwojenia wtórnego przekładnika;

l_p — Długość zastosowanych przewodów pomiarowych;

γ — Konduktywność zastosowanych przewodów pomiarowych;

s — Przekrój zastosowanych przewodów pomiarowych;

R_z — Rezystancja obciążenia styków.

$$I_{rzecz} = \frac{I_{obl}}{v}$$

$$v = \frac{I_{1n}}{I_{2n}}$$

gdzie:

- v – Przekładnia znamionowa przekładnika;
 I_{1n} – Znamionowy prąd pierwotny przekładnika;
 I_{2n} – Znamionowy prąd wtórny przekładnika.

Szczegółowe wyniki obliczeń doboru przekładników przedstawiono poniżej:

$$v = \frac{I_{1n}}{I_{2n}} = \frac{1000}{5} = 200$$

$$I_{rzecz} = \frac{I_{obl}}{v} = \frac{979}{200} = 4,9 A$$

$$Z_{obc} = R_{obc} = \frac{2l_p}{\gamma s} + R_z = \frac{2 \cdot 5}{57 \cdot 2,5} + 0,05 = 0,12 \Omega$$

$$S_{obc} = I_{rzecz}^2 \cdot Z_{obc} = 4,9^2 \cdot 0,12 = 2,88 VA$$

$$S_2 = S_{obc} + S_L = 2,88 + 0,03 = 2,91 VA$$

$$S_n \geq S_2 \geq 0,25 \cdot S_n$$

$$5 VA \geq 2,91 VA \geq 1,25 VA$$

Warunek prawidłowego doboru został spełniony.

9. Obliczania wymaganej rezystancji uziemienia stacji transformatorowej ze względu na napięcie rażeniowe na stacji i w jej okolicy.

Dane wejściowe do obliczeń:

Dane sieci zasilającej:

Linie zasilające rozdzielnicę SN abonenckiej ST:

Sposób pracy punktu neutralnego sieci:

Czas nastawień zabezpieczeń:

Wartość prądu pojemnościowego sieci:

Zespolona instalacja uziemiająca:

Rodzaj projektowanej instalacji uziemienia:

Sieć kablowa SN 15 kV

Kablowe SN 15 kV

Sieć SN pracuje z izolowanym punktem neutralnym

$t_F = (0,4) s$

$I_{CS} = 100 A$

Tak

Uziom poziomy wspomagany uziomami pionowymi

Instalacja uziemienia ochronnego urządzeń SN oraz uziemienia punktu neutralnego sieci nn (wraz z przewodami PEN, PE linii zasilających) może być wykonana jako wspólna, jeżeli nastąpi spełnienie warunku zapewnienia właściwych potencjałów w sieci nn podczas doziemienia po stronie SN, to znaczy:

$$R_B \leq \frac{U_F}{I_E}, \text{ czyli } U_E \leq U_F$$

gdzie:

U_E - napięcie uziomowe w stacji posiadającej wspólny układ uziemiający dla urządzeń strony SN i nn

U_F - maksymalne dopuszczalne napięcie zakłócenia (uziomowe) w stacji SN/nn dla czasu trwania zakłócenia t_F

I_E - Prąd uziomowy wywołany zwarcie doziemnym po stronie SN;

R_B - Wypadkowa rezystancja uziemienia wszystkich połączonych równolegle uziomów (wypadkowa rezystancja wspólnego uziemienia ochronno-roboczego w stacji oraz uziemień przewodów PEN (PE) we wszystkich punktach linii nN tworzących sieć elektroenergetyczną

Rezystancja uziemienia R_{Zr} zastosowanej instalacji uziemiającej obiektu powinna spełniać podstawowy warunek:

$$R_{ZR} \leq R_B$$

Obliczenie wymaganej wartości rezystancji uziemienia:

$$R_B = \frac{U_F}{I_E} = \frac{205}{100} = 2,05\Omega$$

Projektowana stacja transformatorowa znajduje się w terenie silnie zurbanizowanym, gdzie zachodzi wysokie prawdopodobieństwo połączenia ze sobą wielu różnych uziomów sztucznych, jak i naturalnych, tj. linii kablowych SN i nn, budynków, w tym zbrojeń fundamentów, metalowych instalacji podziemnego uzbrojenia terenu zlokalizowanych w bliskim sąsiedztwie, to znaczy w miejscu, gdzie występuje zespolona instalacja uziemiająca. W takim przypadku stacja transformatorowa SN/nn jest zlokalizowana na terenie objętym gęstą siecią ekwipotentjalizującą, czyli możliwe jest założenie, że nie ma zagrożenia wystąpienia niebezpiecznych napięć dotykowych, rażeniowych, w związku z czym nie ma konieczności wykonywania pomiarów sprawdzających zagrożenie porażeniowe podczas normalnej eksploatacji urządzeń.

10. Obliczania skuteczności ochrony przeciwpożarowej.

W instalacji niskiego napięcia jako środek ochrony przeciwporażeniowej zastosowano samoczynne wyłączenie zasilania. W przypadku powstania zwarcia pomiędzy przewodem liniowym a częścią przewodzącą dostępną lub przewodem ochronnym w obwodzie, urządzenie ochronne powinno samoczynnie przerwać zasilanie przewodu liniowego obwodu lub urządzenia w czasie nie dłuższym niż 5 s w obwodach rozdzielczych.

W tabeli przedstawiono wyniki obliczeń skuteczności ochrony przeciwporażeniowej.

Tabela. Skuteczność ochrony przeciwporażeniowej w instalacji niskiego napięcia

Miejsce uszkodzenia	Rodzaj obwodu	Rodzaj zabezpieczenia zwarciovego	Z_s Ω	I_{k1}'' A	I_a A	Spełnienie warunku: $Z_a \cdot I_a \leq U_0$
ZK nr ew. 472/RD-8	St. trafo. nr ew. 8113 - ZK nr ew. 472/RD-8	160 A gG	0,1519	1454,8	950	TAK
Sieć napow. ul. Zygmuntowska	St. trafo. nr ew. 8113 - Sieć napow. ul. Zygmuntowska	200 A gG	0,05151	4241,8	1080	TAK
Sieć napow. ul. 1 Maja	St. trafo. nr ew. 8113 - Sieć napow. ul. 1 Maja	200 A gG	0,04043	5404,0	1080	TAK
ZK nr ew. 1138/RD-8	St. trafo. nr ew. 8113 - ZK nr ew. 1138/RD-8	160 A gG	0,10661	2049,5	950	TAK
ZK nr ew. 470/RD-8	St. trafo. nr ew. 8113 - ZK nr ew. 470/RD-8	160 A gG	0,10661	2049,5	950	TAK
ZK PKP – centrala telefoniczna	St. trafo. nr ew. 8113 - ZK PKP – centrala telefoniczna	160 A gG	0,12476	1751,3	950	TAK
ZK nr ew. 1138/RD-8	St. trafo. nr ew. 8113 - ZK nr ew. 1138/RD-8	200 A gG	0,06210	3518,8	1050	TAK
Ośw. uliczne kier. sieć ul. Zygmuntowska	St. trafo. nr ew. 8113 - Ośw. uliczne kier. sieć ul. Zygmuntowska	80 A gG	0,12738	1715,3	450	TAK
Ośw. uliczne kier. sieć ul. 1 Maja	St. trafo. nr ew. 8113 - Ośw. uliczne kier. sieć ul. 1 Maja	80 A gG	0,06943	3147,0	450	TAK
gdzie: Z_s – impedancja pętli zwarciovwej obejmującej: – źródło zwarcia; – przewód liniowy do punktu zwarcia; – przewód ochronny między punktem zwarcia a źródłem; I_{k1}'' – prąd zwarcia doziemnego; I_a – prąd powodujący samoczynne zadziałanie urządzenia wyłączającego w określonym czasie.						

11. Obliczenia techniczne spadki napięcia

	$\Delta U_{\%}$	$\Delta U_{\%dop}$
	%	%
ZK nr ew. 472/RD-8	3,54	4
Sieć napow. ul. Zygmuntowska	1,1	4
Sieć napow. ul. 1 Maja	0,68	4
ZK nr ew. 1138/RD-8	2,27	4
ZK nr ew. 470/RD-8	2,27	4
ZK PKP – centrala telefoniczna	2,72	4
ZK nr ew. 1138/RD-8	1,5	4
Ośw. uliczne kier. sieć ul. Zygmuntowska	1,36	4
Ośw. uliczne kier. sieć ul. 1 Maja	0,67	4

12. Sposób układania linii kablowych

Układanie kabla należy wykonywać w oparciu o postanowienia normy PN-90/E-06401 oraz zgodnie z zaleceniami podanymi w N-SEP-E-004. Kable elektroenergetyczne należy układać w rowie kablowym na warstwie piasku o grubości co najmniej 10 cm. Po ułożeniu kabli (i wykonaniu stosownych odbiorów robot zanikowych), kable należy zasypać warstwą piasku o grubości co najmniej 10 cm, następnie warstwą rodzimego gruntu o grubości co najmniej 25 cm, a następnie przykryć folią z tworzywa sztucznego (w kolorze czerwonym dla projektowanego kabla o napięciu znamionowym powyżej 1 kV, w kolorze niebieskim dla projektowanego kabla o napięciu znamionowym poniżej 1 kV.).

Odległość folii od kabla powinna wynosić co najmniej 25 cm. Szerokość folii powinna być taka aby przykrywała ułożony kabel, lecz nie mniejsza niż 20 cm. Kabel ułożony w ziemi powinien być zaopatrzony na całej długości w trwałe oznaczniki rozmieszczone w odstępach nie większych niż 10 m oraz w punktach charakterystycznych (mufach, skrzyżowaniach). Kabel

powinien być ułożony w wykopie linią falistą z zapasem min. 3% długości wykopu, wystarczającym do skompensowania możliwych przesunięć gruntu. Po wykonaniu robot, powierzchnię terenu należy przywrócić do stanu pierwotnego. Głębokość ułożenia kabli w ziemi mierzona od powierzchni ziemi do zewnętrznej powierzchni kabla górnej warstwy powinna wynosić co najmniej:

- 70 cm w przypadku kabli o napięciu znamionowym do 1 kV,
- 80 cm w przypadku kabli średniego napięcia.

Kabel można zginać tylko w przypadkach koniecznych, przy czym promień gięcia powinien być nie mniejszy niż wynika to z danych podanych przez producenta kabli. Jeżeli jest brak takich danych to promień gięcia kabla powinien być nie mniejszy niż 15-krotna średnica kabla. Przy skrzyżowaniach projektowanych kabli z innymi instalacjami podziemnymi należy kabel ułożyć w rurze ochronnej DVK – długość rury powinna przekraczać miejsce skrzyżowania o 0,5m z każdej strony skrzyżowania. Zaleca się prowadzenie kabli elektrycznych powyżej innych instalacji uzbrojenia terenu.

Przy przekraczaniu istniejącego układu drogowego kabel należy ułożyć w rurze ochronnej SRS umieszczonej za pomocą przewiertu pod drogą. Długość rury powinna przekraczać szerokość przejazdu o 0,5m z każdej strony. W zależności od warunków lokalnych, w celu stwierdzenia rzeczywistej głębokości uzbrojenia terenu, należy w miejscach skrzyżowań wykonać przekopy kontrolne. Prace ziemne należy wykonać ręcznie, a w miejscach przewidzianych kolizji wykonać przekopy kontrolne pod nadzorem użytkownika. Budowę linii kablowych należy wykonać zgodnie z wytycznymi zawartymi w N-SEP-E-004 „Elektrotechniczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa”. Kable elektroenergetyczne należy po ułożeniu, a przed zasypaniem, poddać inwentaryzacji geodezyjnej. Wykonawcę realizującego budowę według niniejszego projektu obowiązuje w jego zakresie przestrzeganie przepisów BHP w odniesieniu do szczegółów, które nie zostały w projekcie omówione.

13. Środki ochrony przeciwporażeniowej i BHP

Sieć elektroenergetyczna zasilająca instalacje wewnętrzne obiektu będzie pracować w układach sieciowym TN-S.

W odbiornikach energii elektrycznej oraz osprzęcie niskiego napięcia zlokalizowanych w budynku ochronę podstawową (przy dotyku bezpośrednim) stanowią:

- Izolacja podstawowa;
- i/lub osłony.

Ochrona dodatkowa (przy dotyku pośrednim) będzie zapewniona poprzez:

- Samoczynne wyłączenie zasilania w urządzeniach o I klasie ochronności zrealizowane poprzez:
 - przepalenie wkładek bezpiecznikowych;
 - otwarcie wyłączników nadprądowych;

Urządzenie ochronne powinno samoczynnie wyłączyć zasilanie obwodu przy dotyku pośrednim, aby w następstwie zwarcia między częścią czynną a częścią przewodzącą dostępną spodziewane napięcie dotykowe przy dotyku części przewodzących, nie spowodowało przepływu prądu rażeniowego wywołującego niebezpieczne skutki patofizjologiczne dla człowieka.

- Zastosowaniu izolacji ochronnej w urządzeniach o II klasie ochronności.

Dodatkowo zastosowano środki ochrony przeciwporażeniowej, uzupełniające stanowiącej redundancję względem ochrony podstawowej i/lub dodatkowej. Przewidziano wykorzystanie:

- Wyłączników różnicowoprądowych, wysokoczułych o znamionowym prądzie różnicowym zadziałania równym 30 mA zainstalowanych we wszystkich obwodach gniazd wtyczkowych o prądzie znamionowym nieprzekraczającym 20 A przewidzianych do użytku przez osoby niewykwalifikowane pracujących w układzie sieciowym TN-S;
- Miejscowych połączeń wyrównawczych polegających na połączeniu ze sobą części przewodzących dostępnych i obcych w celu wyrównania potencjałów.